



UNIVERSIDAD DE LAS REGIONES AUTÓNOMAS DE LA COSTA CARIBE NICARAGÜENSE

URACCAN

**Productividad de botón de oro (*Tithonia diversifolia*) con
diferentes dosis y frecuencias de fertilización nitrogenada, Nueva
Guinea, RACCS, 2023.**

Autores:

MSc. Marvin E. Merlo Caballero (coordinador del proyecto de investigación)

MSc. Carlos Álvarez Amador

MSc. Wilberto Cruz Pastora

Dr. Rodrigo Jarquín Cruz

MSc. Wilson A. Calero Borge

Nueva Guinea, RACCS, Nicaragua, diciembre 2023

RESUMEN

En Nicaragua, los problemas de escases de alimentos para los bovinos son un factor que causa grandes pérdidas en la producción ganadera, asociadas principalmente al cambio climático. La ganadería depende exclusivamente del forraje y ciertas leguminosas que se encuentran en los potreros y no utilizan un sistema de alternativas de alimentación en época seca que mejoren los índices de producción y reproducción. El presente resumen contiene los resultados de una investigación que se planteó como objetivo determinar la productividad de la forrajera *Tithonia diversifolia* bajo diferentes dosis y frecuencias de fertilización Nitrogenada en Nueva Guinea como una opción de generación de estrategias de alimentación bovina que dé solución a la problemática planteada anteriormente.

El estudio se desarrolló a través de un Diseño Completo al Azar con 10 tratamientos y 4 repeticiones, se evaluó 3 frecuencias de aplicación con 3 dosis de fertilización nitrogenada. La fase de campo duró 8 meses y se evaluaron las variables; altura de la planta, número de tallos, diámetro de tallos, número de hojas, área foliar, materia seca, relación hoja: tallo.

Entre los resultados relevantes se destaca que, la altura de planta fue superior cuando se aplicó fertilización nitrogenada cada 60 días a razón de 146 kg/ha/año (137.25 cm/planta), la menor altura (103.92 cm/planta) se obtuvo con el testigo (sin fertilización), pero no hubo diferencia significativa entre los tratamientos. Respecto al número de tallos, el mejor comportamiento (4.92 tallos/planta) se obtuvo cuando se fertilizó cada 60 días con 195 kg/ha/año, para esta variable se encontró diferencia. En el diámetro de tallos, la fertilización cada 30 días con 292 kg/ha/año fue de 1.55 cm/planta, y no hubo diferencia significativa entre los tratamientos.

En relación con el número de hojas, el mayor valor (175 hojas/planta) se obtuvo con la fertilización cada 60 días a razón de 195 kg/ha/año, encontrando diferencia significativa respecto a los demás tratamientos. El área foliar fue de 44,155 cm²/planta y se obtuvo con la fertilización cada 60 días con 146 kg/ha/año, el tratamiento testigo obtuvo los promedios más bajos, y se obtuvo diferencias significativas para dicha variable.

La materia seca fue superior (1.96 ton/ha) con la fertilización cada 30 días a razón de 487 kg/ha/año, todos los tratamientos fueron estadísticamente iguales. La relación hoja: tallo se comportó mejor (1:1.09) con la fertilización cada 30 días y 292 kg/ha/año, sin diferencia significativa entre los tratamientos. Se puede concluir que, aunque algunos tratamientos mostraron ventajas en ciertas variables, la fertilización cada 30 días a una dosis de 487 kg/ha/año fue la mejor opción en términos generales para mejorar la productividad de *Tithonia diversifolia* como alimento para bovinos en condiciones de escasez.

Palabras clave: *Tithonia diversifolia*, fertilización nitrogenada, biomasa, forraje, ganadería, sostenibilidad

Índice de contenidos

I.	INTRODUCCIÓN.....	1
1.1.	Antecedentes y contexto del problema	1
1.2.	Objetivos	2
1.2.1.	Objetivo general	2
1.2.2.	Objetivos específicos.....	2
1.3.	Preguntas de investigación.....	2
1.4.	Justificación	3
1.5.	Limitaciones.....	4
1.6.	Hipótesis	4
1.7.	Variables	5
1.8.	Marco Contextual	5
II.	MARCO TEÓRICO	7
2.1.	Generalidades de <i>Tithonia diversifolia</i>	7
2.1.1.	Origen	7
2.1.2.	Descripción de <i>Tithonia diversifolia</i>	7
2.1.3.	Distribución	7
2.1.4.	Propagación agronómica del botón de oro	8
2.1.5.	Variedades de <i>Tithonia diversifolia</i>	9
2.1.6.	Contenido nutricional de <i>Tithonia diversifolia</i>	9
2.2.	Producción de forraje.....	9
2.2.1.	Digestibilidad de botón de oro	11
2.3.	Inclusión en la dieta de los animales.....	12
2.4.	Fertilización en <i>Tithonia diversifolia</i>	13
2.5.	Adaptabilidad de <i>Tithonia diversifolia</i> en periodo lluvioso	14
2.6.	Usos de la forrajera Botón de oro	15
III.	METODOLOGÍA Y MATERIALES	16
3.1.	Ubicación del estudio.....	16
3.2.	Enfoque de la investigación	16
3.3.	Tipo de investigación.....	16
3.4.	Tipo de ensayo	16
3.5.	Descripción de los tratamientos.....	17
3.6.	Observaciones o réplicas	17

3.7.	Parcela útil	18
3.8.	Establecimiento del diseño en campo	18
3.9.	Manejo del ensayo	18
3.10.	Duración del estudio.....	19
3.11.	VARIABLES del estudio	19
3.12.	Procesamiento y análisis de la información	22
3.13.	Materiales	23
3.14.	Aspectos éticos de la investigación.....	23
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	24
4.1.	Desarrollo vegetativo de <i>Tithonia diversifolia</i> por efecto de diferentes frecuencias y dosis de fertilización nitrogenada.....	24
4.1.1.	Altura de planta	24
4.1.2.	Número de tallos.....	25
4.1.3.	Diámetro de tallos.....	25
4.2.	Numero de hojas y área foliar de <i>Tithonia diversifolia</i> por efecto de diferentes frecuencias y dosis de fertilización nitrogenada.....	26
4.2.1.	Numero de hojas.....	26
4.2.2.	Área foliar.....	27
4.3.	Rendimiento de <i>Tithonia diversifolia</i> por efecto de diferentes frecuencias y dosis de fertilización nitrogenada	27
4.3.1.	Materia seca.....	28
4.3.2.	Relación hoja: tallo.....	28
V.	CONCLUSIONES.....	30
VI.	RECOMENDACIONES	32
VII.	REFERENCIAS	33
VIII.	ANEXOS	39
	Anexo 1. Formatos para la medición de desarrollo vegetativo y área foliar	39
	Anexo 2. Formatos para la medición biomasa verde y seca.....	40
	Anexo 3. Esquema del diseño experimental y distribución de tratamientos	41
	Anexo 4. Esquema de la parcela experimental.....	42

Índice de tablas

Tabla 1. Clasificación taxonómica de botón de oro (<i>Tithonia diversifolia</i>)	8
Tabla 2. Combinación de los niveles de ambos factores	17
Tabla 3. Operacionalización de la variable.....	22
Tabla 4. Respuesta del desarrollo vegetativo de <i>Tithonia diversifolia</i> por efecto de diferentes frecuencias y dosis de fertilización nitrogenada	25
Tabla 5. Área foliar de <i>Tithonia diversifolia</i> por efecto de diferentes frecuencias y dosis de fertilización nitrogenada	27
Tabla 6. Respuesta del rendimiento de <i>Tithonia diversifolia</i> por efecto de diferentes frecuencias y dosis de fertilización nitrogenada	29

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Antecedentes y contexto del problema

En América Latina, se reportan diversos estudios en Colombia, Panamá y Costa Rica (Rivera, *et al.*, 2015; Holguin, *et al.*, 2015) relacionados a adaptabilidad, características bromatológicas, producción de forraje, crecimiento e inclusión en la dieta de la forrajera (*Tithonia diversifolia*) para diversas especies animales.

En Nicaragua, los problemas de escases de alimentos para alimentación bovina son un factor que causa grandes pérdidas en la producción ganadera, asociadas al cambio climático y el tipo de prácticas agropecuarias que utilizan los productores del país.

La ganadería en el territorio de Nueva Guinea se da bajo sistemas de pastoreo extensivo y semi extensivo, ello depende exclusivamente del forraje y ciertas leguminosas que se encuentran en los potreros y no utilizan un sistema de alternativas de alimentación en época seca que mejoren los índices de producción y reproducción.

Al respecto, en Nicaragua el estudio de *Tithonia diversifolia* es reciente, en Nueva Guinea se investigó sobre adaptabilidad de la forrajera en estado de vivero cuando es tratada con abonos orgánicos (López y Díaz, 2018), se encontró alta sobrevivencia y efecto significativo de los abonos orgánicos en el enraizamiento, grosor de tallo, área foliar y producción de biomasa.

A su vez, Murillo y Fernández (2020) evaluaron la Producción de biomasa de botón de oro (*Tithonia diversifolia*) bajo diferentes alturas y frecuencias de corte, en condiciones edafoclimáticas de Nueva Guinea, RACCS, Nicaragua, obteniendo que la frecuencia de corte a los 45 días y a una altura de 70 cm, era la mejor combinación para obtener altos rendimientos de biomasa, este ensayo fue evaluado durante 12 meses.

En relación al efecto de los niveles de fertilización en *Tithonia diversifolia* Cerdas en el 2018 realizó el estudio sobre la extracción de nutrientes y productividad del botón de oro (*Tithonia diversifolia*) con varias dosis de fertilización nitrogenada, en la finca de Santa Cruz de la Universidad de Costa Rica, encontrando que la dosis de 200 kgN/ha⁻¹/año⁻¹ causó un incremento en la producción de biomasa verde de 46,6%, al compararla con la producción obtenida con 100 kilogramos de nitrógeno por hectárea por año, pero las diferencias no fueron significativas con las dosis de 300 y 400 kgN/ha⁻¹/año⁻¹, a los 49 días de crecimiento luego del corte de uniformidad.

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo general

Determinar la productividad de la forrajera *Tithonia diversifolia* bajo diferentes dosis y frecuencias de fertilización Nitrogenada en Nueva Guinea, 2023.

1.2.2. Objetivos específicos

- Evaluar la respuesta de las variables de crecimiento de la forrajera botón de oro cuando se aplican diferentes frecuencias y dosis de fertilización nitrogenada.
- Cuantificar la producción de biomasa de la forrajera botón de cuando se aplican diferentes frecuencias y dosis de fertilización nitrogenada.
- Identificar la mejor combinación de frecuencia y dosis de fertilización nitrogenada para optimizar la producción de biomasa de la forrajera.

1.3. Preguntas de investigación

¿Cómo se comporta la productividad de la forrajera *Tithonia diversifolia* cuando es manejada bajo diferentes frecuencias y dosis de fertilización nitrogenada?

1.4. Justificación

El territorio de Nueva Guinea y de la Costa Caribe se caracteriza por la alta pluviosidad y altas temperaturas, es una zona ecológica frágil, la introducción de la ganadería ha acentuado el problema ambiental y con ello incrementado el riesgo al cambio climático, por lo que se requiere que el diseño de los sistemas agropecuarios considere la adaptación al cambio climático, por ello se hace la presente propuesta de investigación.

En consonancia con lo anterior, la presente propuesta es coincidente con las políticas del Gobierno Nacional establecidas en el Plan Nacional de Lucha Contra la Pobreza (2022-2026), el cual plantea, en lo relacionado a cambio climático, mejorar la educación, la sensibilización y la capacidad humana e institucional en relación con la mitigación del cambio climático, la reducción de sus efectos y las alertas tempranas.

Es necesario considerar que la mayoría de los suelos de Nueva Guinea dedicados para pasturas son de fertilidad media a baja y acidez alta (5.5 a 5 pH), esto incide en que las pasturas tengan baja producción de forraje y deterioro acelerado, lo que trae como consecuencia la baja producción láctea y cárnica en la ganadería (Prado y Rocha, 2004; Calero, 2014). También, se considera que haciendo uso de la forrajera *Tithonia diversifolia*, los problemas de disponibilidad de alimentos en época seca se mitigarían, contribuyendo a la sostenibilidad y seguridad alimentaria, por los atributos que tiene esta forrajera de alto contenido de proteína y alta producción de materia verde (López y Díaz, 2018; Sanabria y Ávila, 2015).

La universidad URACCAN, a través de las carreras relacionadas al manejo de los sistemas productivos y conservación de los recursos naturales, promueve la investigación relacionada con el sector agropecuario y los sistemas de nutrición animal, por ello es importante promover el conocimiento de las forrajeras tropicales como es el caso de botón de oro, con esto se pretende tener impactos positivos para el sector pecuario de la zona, así como para la comunidad universitaria en

general, pues servirá como referente para futuras investigaciones relacionadas con esta temática.

Los resultados de la investigación van dirigidos a organizaciones gremiales, productores individuales, empresas, proyectos e instituciones de gobierno y universidades públicas y privadas; siendo el efecto que se tendrá mayor conocimiento sobre el crecimiento y comportamiento productivo de la forrajera botón de oro (*Tithonia diversifolia*) para la calidad nutritiva, lo que permitirá diseñar estrategias alimentarias para su incorporación a las unidades productivas pecuarias y aumentar la producción de leche y carne para la población, reduciéndose la inseguridad alimentaria al implementar programas y proyectos.

1.5. Limitaciones

El recurso económico para el establecimiento del ensayo y levantamiento de información en campo fue una limitación, considerando que lo provisto para la ejecución de la presente investigación fue menor a los costos reales, por lo que fue necesario solventar con recursos propios.

Otro elemento considerado como una limitación, fue lo relacionado con el comportamiento climático en la etapa de campo del ensayo, pues la entrada tardía de la época lluviosa en el momento en la etapa antes mencionada, dado que la temperatura y precipitación podrían haber producido un efecto al azar en el criamiento de la planta por efecto del factor clima.

1.6. Hipótesis

Ha: Existe efecto significativo de la dosis y frecuencia de fertilización nitrogenada sobre la producción de biomasa de la forrajera botón de oro.

Ho: No existe efecto significativo de la dosis y frecuencia de fertilización nitrogenada sobre la producción de biomasa de la forrajera botón de oro.

1.7. Variables

Entre las variables a evaluar se encuentran la altura de la planta, número de tallos, diámetro de tallos, número de hojas, área foliar, materia verde de la planta, materia seca, relación hoja: tallo.

1.8. Marco Contextual

La mayoría de los suelos de Nueva Guinea dedicados para pasturas son de fertilidad media a baja y acidez alta (5.5 a 5 pH), esto incide en que las pasturas tengan una baja producción de forraje y un deterioro acelerado, lo que trae como consecuencia la baja producción láctea y cárnica en la ganadería (Prado y Rocha, 2004).

Se considera que haciendo uso de la forrajera botón de oro (*Tithonia diversifolia*) los problemas de disponibilidad de alimentos se mitigarían, contribuyendo a la sostenibilidad y seguridad alimentaria, por los atributos que tiene esta forrajera de alto contenido de proteína y las altas producciones de materia verde, implementando el uso de esta forrajera se tendrán resultados positivos en las unidades de producción.

De esta manera y haciendo uso de la forrajera (*Tithonia diversifolia*) los problemas de disponibilidad de alimentos en época seca se mitigarían, contribuyendo a la sostenibilidad y seguridad alimentaria, por los atributos que tiene esta forrajera de alto contenido de proteína y alta producción de materia verde (López y Díaz, 2017).

El territorio de Nueva Guinea se caracteriza por la alta pluviosidad y altas temperaturas, es una zona ecológica frágil, la introducción de la ganadería ha acentuado el problema ambiental y con ello incrementado el riesgo al cambio climático, por lo que se requiere que el diseño de los sistemas agropecuarios considere la adaptación al cambio climático, por ello se realizó la presente investigación.

En consonancia con lo anterior, esta investigación coincide con las políticas del Gobierno Nacional establecidas en el Plan Nacional de Lucha Contra la Pobreza (2022-2026), el cual plantea, en lo relacionado a cambio climático, mejorar la educación, la sensibilización y la capacidad humana e institucional en relación con la mitigación del cambio climático, la reducción de sus efectos y las alertas tempranas.

Se considera que, promover investigaciones que aborden esta problemática y sus posibles soluciones es necesario e importante, en este sentido esta temática está relacionada con el sector agropecuario, particularmente con el sector pecuario, con esto se pretende tener un impacto positivo para el sector pecuario de la zona, así como para la comunidad universitaria en general, pues servirá como un referente para futuras investigaciones relacionadas con esta temática.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Generalidades de *Tithonia diversifolia*

2.1.1. Origen

En un estudio realizado por Pérez *et al.* (2009) exponen que la especie es originaria de Centroamérica, pero se encuentra ampliamente distribuido en el área tropical de diferentes continentes, esto le confiere una gran plasticidad ecológica, lo que significa que tiene la capacidad de tolerar suelos con pH bajo, suelos arcillosos con poco drenaje. *Tithonia diversifolia* es una planta herbácea o arbustiva robusta, conocida con diversos nombres comunes que identifican o manifiestan su amplitud de usos benéficos o características parecidas a otras plantas como son; árbol maravilla, falso girasol y árnica de la tierra, entre otros.

2.1.2. Descripción de *Tithonia diversifolia*

La especie *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 (Nash, 1976).

2.1.3. Distribución

Actualmente se encuentra ampliamente distribuida en la zona tropical; se tienen reportes del Sur de México, Honduras al Salvador, Guatemala, Costa Rica, Panamá, India, Ceylán, Cuba y Colombia, expuesto por Nash *et al.*, 1976.

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

Clasificación taxonómica	
Reino	Plantae
Subreino	Traqueobionta
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Subclase	Asteridae
Orden	Asterales
Familia	Asteraceae
Genero	<i>Tithonia</i>
Especie	<i>Tithonia diversifolia</i>

Fuente: Vibrans, 2009

2.1.4. Propagación agronómica del botón de oro

En el 2021, Zabala expresa lo siguiente: la siembra por estolón o estaca (asexual), el botón de oro como es conocido comúnmente, es un arbusto de fácil crecimiento que se está posicionando en los manejos nutricionales para las producciones ganaderas, ya que su se caracteriza por su alto grado de plasticidad ecológica. Se puede encontrar desde el nivel del mar hasta los 2500 msnm, con precipitaciones anuales entre 800 a 5000 mm y en diferentes tipos de suelo; tolera condiciones de acidez, de baja fertilidad (Londoño *et al.*, 2019).

En el 2021, Zabala argumenta, que la extensión de la *Tithonia diversifolia*, se puede realizar a través de semillas sexuales o vegetativas, de manera vegetativa es una de las formas más vistas últimamente, este método es por medio de estacas, donde se toma directamente de la planta cuando esta llega a su punto ideal de corte, seleccionando los tallos más gruesos y vigoroso, tomando una forma de siembra ya sea vertical o horizontal teniendo en cuenta que la posición tiene una repercusión directa sobre la velocidad de crecimiento y la producción de biomasa. Londoño *et al.*, 2019, expresa que la siembra por estaca es de mayor rentabilidad cuando se siembra la parte media del tallo de la planta en forma horizontal (acostada), a una profundidad de aproximadamente uno 15 cm, se determina que de esta manera su crecimiento y biomasa es mayor, ya que el contacto que tiene el tallo con el suelo

al ubicarse la estaca de forma horizontal lo que propicia un mayor desarrollo radicular y por ende más probabilidad de captación de nutrientes.

2.1.5. Variedades de *Tithonia diversifolia*

La familia a la que pertenece esta especie es la Asterácea, posee unas 15,000 especies distribuidas por todo el mundo (Gómez y Rivera, 1987). El género *Tithonia* comprende diez especies originarias de Centro América. *Tithonia diversifolia* fue introducida a Filipinas, la India y Ceilán.

2.1.6. Contenido nutricional de *Tithonia diversifolia*

La especie *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).

Según Ibrahim *et al.* (2005) una de las características más sobresalientes en esta planta es el valor nutricional del follaje, puede acumular tanta proteína en sus hojas (hasta 33%) como las leguminosas.

Posee altos contenidos de fósforo y tiene, además, 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 (Ruíz *et al.*, 2012).

2.2. Producción de forraje

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, una producción aproximada de 55 toneladas de materia seca por hectárea por año.

En un estudio en Panamá, en una zona de trópico sub húmedo, 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). Por otra parte, el área foliar alcanzada por una planta durante ciertos estadios específicos del desarrollo es un dato indispensable para la calibración, adaptación y en general para la aplicación racional de los modelos de simulación agroambientales (Warnock *et al.*, 2006).

De esta manera, Mahecha y Rosales (2005) 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. Además, es una especie con buena capacidad de producción de biomasa y rápida recuperación después del corte, lo que depende de la densidad de siembra, de los suelos y del estado vegetativo. Rodríguez (1990) reportó una producción potencial de forraje de 31,41 t/ha con distancias de siembra de 0,75 m x 0,75 m y una producción potencial de 21,2 t/ha, sin diferencias significativas entre ambas.

Así, y analizando la producción de biomasa, esta puede variar entre 30 a 70 t/ha de forraje verde, dependiendo de la densidad de siembra, suelos y estado vegetativo (Mahecha *et al.*, 1998). En este mismo punto Gallego *et al.* (2014) afirman que puede producir hasta 275 toneladas de material verde (unas 55 toneladas de materia seca) por hectárea por año.

Además, esta especie, es muy ruda y puede soportar la poda a nivel del suelo y la quema (Lezcano *et al.*, 2012) 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. En un estudio realizado por Navas y

Montaña (2019) encontraron una producción de materia seca de 25.5 t/ ha/año, pero encontraron mayor producción de tallos que de hojas.

Según Ruíz *et al.*, (2012) en estudios realizados en Colombia alcanzó mayor rendimiento de *T. diversifolia* 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.

Elizondo y Boschini (2001) expresan que los forrajes, son una fuente importante para ser utilizado en la alimentación animal y dentro de su investigación establecieron una distancia entre plantas de 30 cm lo que les permitió obtener una mayor producción de forraje verde por hectárea y mejor relación hoja-tallo de igual manera, determinaron que la producción de materia seca en las hojas fue mayor a la de tallo antes de los 70 días.

2.2.1. Digestibilidad de botón de oro

En una investigación de McDonald (1986) define la digestibilidad de un alimento como la proporción del alimento que no es excretado con las heces y que se supone, por lo tanto, que ha sido absorbido. Es la fracción de alimento consumido que no aparece en las heces y por lo tanto se absorbe en el tracto gastrointestinal (Stein *et al.*, 2007).

Por otra parte, la digestibilidad también sirve como una medida para determinar la calidad de la dieta y de las materias primas utilizadas en ella, la disponibilidad de los nutrientes que las constituyen, la importancia que tienen estos en la salud de los animales, su desempeño y las características de las heces, además sirve como soporte para el cálculo de los requerimientos nutricionales (Harmon, 2007).

De acuerdo a Gallego *et al.* (2014) reportaron valores para la digestibilidad ruminal entre 68,9% y 73,7%, 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.

También es de destacar que esta especie 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 (Vargas, 1996). 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 (Rosales, 1996).

2.3. Inclusión en la dieta de los animales

En un estudio realizado por Gallego *et al.* (2014) 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.

En bovinos, el consumo de *T. diversifolia* en vacas es una buena opción, ya que disminuye los costos de producción y aporta una fuente de proteína, minerales y carbohidratos, para ser usado en la alimentación de esta especie animal, en pastoreo como suplemento en bovinos, produce un efecto significativo sobre la reducción parasitaria (McDonald, 1986).

En ovejas, se han alcanzado consumo de 1.67 kg de forraje/cabra/día en base fresca, en estado de prefloración, equivalentes a 712 gramos en base seca (Mahecha *et al.*, 1998).

Mahecha *et al.* (1998) expresan que es de suma importancia la introducción de la forrajera botón de oro, ya que existen muchos productores que se dedican a la cría de ganado menor, por el hábito alimenticio que tiene los pelibuey, cabras y ovejas.

En algunas fincas en Panamá se utiliza botón de oro (*T. 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.

2.4. Fertilización en *Tithonia diversifolia*

En relación a este tema, Astúa *et al.* (2021) exponen que la fertilización (orgánica e inorgánica) es considerada una estrategia eficiente de nutrición para las plantas, pues a través de esta se provee a la planta de los nutrientes necesarios para su crecimiento. El nitrógeno (N), es el nutriente más considerado al momento de las fertilizaciones, debido a que se obtiene respuesta en la productividad de los forrajes. Esta respuesta se debe a la participación del N en reacciones bioquímicas involucradas en el crecimiento de la parte foliar de las plantas en general. Zavala *et al.* (2007) en su estudio han reportado que las fertilizaciones nitrogenadas crecientes reflejan mayores producciones de biomasa y el contenido de MS de la planta de *Tithonia diversifolia* puede variar de un 13,50 hasta el 35 %, según diferentes factores, entre los que destaca fundamentalmente la etapa fenológica del cultivo y las condiciones climáticas (Arias, 2018).

En relación al efecto de los niveles de fertilización en *T. diversifolia* (Ramírez, 2018) realizó el estudio sobre extracción de nutrientes y productividad del botón de oro (*T. diversifolia*) con varias dosis de fertilización nitrogenada, en la finca de Santa Cruz de la Universidad de Costa Rica, encontrando que la dosis de 200 kgN/ha/año causó un incremento en la producción de biomasa verde de 46,6%, al compararla con la producción obtenida con 100 kilogramos de nitrógeno por hectárea por año, pero las diferencias no fueron significativas con las dosis de 300 y 400 kgN/ha/año, a los 49 días de crecimiento luego del corte de uniformidad.

El rendimiento de forraje es el factor que controla la extracción y el consumo de nutrientes, y la práctica de fertilización adquiere mayor significado en aquellas especies con alto potencial genético de producción. Para identificar la dosis apropiada de fertilizante, se debe tomar en cuenta el nivel esperado de producción de forraje, las condiciones del suelo, el ambiente, la tecnología aplicada y el potencial genético de productividad de la especie (Bernal y Espinosa, 2003).

Entre los beneficios de fertilizar forrajes, se puede observar un incremento en el contenido de nitrógeno (proteína), digestibilidad, altura de la planta, densidad, relación hoja-tallo y mayor producción de biomasa. Además, se obtiene un ligero incremento en el consumo de forraje y la producción de carne y leche, por lo que sí se fertiliza y no se aumenta la carga animal para aprovechar la biomasa producida, los beneficios económicos de esta práctica en la producción de carne o leche son pocos (Cerdas, 2011).

2.5. Adaptabilidad de *Tithonia diversifolia* en periodo lluvioso

González *et al.* (2013) evaluaron el efecto de la sección del tallo, basal o media, así como la forma de colocar la estaca en el surco, parada o acostada, en la producción de biomasa de *Tithonia diversifolia* en ambas estaciones climáticas, los resultados mostraron interacción entre los factores evaluados para altura en períodos lluvioso y poco lluvioso para el peso/hoja. Los mejores valores se lograron cuando se sembró la parte media acostada. La sección del tallo influyó en el crecimiento de la planta en el periodo lluvioso.

En un estudio de Pérez *et al.* (2009) al evaluar la altura (15 y 30 cm) y frecuencia de corte (30 y 60 días) obtuvieron 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.

Holguín *et al.* (2009) expresan que una alta capacidad de crecimiento, en especial durante la época de lluvias, se emergen desde diferentes materiales de propagación, sexual o asexual, se da la producción de nuevos brotes a partir de un corte, aumentando la capacidad de producción de materia seca de alta calidad nutricional. Además, las plantas disponen hasta una altura de 251 cm en dependencia de su frecuencia de corte (Ruíz *et al.* 2010).

En la investigación realizada por Gallego *et al.* (2016) refieren que los resultados obtenidos para MS fueron de 12,74%, 12,90% y 12,45, los cuales, fueron superiores al 10,13% reportado por Lezcano *et al.* (2012) en periodo lluvioso, y similares al 12,78% para periodos poco lluviosos; aunque estos reportes fueron para plantas de sesenta días de edad, es importante considerar que la edad de corte de las plantas y la época del año son factores que influyen sobre el contenido de MS, aspectos importantes de consideración para estimar y optimizar el rendimiento en biomasa del cultivo.

2.6. Usos de la forrajera Botón de oro

Se utiliza principalmente para corte y acarreo en la alimentación animal debido a su alto valor nutricional, rusticidad y a la elevada tasa de producción de forrajera. También se puede utilizar como barreras vivas, corta vientos, bancos mixtos de forraje, fuente de néctar para las abejas (Gallego *et al.*, 2016). Además, debido a la facilidad que tiene de cubrir el terreno erosionado ayuda a la restauración ecológica de áreas degradadas formando en terrenos inestables densos mantos de raíces (Ruíz *et al.*, 2010).

III. METODOLOGÍA Y MATERIALES

3.1. Ubicación del estudio

La presente investigación se realizó en finca el Gorrión ubicada en comunidad El Bochinche, a 3 km de Nueva Guinea, RACCS.

3.2. Enfoque de la investigación

Esta investigación se condujo bajo un enfoque cuantitativo, ya que permitió generar datos numéricos y resultados estadísticos a través de la medición de diversas variables en cada uno de los tratamientos.

3.3. Tipo de investigación

El tipo de investigación es experimental, debido a que se estableció un diseño experimental en el que se estimuló las respuestas de diversas variables con la combinación de dosis y frecuencia de fertilización nitrogenada.

3.4. Tipo de ensayo

El experimento se condujo bajo un Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA) con arreglo bifactorial (factor A: frecuencia de aplicación y factor B: dosis de nitrógeno), en 4 bloques (171.5 m²/bloque) con 10 parcelas por bloque (40 parcelas en total), el tamaño de las parcelas es de 4.9 metros de largo por 3.5 metros de ancho (17.15 m²). El área experimental es de 1200.8 m².

A la vez, se establecieron 350 plantas por cada bloque o réplica, para un total de 1400 plantas en el ensayo.

El efecto de borde dentro del ensayo consideró las dos primeras filas y las dos últimas filas de plantas en dirección Norte-Sur, y las dos primeras filas y las dos últimas en dirección Este-Oeste. El área de defensa del ensayo corresponde a 514.8 m².

3.5. Descripción de los tratamientos

Para el presente trabajo se consideró 2 factores, a continuación, se describen.

Factor (A) frecuencia de aplicación con 3 niveles de fertilización nitrogenada, así:

Frecuencia de aplicación 1 (F1): Plantas fertilizadas con Nitrógeno cada 30 días.

Frecuencia de aplicación 2 (F2): Plantas fertilizadas con Nitrógeno cada 45 días.

Frecuencia de aplicación 3 (F3): Plantas fertilizadas con Nitrógeno cada 60 días.

Factor (B) dosis de fertilizante con 3 niveles o dosis de fertilización, así:

Dosis 1 (D1): aplicación de 24.3 kg/ha de nitrógeno por cada aplicación.

Dosis 2 (D2): aplicación de 32.5 kg/ha de nitrógeno por cada aplicación.

Dosis 3 (D3): aplicación de 40.6 kg/ha de nitrógeno por cada aplicación.

De la combinación de los niveles de ambos factores, se derivan los tratamientos, así:

Tabla 2. *Combinación de los niveles de ambos factores*

Tratamientos	Código	Frecuencia de aplicación de N (días)	Nivel de fertilización (kg N/ha/año)	Combinación (Días:Kg/N/ha/año)
1	F1XD1	30	292	30:292
2	F1XD2	30	390	30:390
3	F1XD3	30	487	30:487
4	F2XD1	45	194	45:194
5	F2XD2	45	260	45:260
6	F2XD3	45	325	45:325
7	F3XD1	60	146	60:146
8	F3XD2	60	195	60:195
9	F3XD3	60	244	60:244
10	Testigo (0:0)	Sin aplicación	0	Sin aplicación:0

3.6. Observaciones o réplicas

Cada tratamiento constó de 4 réplicas contenidas en los 4 bloques, por lo cual el ensayo estuvo constituido por 40 parcelas experimentales.

3.7. Parcela útil

La parcela útil constó de 3 plantas por parcela, elegidas las del centro de la parcela, para un total de 120 plantas a las que se les midió las variables de interés. Se establecieron 350 plantas por cada bloque, es decir, para un total de 1400 plantas en el ensayo.

3.8. Establecimiento del diseño en campo

Para el establecimiento del ensayo, se hizo la selección del área para el ensayo y la limpieza inicial del terreno, se delimitaron los bloques y parcelas, luego se establecieron los esquejes de 30 cm de longitud con entre 3 y 5 nudos con un grosor similar. La siembra de los esquejes se hizo al espeque, colocados verticalmente sobre el suelo con una inclinación de 45° a una distancia de 0.7 m entre planta.

Una vez establecidos los esquejes, se procedió a delimitar las parcelas experimentales, además de realizar la azarización de los tratamientos, luego se procedió etiquetar la parte frontal de cada parcela, así como la codificación de cada planta de la parcela útil de tal forma que cada planta sea identificada sin confusiones respecto al tratamiento y réplica a la que pertenece. Para la etiquetar las plantas se usó cintas de plástico a las que se les escribió el código, teniendo en cuenta el bloque, tratamiento, y número de planta (BTP), esta cinta se amarró al pie de la planta correspondiente.

3.9. Manejo del ensayo

Se debe aclarar que el ensayo fue establecido en año 2022 y para iniciar la aplicación de los tratamientos, se hizo un corte de uniformidad a 30 cm de altura, luego se hizo control de malezas con gramoxone y finalmente, la aplicación de los tratamientos según correspondía.

El control de malezas se realizó de forma periódica según fuera necesario.

La fórmula de fertilizante que se aplicó fue urea 46-0-0, se enrasó para el nutriente nitrógeno.

Todas las actividades de manejo agronómico se realizaron de forma idéntica a todas las parcelas, excepto lo establecido como parte de los tratamientos.

Las variables de interés se midieron cada 60 días, independientemente de la frecuencia de aplicación de fertilizante.

3.10. Duración del estudio

La fase de campo tuvo una duración de 8 meses.

3.11. Variables del estudio

Altura de la planta: Es para determinar el crecimiento que tiene la planta para realizar sus funciones, aumentar su longitud y su grosor en los periodos de cosecha, se midió con cinta métrica desde el nivel del suelo hasta la última hoja en cada una de las plantas que constituyen la parcela útil.

Número de tallos: Es la cantidad de tallos que tiene una planta, la cual soporta al resto de sus partes aéreas y le da estructura a la misma, se contabilizó por unidad mediante el conteo manual.

Diámetro de tallos: Es el grosor que tienen los tallos de un vegetal, además, es la parte de la planta que crece en sentido contrario de la raíz, sirve de soporte a las ramas o tallos secundarios, hojas, flores y frutos, la cual se midió haciendo uso de una cinta métrica. Se calculó con la siguiente ecuación matemática:

$$D: P/\pi$$

Dónde:

D: Diámetro (cm)

P: Perímetro de tallos

π : 3.1416

Número de hojas: Es la cantidad de hojas que tiene una planta, estas se contaron de cada una de las ramas de las plantas en la parcela útil. Esta variable es parte de los elementos necesarios para el cálculo del área foliar por planta.

Área foliar: Es el área que ocupan las hojas en periodos intermedios de crecimiento, esta se evaluó midiendo 3 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. 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)

Peso verde de la planta: Es la cantidad de materia verde que tiene un vegetal, esta se medirá en gramos y se realizó con el método destructivo, se separaron las hojas y tallos y se pesó en las balanzas respectivas, la cual se representará en ton/ha.

$$PV: ph + pt$$

Donde:

PV: Peso verde (ton/ha)

Ph: Peso hoja (ton/ha)

Pt: Peso tallo (ton/ha)

Se reportó el peso verde de hojas, el peso verde de tallos, así como el peso verde total producida por el cultivo.

Materia seca: Para determinar esta variable, se consideró el peso verde y se tomó un valor de referencia de materia seca (19% a partir de Astúa, *et al.*, 2021) y a partir de este se calculó la variable en cuestión, aplicando la ecuación siguiente:

$$Ms \text{ (ton/ha)} = \frac{Mv * Vr}{100}$$

Donde:

MS: Materia seca (ton/ha).

Mv: Peso verde (ton/ha).

Vr: Valor de referencia (19%).

Relación Hoja: Tallo: Es la cantidad de forraje que producen las plantas en relación a lo que produce el tallo, esta se midió cortando hojas + peciolo y tallos y posteriormente pesando por las partes por separado en una balanza, el cociente de dicha relación genera la variable de interés.

Su cálculo mediante la siguiente ecuación:

$$\text{Relación H: T} = \frac{ph}{pt}$$

Donde

Relación H: T: Relación hoja/tallo (t/ha).

ph: Peso de hojas ((ton/ha) masa verde).

pt: Peso de tallos ((ton/ha) masa verde).

Tabla 3. Operacionalización de la variable

Variable	Sub variable	Definición	Indicadores	Fuente	Técnica
Crecimiento vegetativo	Altura de la planta	Es el crecimiento irreversible que experimentan las plantas por efecto de diversas condiciones.	Cm.	Plantas en estudio	Medición
	Número de tallos		Unidades	Plantas	Conteo
	Diámetro del tallo		Cm.	Plantas	Medición
Área foliar	Número de hojas	Cantidad de superficie de hoja que la planta ocupa.	Unidades	Plantas	Conteo
	Ancho de hojas		Cm.	Plantas	Medición
	Largo de hojas		Cm.	Plantas	Medición
Peso verde	Peso verde de hojas	Es la cantidad de materia verde alcanzada por la planta y que está influenciada por diversos factores.	Gramos	Plantas	Pesaje de hojas
	Peso verde de tallos		Gramos	Plantas	Pesaje de tallos
	Peso verde de total		Gramos	Plantas	Suma del peso de hojas y tallos
Masa seca		Extracción de toda el agua posible a través de un calentamiento hecho en condiciones de laboratorio.	Gramos	Peso de biomasa verde	Valor de referencia
Relación Hoja: Tallo		Es la diferencia entre la cantidad de biomasa de hoja, respecto a la biomasa del tallo. Indica cuantas unidades de hoja se obtienen por unidades de tallo en una relación 1:1.	Gramos Relación 1:1	Plantas	Pesaje de hojas y tallos

3.12. Procesamiento y análisis de la información

Para el procesamiento de los datos se utilizó el software especializado INFOSTAT, con este se realizó el análisis de varianza (ANDEVA) y la separación de medias a través de la diferencia mínima significativa (DMS) con un 95% de confiabilidad. A partir de los resultados generados en INFOSTAT se procedió a la elaboración de tablas o gráficos según fuera conveniente para proceder a la interpretación y análisis de los resultados.

Además, se hizo análisis exploratorio de los datos para conocer su normalidad, esto usando el Paquete Estadístico Para Ciencias Sociales (SPSS).

3.13. Materiales

- ✓ Bolsas
- ✓ Material vegetativo
- ✓ Fertilizante nitrogenado
- ✓ Machetes
- ✓ Palas
- ✓ Azadón
- ✓ Pesa digital
- ✓ Tabla de campo
- ✓ Cartulina
- ✓ Tijera
- ✓ Cinta métrica

3.14. Aspectos éticos de la investigación

Se respetaron y trataron los datos de manera fidedigna, bajo los principios que establece la normativa de propiedad intelectual que establece URACCAN.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Desarrollo vegetativo de *Tithonia diversifolia* por efecto de diferentes frecuencias y dosis de fertilización nitrogenada

4.1.1. Altura de planta

En la altura de planta del botón de oro (*Tithonia diversifolia*), se encontró que el tratamiento siete tiene la mayor altura con 137.25 cm, siendo este el de mayores días en la frecuencia de aplicación de fertilización nitrogenada (60 días) y la menor dosis de fertilizante (146 Kg/N/ha/año), esta es la mejor combinación en el crecimiento de altura de *T. diversifolia*. Sin embargo, la menor altura de planta en los diferentes tratamientos, lo presenta el testigo (T10), dicho tratamiento obtuvo 103.92 cm, y es el único al que no se le aplicó fertilizante. Cabe destacar que no se encontró diferencia significativa entre los tratamientos (Tabla 4).

Gallego et al. (2015) encontraron en Colombia, crecimiento de altura de *T. diversifolia* de hasta 70.07 cm a los 56 días, después de un corte de uniformidad hasta la cosecha sin la aplicación de fertilización, estos datos son menores a los encontrados en la presente investigación. Por otro lado, en el mismo sitio donde se desarrolló dicha investigación Bravo y Chavarría (2023) obtuvieron una altura de 147 cm a los 60 días de corte, con la aplicación de fertilizante completo a razón de 14.18 gr (1726.56kg/ha/año) y Botero et al. (2019) obtuvieron a los 50 días, una altura de 155 cm con la aplicación de 88.5 gr (6195 kg/ha/año) de fertilizante completo por planta en Colombia.

Es importante mencionar que, aunque Bravo y Chavarría (2023) y Botero et al. (2019) encontraron mayores crecimientos de altura en *T. diversifolia* probablemente sea porque aplicaron mayor dosis de fertilización por planta.

Tabla 4. *Respuesta del desarrollo vegetativo de Tithonia diversifolia por efecto de diferentes frecuencias y dosis de fertilización nitrogenada*

Tratamientos/combinación de frecuencia y dosis de aplicación de N (Días:Kg/N/ha/año)	Variables		
	Altura de planta (cm)	Número de tallos	Diámetro de tallo (cm)
T1 (30:292)	115.50a	4.50ab	1.55a
T2 (30:390)	131.50a	2.92c	1.03a
T3 (30:487)	132.75a	4.17abc	1.12a
T4 (45:194)	107.25a	4.17abc	0.98a
T5 (45:260)	118.92a	3.17bc	0.95a
T6 (45:325)	112.42a	4.00abc	1.06a
T7 (60:146)	137.25a	4.42ab	1.20a
T8 (60:195)	107.67a	4.92a	1.03a
T9 (60:244)	115.17a	3.00c	0.90a
T10 (sin aplicación:0)	103.92a	3.59abc	1.02a

Notas: Promedios con letras iguales entre columnas, son estadísticamente iguales ($p > 0.05$). Altura de plantas, p -valor=0.7402, CV=24.47%, número de tallos, p -valor=0.072, CV=24.82%, diámetro de tallos, p -valor=0.779, CV=43.47%.

4.1.2. Número de tallos

En relación al número de tallos por planta en botón oro (*Tithonia diversifolia*), se encontró que el tratamiento ocho es el de mayor número de tallos con 4.92, siendo este el de mayores días en la frecuencia de fertilización (60 días) a razón de 195 Kg/N/ha/año. Es importante señalar, que el número de tallos encontrados en el tratamiento control (testigo) es de 3.59 tallos por planta. Encontrándose diferencia significativa entre tratamientos (Tabla 4).

Cabe mencionar que Fernández y Murillo (2020) en Nueva Guinea, encontraron un número de tallo de 21.79 a los 60 días de corte con la aplicación de fertilizante foliar. Por otro lado, Botero et al. (2019) obtuvieron un número de tallos de 29.18 con la aplicación de 88.5 gr (6195 kg/ha/año) de fertilizante completo por planta en Colombia. Estos datos son mayores a los encontrados en la presente investigación.

4.1.3. Diámetro de tallos

En la planta forrajera de botón de oro (*Tithonia diversifolia*) el mayor diámetro de tallos prevaleció en el tratamiento uno con 1.55 cm a los 60 días de corte, siendo este el de

menores días en la frecuencia de aplicación en la fertilización (30 días) a razón de 292 Kg/N/ha/año, encontrando que no hay diferencias significativas entre los tratamientos (ver Tabla 4).

No obstante, los resultados en esta investigación son mayores a los de Rivera (2023) quien encontró en Colombia, diámetros en *T. diversifolia* de 1.19 cm a los 40 días de corte y también son mayores al diámetro de 0.63 cm el cual fue encontrado por Fernández y Murillo (2020) en Nueva Guinea, a los 60 días de corte aplicando fertilizantes foliares.

4.2. Numero de hojas y área foliar de *Tithonia diversifolia* por efecto de diferentes frecuencias y dosis de fertilización nitrogenada

4.2.1. Numero de hojas

De acuerdo a López et al. (2019) el número de hojas tiene una importancia relevante para evaluar la productividad de una forrajera, por su disponibilidad de alimentos en épocas de escasez.

En esta investigación el número de hojas por planta fue variando de acuerdo a la frecuencias y dosis de fertilización, encontrando que el tratamiento ocho es el de mayor número de hojas con 174, siendo este el de mayores días en la frecuencia de fertilización (60 días) a razón de 195 Kg/N/ha/año, y el menor número de hojas en los diferentes tratamientos lo presenta el testigo (tratamiento 10) con 107.92 encontrando estadísticamente diferencias significativas (ver Tabla 5).

Por otra parte, Bravo y Chavarría (2023) encontraron en el mismo sitio de investigación un promedio 190.78 hojas por planta con aplicación de fertilizantes completo (NPK) cada 60 días con una dosis de 28.35 g (3465 kg/ha/año), cabe destacar que el número de hojas es superior a los encontrados en la actual investigación probablemente por la mayor dosis de fertilización (3465 kg/ha/año) aplicada por Bravo y Chavarría (2023).

4.2.2. Área foliar

En relación al área foliar por planta, la mejor combinación encontrada en esta investigación, lo presenta el tratamiento siete (T7) con 44,151 cm² aplicando fertilización de nitrógeno cada 60 días con dosis 146 kg de N/ha/año, mostrando diferencias significativas con respecto al testigo (tratamiento 10) que obtuvo la menor área foliar con 20,128 cm² (ver Tabla 5).

Por otro lado, se encontró diferencias significativas del T7 con respecto a los otros tratamientos. Sin embargo, los resultados en la presente investigación con respecto al área foliar, son menores que los encontrados por Astúa-Ureña et al. (2021) quienes encontraron 102,38 cm² a los 60 días de corte con aplicación de 200kg/ha de abono completo.

Tabla 5. Área foliar de *Tithonia diversifolia* por efecto de diferentes frecuencias y dosis de fertilización nitrogenada

Tratamientos/combinación de frecuencia y dosis de aplicación de N (Días:Kg/N/ha/año)	Variables	
	Número de hojas	Área foliar/planta (cm ²)
T1 (30:292)	135.50ab	33425.25ab
T2 (30:390)	115.67b	32814.25ab
T3 (30:487)	133.67ab	35609.75ab
T4 (45:194)	153.92a	34340.50ab
T5 (45:260)	127.75ab	36134.25ab
T6 (45:325)	152.00a	26520.00ab
T7 (60:146)	142.34b	44151.00a
T8 (60:195)	174.00a	34722.50ab
T9 (60:244)	129.50ab	36294.50ab
T10 (sin aplicación:0)	107.92b	20128.00b

Notas: Promedios con letras iguales entre columnas, son estadísticamente iguales ($p > 0.05$). Número de hojas, p -valor=0.5081, CV=29.10%, área foliar, p -valor=0.790, CV=49.26%.

4.3. Rendimiento de *Tithonia diversifolia* por efecto de diferentes frecuencias y dosis de fertilización nitrogenada

La investigación sobre la respuesta del rendimiento de *Tithonia diversifolia* frente a variadas frecuencias y dosis de fertilización nitrogenada representa un aspecto crucial

para la comprensión de cómo estos factores inciden en el desarrollo productivo de la especie, centrado en evaluar la producción de materia seca total y la relación hoja: tallo.

4.3.1. Materia seca

El mayor peso de materia seca total de la planta del botón de oro (*Tithonia diversifolia*), se encontró en el tratamiento tres con 1.96 ton/ha, siendo este el de menores días en la frecuencia de aplicación de fertilización nitrogenado (30 días) y la mayor dosis de fertilizante con 487 Kg/N/ha/año. Por otro lado, cabe destacar que el menor peso de materia seca total en los diferentes tratamientos, lo presenta el testigo, el cual obtuvo 1.04 ton/ha siendo el único que no se le aplicó fertilizante (ver Tabla 6).

Los resultados evidencian que en la medida que aumentó la dosis de fertilización también creció el peso de la hoja, coincidiendo con Botero et al. (2019) quienes afirman que la fertilización química genera un impacto importante sobre el comportamiento agronómico de la *T. diversifolia* en el peso de la hoja con dosis crecientes de nitrógeno.

4.3.2. Relación hoja: tallo

En la relación hoja: tallo, el mayor rendimiento de forraje lo presenta el tratamiento uno con 1.09, siendo este el de menores días en la frecuencia de aplicación de fertilización (30 días) y la menor dosis de fertilizante con 292 Kg/N/ha/año, de igual manera el testigo también presenta la mayor producción de forraje ya que por cada tonelada/hectárea de forraje presenta hay 1.09 tonelada/hectárea de tallo, indicando en ambos casos, que, a medida que la fertilización es mayor estimula el crecimiento del tallo. Es importante resaltar que no se encontró diferencia significativa en los tratamientos (ver Tabla 6).

Coincidiendo con Botero et al. (2019) quienes encontraron que, a medida que se incrementan los niveles de fertilización decrece la relación, mostrando relaciones para las plantas sin fertilización de 1.46 y de 0.79 con la aplicación de 88.5 de fertilizante

por planta a los 50 días de corte, con lo cual, las plantas presentan una mayor producción de tallos a medida que se incrementó la fertilización.

Tabla 6. *Respuesta del rendimiento de Tithonia diversifolia por efecto de diferentes frecuencias y dosis de fertilización nitrogenada*

Tratamientos/combinación de frecuencia y dosis de aplicación de N (Días:Kg/N/ha/año)	Variables				
	Peso verde de hojas (ton/ha)	Peso verde de tallos (ton/ha)	Peso verde total (ton/ha)	Materia seca total (ton/ha)	Relación hoja:tallo
T1 (30:292)	3.96ab	3.64a	7.60a	1.45a	1:1.09a
T2 (30:390)	5.55ab	2.72a	8.27a	1.57a	1:2.04a
T3 (30:487)	6.44ab	3.91a	10.34a	1.96a	1:1.65a
T4 (45:194)	5.31ab	3.04a	8.35a	1.59a	1:1.75a
T5 (45:260)	6.06ab	3.10a	9.16a	1.74a	1:1.95a
T6 (45:325)	4.41ab	3.51a	7.92a	1.50a	1:1.26a
T7 (60:146)	8.07a	3.30a	11.37a	1.74a	1:2.45a
T8 (60:195)	4.98a	3.04a	8.01a	1.52a	1:1.64a
T9 (60:244)	4.96ab	1.89a	6.85a	1.30a	1:2.62a
T10 (sin aplicación:0)	2.86b	2.62a	5.48a	1.04a	1:1.09a

Notas: Promedios con letras iguales entre columnas, son estadísticamente iguales ($p > 0.05$). Materia verde de hojas, p -valor=0.5422, CV=57.47%, materia verde de tallos, p -valor=0.95, CV=64.30%, materia verde total, p -valor=0.7715, CV=50.92%, materia seca total, p -valor=0.9319, CV=52.78%, relación hoja: tallo, p -valor=0.8354, CV=214.91%. Los resultados corresponden a un solo corte.

V. CONCLUSIONES

- La mejor combinación en el crecimiento de altura de *Tithonia diversifolia*, fue de 137.25 cm en el tratamiento 7, con una frecuencia de aplicación cada 60 días a razón de 146 kg de N/ha/año, y no se encontró diferencia significativa entre los tratamientos.
- En *T. diversifolia*, el mayor número de tallos fue de 4.92 en el tratamiento ocho, siendo este el de mayores días en la frecuencia de fertilización (60 días), a razón de 195 Kg/N/ha/año y 3.59 tallos por planta en el tratamiento diez (sin la aplicación de fertilización), encontrándose diferencia significativa entre los tratamientos.
- El mayor diámetro en el tallo de *T. diversifolia* encontrado fue en el tratamiento uno con 1.55 cm a los 60 días de corte, siendo este el de menores días en la frecuencia de aplicación de fertilización (30 días) a razón de 292 Kg/N/ha/año, y no se encontró diferencia significativa entre los tratamientos.
- En *T. diversifolia*, el tratamiento ocho es el de mayor número de hojas por planta con de 174, siendo este el de mayores días en la frecuencia de fertilización (60 días) a razón de 195 Kg/N/ha/año y el menor número de hojas en los diferentes tratamientos lo presenta el testigo (tratamiento 10) con 107.92, encontrando diferencias significativas en los tratamientos.
- La mayor área foliar de *T. diversifolia* la presenta el tratamiento siete con 44,151 cm² aplicando fertilización de nitrógeno cada 60 días con dosis 146 kg de N/ha/año, mostrando diferencias significativas con respecto al testigo que obtuvo la menor área foliar con 20,128 cm², encontrando diferencias significativas en los tratamientos.

- El mayor peso de materia seca total de *T. diversifolia*, se encontró en el tratamiento tres con 1.96 ton/ha, siendo este el de menores días en la frecuencia de aplicación de fertilización (30 días) y la mayor dosis de fertilizante con 487 Kg/N/ha/año, y no se encontró diferencia significativa entre los tratamientos.
- Respecto a la relación hoja: tallo, el mayor rendimiento de forraje lo presenta el tratamiento uno con 1.09, siendo este el de menores días en la frecuencia de aplicación de fertilización (30 días) y la menor dosis de fertilizante con 292 Kg/N/ha/año, y no se encontró diferencia significativa entre los tratamientos.

VI. RECOMENDACIONES

- Se debe evaluar los mismos tratamientos en época de seca, puesto que los resultados de este estudio corresponden a la época lluviosa esto para tener una visión más integral de los rendimientos en la producción de forraje de *Tithonia diversifolia*.
- Debe considerarse continuar evaluando el rendimiento en la producción de forraje de *T. diversifolia* con mayores dosis de fertilización nitrogenada, ya que en la presente investigación se observó que en la mayoría de las variables no se encontró diferencias significativas.

VII. REFERENCIAS

- Arias, G. L. M. (2018). *Evaluación del uso de botón de oro (Tithonia diversifolia) como suplemento de vacas Jersey en etapa productiva*. (Monografía, Heredia, Universidad Nacional de Costa Rica). https://repositorio.una.ac.cr/bitstream/handle/11056/14864/TFG_Mauricio%20Arias%20Gamboa.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Astúa-Ureña, M., Campos-Granados, C. M., y Rojas-Bourrillo, A. (2021). Efecto de la fertilización nitrogenada y la edad de rebrote sobre las características morfológicas y rendimiento agronómico del botón de oro (*Tithonia diversifolia*) ecotipo INTA-Quepos. *Nutrición Animal Tropical* 15(1), 1-18. <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/nutrianimal/article/view/47521/46991>
- Bernal, J., y Espinosa, J. (2003). *Manual de nutrición y fertilización de pastos. Potash and Phosphate Institute of Canada*. <https://infopastosyforrajes.com/libros-y-manuales-pdf/manual-de-nutricion-y-fertilizacion-de-pastos/>
- Botero, J. M., Gómez, A., y Botero, M. A. (2019). Rendimiento, parámetros agronómicos y calidad nutricional de la *Tithonia diversifolia* con base en diferentes niveles de fertilización. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias* 10(3), 789-800. <https://www.scielo.org.mx/pdf/rmcp/v10n3/2448-6698-rmcp-10-03-789-en.pdf>
- Bravo, J. T., y Chavarría, E. A. (2023). *Producción de biomasa de Botón de Oro (Tithonia diversifolia) con diferentes dosis y frecuencias de fertilización Nueva Guinea, RACCS, 2022*. (Monografía). Universidad URACCAN, Nicaragua.
- Cerdas, R. (2011). Programa de fertilización de forrajes; desarrollo de un módulo práctico para técnicos y estudiantes de ganadería de Guanacaste, Costa Rica. *InterSedes*, 12(24), 109-128. <https://doi.org/10.15517/isucr.v12i24.967>
- Cerdas, R. R. (2018). Extracción de nutrientes y productividad del botón de oro (*Tithonia diversifolia*) con varias dosis de fertilización nitrogenada. *InterSedes*, 19(39), 172-187. <https://doi.org/10.15517/isucr.v19i39.34076>

- 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, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza). <https://repositorio.catie.ac.cr/handle/11554/7175>
- Elizondo, J., y Boschini, C. (2001). Efecto de la densidad de siembra sobre el rendimiento y calidad del forraje de maíz. *Agronomía Mesoamericana*, 12(2), 181-187. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=43712208>
- Fernández, R. D., y Murillo, W. (2020). *Producción de biomasa de botón de oro bajo diferentes alturas y frecuencias de corte, Nueva Guinea, RACCS, 2019*. (Monografía de grado), Universidad de las Regiones Autónomas de la Costa Caribe Nicaragüense, Nueva Guinea, Nicaragua.
- Gallego, L.A., Mahecha, L., y Angulo, J. (2015). *Crecimiento y desarrollo Tithonia diversifolia (Hemsl). A Gray en condiciones de trópico alto*. https://www.researchgate.net/publication/276266842_Crecimiento_y_desarrollo_de_Tithonia_diversifolia_Hemsl_A_Gray_en_condiciones_de_tropico_alto
- Gallego, C. L. A., Mahecha-Ledesma, L., y Angulo-Arizala, J. (2017). Calidad nutricional de *Tithonia diversifolia* Hemsl. A Gray bajo tres sistemas de siembra en el trópico alto. *Agronomía Mesoamericana*, 28(1), 213-222. <https://dx.doi.org/10.15517/am.v28i1.21671>
- Gallego, L., Mahecha, L., y Angulo, J. A. (2014). Potencial forrajero de *Tithonia diversifolia* Hemsl. A Gray en la producción de vacas lecheras. *Agronomía Mesoamericana*, 25(2), 393-403. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=43731480017>
- Gobierno de Reconciliación y Unidad Nacional – Nicaragua. (2021). *Plan Nacional de Lucha Contra la Pobreza de Nicaragua, 2022–2026*. [https://www.pndh.gob.ni/documentos/pnlc-dh/PNCL-DH_2022-2026_V20221004\(19Jul21\).pdf](https://www.pndh.gob.ni/documentos/pnlc-dh/PNCL-DH_2022-2026_V20221004(19Jul21).pdf)
- Gómez, A., y Rivera, H. (1987). *Descripción de malezas en cultivos de café*. Centro Nacional de Investigación en Café. <https://biblioteca.cenicafe.org/handle/10778/613>

- González, D., Ruíz, T. E., y Díaz, H. (2013). Sección del tallo y forma de plantación: su efecto en la producción de biomasa de *Tithonia diversifolia*. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 47(4), 425-429. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193029815017>
- Harmon, D. (2007). Experimental approaches to study the nutritional value of foods ingredients for dogs and cats. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 36, Suplemento especial, 251-262.
- Holguin, V., Ortiz, S., Velasco, N., y Mora, J. (2015). Evaluación multicriterio de 44 introducciones de *Tithonia diversifolia* (Helms.) A. Gray en Candelaria, Valle del Cauca. *Revista de la Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia*, 62(2), 57-72. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=407642416006>
- Ibrahim, M., Villanueva, C., y Mora, J. (2005). *Traditional and improved silvopastoral systems and their importance in sustainability of livestock farms*. CABI Books. CABI. <https://doi.org/10.1079/9781845930011.0013>
- Lezcano, Y., Soca, M., Ojeda, F., Roque, E., Fontes, D., Montejo, I. L., Santana, H., Martínez, J., y Cubillas, N. (2012). Caracterización bromatológica de *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray en dos etapas de su ciclo fisiológico. *Pastos y Forrajes*, 35(3), 275-282. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=269125186003>
- Londoño, J., Mahecha, L., y Angulo, J. (2019). Desempeño agronómico y valor nutritivo de *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A Gray para la alimentación de bovinos. *Revista Colombiana de Ciencia Animal*, 11(1), 1-14 <https://doi.org/10.24188/recia.v0.n0.2019.693>
- López, A. E. G., y Díaz, L. J. J. (2017). Efecto de tres fertilizantes orgánicos en el crecimiento de Botón de oro (*Tithonia diversifolia*) en condiciones de vivero, Nueva Guinea, RACCS. *Ciencia e Interculturalidad*, 24(01), 203–214. <https://doi.org/10.5377/rci.v24i01.8016>
- López, A. E., Díaz, L. J., Calero, W. A. (2019). Efecto de tres fertilizantes orgánicos en el crecimiento de botón de oro en condiciones de vivero, Nueva Guinea, RACCS, 2017. *Ciencia e Interculturalidad*, 24(01): 203-214. <https://camjol.info/index.php/RCI/article/view/8016/8016>

- Mahecha, L., Londoño, J., y Rosales, M. (1998). *Experiencias en un sistema silvopastoril de Leucaena Agroforestería para la Producción Animal en Centroamérica*.
https://www.researchgate.net/publication/45117789_Importancia_de_los_sistemas_silvopastoriles_y_principales_limitantes_para_su_implementacion_en_la_ganaderia_colombiana.
- Mahecha, L., y Rosales, M. (2005). Valor Nutricional del Follaje de Botón de Oro *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray, en la Producción Animal en el Trópico. *Livestock Research for Rural Development*, 17(9), 100-106.
<http://www.lrrd.org/lrrd17/9/mahe17100.htm>
- McDonald, P. (1986). *Nutrición animal*. Acribia. <https://www.iberlibro.com/buscar-libro/titulo/nutrici%F3n-animal/autor/mcdonald/>
- Medina, M. D., García, E., González, L., Cova, L., y Morantinos, P. (2009). Variables morfo-estructurales y de calidad de la biomasa de *Tithonia diversifolia* en la etapa inicial de crecimiento. *Zootecnia Tropical*, 27(2), 121-134.
http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-72692009000200003&lng=es&tlng=es.
- Nash, D. L. (1976). *Flora de Guatemala. Museo de campo de historia natural*.
<https://jardinbotanico.usac.edu.gt/wp-content/uploads/2021/04/Ciencia-y-Conservacion-2014.pdf>
- Navas, P. A., y Montaña, V. (2019). Comportamiento de *Tithonia diversifolia* bajo condiciones de bosque húmedo tropical. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 30(2), 721-732.
<https://dx.doi.org/10.15381/rivep.v30i2.15066>
- Pérez, A., Montejó, I., Iglesias, J., López, O., Martín, G., García, D., Milián, I., y Hernández, A. (2009). *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray. *Pastos y Forrajes*, 32(1), 1-15. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=269119696001>
- Prado, M. T. L., y Rocha, L. U. N. (2004). *Efecto de la fertilización química y orgánica en el pasto (Brachiaria brizanta) en el municipio de Nueva Guinea, Nicaragua*. (Monografía de grado, Nueva Guinea, Universidad de las Regiones Autónomas de la Costa Caribe Nicaragüense).

- Rivera, J. E., Cuartas, C. A., Naranjo, J. F., Tafur, O., Hurtado, E. A., Arenas, F. A., Chará, J., y Murgueitio, E. (2015). Efecto de la oferta y el consumo de *Tithonia diversifolia* en un sistema silvopastoril intensivo (SSPi), en la calidad y productividad de leche bovina en el piedemonte Amazónico colombiano. *Livestock Research for Rural Development*, 27(10), 1-9. <http://www.lrrd.org/lrrd27/10/rive27189.html>
- Rivera, J. E., Gómez-Leyva, J. F. Ramírez, D, Chará, J., Morales, J.G., R Barahona, R, T E Ruiz, T.E. (2023). Diversidad genética, morfológica y química de colectas de *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray para la alimentación animal. *Livestock Research for Rural Development*, 35(10), 78-94. https://www.researchgate.net/publication/374355751_Diversidad_genetica_morfologica_y_quimica_de_colectas_de_Tithonia_diversifolia_Hemsl_A_Gray_para_la_alimentacion_animal
- Rodríguez, E. M. (1990). *Tithonia diversifolia* (Hemsl). *Posible alternativa forrajera no convencional para la alimentación animal en el trópico*.
- Rosales, M. (1996). *In vitro assessment of the nutritive value of mixtures of leaves from tropical fodder trees* (Tesis de doctorado, Oxford, Oxford University). https://ora.ox.ac.uk/objects/uuid:cb8e7b8f-fabb-4aed-a5c5-8a58b6c294a6/download_file?file_format=application%2Fpdf&safe_filename=602806554.pdf&type_of_work=Thesis
- Ruiz, T. E., Febles, G., Torres, V., González, J., Achang, G., Sarduy, L., y Díaz, H. (2010). Evaluación de materiales recolectados de *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray en la zona centro-occidental de Cuba. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 44(3), 291-296. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193015664013>
- Ruiz, T., Febles, G., y Díaz, H. (2012). Distancia de plantación, frecuencia y altura de corte en la producción de biomasa de *Tithonia diversifolia* colecta 10 durante el año. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 46(4), 423-426. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193027579014>

- Sanabria, E., y Avila, C, I. Y. (2015). *Producción de follaje de la especie botón de oro (tithonia diversifolia) utilizando 5 técnicas de siembra con fines de alimentación animal*. (Tesis, Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Colombia).
<https://repository.unad.edu.co/bitstream/10596/3713/1/86047820.pdf>
- Stein, H. H., Fuller, M. F., y Moughan, P. J. (2007). *Definición de digestibilidad real aparente, verdadera y estandarizada de aminoácidos en cerdos*. *Ganadería Colombia*. <http://190.15.17.25/vetzootec/downloads/v6n1a09.pdf>
- Vargas, J. E. (1996). *Caracterización de recursos forrajeros disponibles en tres agroecosistemas del Valle del Cauca*. (Tesis Maestría, Cali, Colombia, Universidad Javeriana). <https://www.fao.org/3/x1213s/x1213s07.pdf>
- Vibrans, H. (2009). *Tithonia diversifolia*.
<http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/asteraceae/tithonia-diversifolia/fichas/ficha.htm>
- Warnock, R., Valenzuela, J., Trujillo, A., Madriz, P., y Gutiérrez, M. (2006). Área foliar, componentes del área foliar y rendimiento de seis genotipos de Caraota. *Agronomía Tropical* 56(1), 21-42.
http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0002-192X2006000100002&lng=es&tling=es.
- Zabala, L. B. (2021). *Botón de oro (Tithonia diversifolia) como alternativa sostenible en granjas de producción con especies de interés zootécnico en Colombia*. (Monografía, Universidad Nacional Abierta y a Distancia).
<https://repository.unad.edu.co/handle/10596/44738>
- Zavala, Y., Rodríguez, J., y Cerrato, M. (2007). Concentración de carbono y nitrógeno a seis frecuencias de poda de *Tithonia diversifolia* y *Morus alba*. *Tierra Tropical*, 3(2), 149-159.

VIII. ANEXOS

Anexo 1. Formatos para la medición de desarrollo vegetativo y área foliar

Fecha: _____, Bloque/réplica: _____, Tratamiento: _____

Planta No.	Crecimiento vegetativo		
	Número de tallos	Altura de la planta (cm)	Diámetro del tallo (cm)
1			
2			
3			
Total			
Promedio			

Llenar una ficha por cada parcela experimental

Dividir el diámetro entre el valor de π

Fecha: _____, Bloque/réplica: _____, Tratamiento: _____

Área foliar (medición de largo y ancho en cm de 3 hojas, arriba, intermedia, baja)													
Planta No.	LH1 A	AH1 A	LH2 I	AH2 I	LH3 B	AH3 B	Suma largo hoja	Promedio largo hoja	Suma ancho hoja	Promedio largo hoja	Área foliar (cm ²)	Hojas/planta	Área foliar/planta (cm ²)
1													
2													
3													

Nota: LH: largo de hoja, AH: ancho de hoja, 1, 2, 3 corresponde a las 3 hojas/planta; A: arriba, I. intermedia, B: baja

Anexo 2. Formatos para la medición biomasa verde y seca

Fecha: _____

Bloque/réplica: _____

Tratamiento: _____

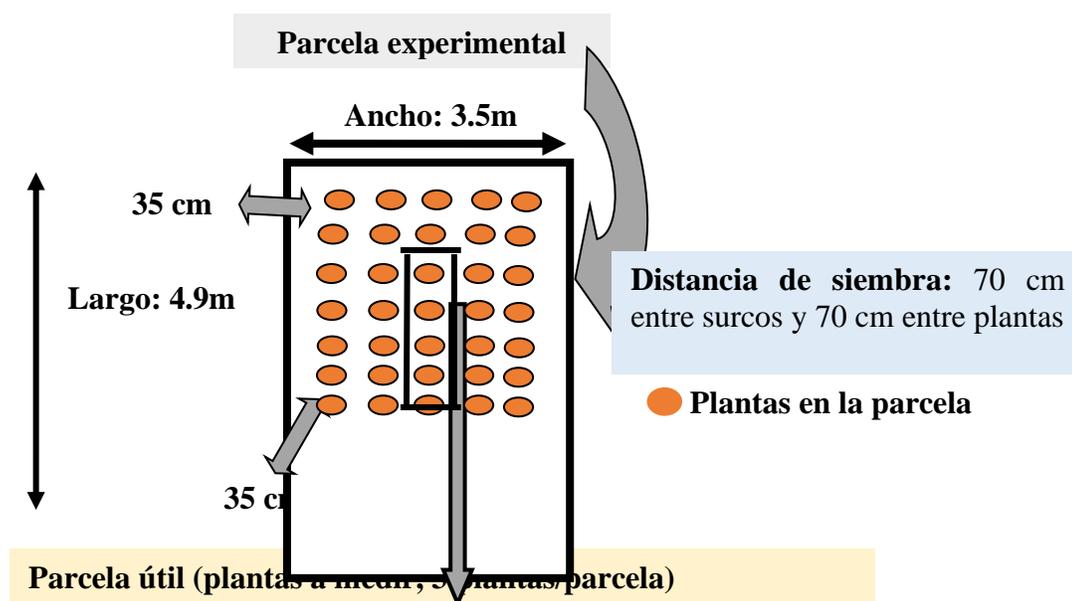
Planta No.	Materia verde			
	Materia verde de hojas (gr)	Materia verde tallos (gr)	Materia verde/planta (g)	Relación hoja/tallo
1				
2				
3				
Total				
Promedio				

Nota: Debe llenar una ficha de estas por cada parcela experimental

Anexo 3. Esquema del diseño experimental y distribución de tratamientos

Bloque I		Bloque III		
2m	3.5m	2m	3.5m	2m
4.9m	T8		T1	
4.9m	T6		T6	
4.9m	T3		T10	
4.9m	T4		T5	
4.9m	T1		T7	
4.9m	T9		T4	
4.9m	T5		T3	
4.9m	T10		T2	
4.9m	T7		T8	
4.9m	T2		T9	
	Bloque II	2m	Bloque IV	
4.9m	T10		T1	
4.9m	T7		T3	
4.9m	T1		T2	
4.9m	T6		T4	
4.9m	T2		T6	
4.9m	T8		T7	
4.9m	T3		T9	
4.9m	T4		T5	
4.9m	T5		T8	
4.9m	T9		T10	

Anexo 4. Esquema de la parcela experimental



Las plantas de la parcela útil serán etiquetadas con códigos que contengan el número de planta (**P**), número bloque (**B**), número de tratamiento (**T**), por ejemplo, los códigos de las plantas para la parcela 1 del bloque 1 serían: **P₁B₁T₈**, luego **P₂B₁T₈** y **P₃B₁T₈**.

El código de las plantas de la parcela útil se escribirá en cintas plásticas y estas se colocarán al pie de la planta correspondiente.