

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE ZOOTECNIA



T E S I S

**Comportamiento agronómico y productivo de *Tithonia diversifolia* con
diversos tipos de fertilizantes en diferentes edades de corte en
Oxapampa – Pasco**

Para optar el título profesional de:

Ingeniero Zootecnista

Autor:

Bach. Shellyn Sayury NUÑEZ VARGAS

Bach. Maria Fernanda GUEROVICH BAO

Asesor:

Mg. Aníbal Raúl RODRÍGUEZ VARGAS

Oxapampa –Perú – 2025

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE ZOOTECNIA



T E S I S

**Comportamiento agronómico y productivo de *Tithonia diversifolia* con
diversos tipos de fertilizantes en diferentes edades de corte en
Oxapampa – Pasco**

Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:

Dr. Víctor Augusto Valentín MONROY CONDORI
PRESIDENTE

Msc. Gilmar Hugo LOPEZ ALEGRE
MIEMBRO

Mg. Esteban Luis NAVARRO ESPINOZA
MIEMBRO



Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Unidad de Investigación

INFORME DE ORIGINALIDAD N° 0138-2024/UIFCCAA/V

La Unidad de Investigación de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión ha realizado el análisis con exclusiones en el software antiplagio Turnitin Similarity, que a continuación se detalla:

Presentado por

NUÑEZ VARGAS, Shellyn Sayury
GUEROVICH BAO, María Fernanda

Escuela de Formación Profesional
Zootecnia - Oxapampa

Tipo de trabajo

Tesis

Comportamiento agronómico y productivo de *Tithonia diversifolia* con diversos tipos de fertilizantes en diferentes edades de corte en Oxapampa - Pasco

Asesor

Mag. RODRÍGUEZ VARGAS, Aníbal Raúl

Índice de similitud

13 %

Calificativo

APROBADO

Se adjunta al presente el reporte de evaluación del software anti-plagio.

Cerro de Pasco, 28 de diciembre de 2024



Firmado digitalmente por HUANES
TOVAR Luis Antonio FAU
20154695046 soft
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 30.12.2024 08:46:03 -05:00

Firma Digital
Director UIFCCAA

c.c. Archivo
LHT/UIFCCA

DEDICATORIA

Quiero expresar mi profundo agradecimiento a Dios, quien me ha dado la fuerza y la perseverancia para completar mi carrera académica y superar los desafíos diarios. Su guía constante ha sido una luz en mi camino, y quiero dedicar este logro a Él.

A mis queridos padres Nilton y Nely, les dedico con profundo aprecio mi tesis. Su apoyo inquebrantable y su amor incondicional han sido la fuerza que me ha impulsado a lo largo de esta travesía. Cada día de mi vida ha estado marcado por sus bendiciones y cuidados, y en agradecimiento, presento mi trabajo como un tributo a su infinita paciencia y cariño paternal.

Quiero expresar mi gratitud a mis hermanas, Milagros, Evelyn y Lesly, cuyo constante ánimo y motivación han sido un alivio en los momentos difíciles. Su apoyo me recordó la importancia de seguir avanzando y concluir mis estudios con éxito.

Shellyn Sayury NUÑEZ VARGAS

A Dios, fuente de sabiduría y guía en cada paso de mi vida. Con humildad y agradecimiento, dedico este trabajo de tesis a ti, por iluminar mi camino, fortalecer mi fe y concederme la fortaleza para alcanzar esta meta.

A mis queridos padres, Ivo y Jessica, quienes me han brindado un apoyo constante en cada paso de mi camino. Su amor incondicional y aliento han sido mi mayor fortaleza.

A mi querido hermano, Ivo Otto, por compartir conmigo esta travesía y brindarme su apoyo inquebrantable.

A mi enamorado, Mauricio, por su inagotable apoyo y comprensión en todo momento. Tu amor ha sido mi fuente de inspiración.

María Fernanda GUEROVICH BAO

AGRADECIMIENTO

A los Docentes de la EFP Zootecnia, Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, por las enseñanzas impartidas durante nuestra vida estudiantil y formación profesional.

Al Ing. Mg. Aníbal Raúl Rodríguez Vargas, por el asesoramiento constante y oportuno de la tesis.

Al Instituto de Investigación Especializada en Ganadería Oxapampa (INIGOX) de la UNDAC, por haber facilitado su Centro de Investigación y Estudios de Transferencia Tecnológica (CIETT) Peñaflor, para el desarrollo del presente trabajo de Tesis.

RESUMEN

La investigación se desarrolló en el Centro de Investigación, Estudio y Transferencia Tecnológica (CIETT) de Peñaflor, perteneciente al Instituto de Investigación Especializada en Ganadería Oxapampa (INIGOX) de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión (UNDAC), con el objetivo de evaluar el comportamiento agronómico y productivo de *Tithonia diversifolia* bajo la aplicación de diferentes tipos de fertilizantes y edades de corte en Oxapampa, Pasco. Se empleó un diseño completamente al azar (DCA) con arreglo factorial de cuatro tipos de fertilizantes y tres edades de corte, en una parcela experimental de 240 m². Los resultados mostraron diferencias estadísticas significativas tanto entre los tipos de fertilizante como entre las edades de corte en la mayoría de las variables evaluadas. En cuanto a la altura de planta, el fertilizante F1 registró el mayor promedio (125,80 cm), seguido de F4, F3 y F2, mientras que la edad de corte E3 presentó las mayores alturas, seguida de E2 y E1. Respecto al número de hojas, F1 obtuvo los valores más altos (37,89 hojas en promedio), y E3 mostró un incremento progresivo conforme avanzó la edad de corte. El número de tallos y el área foliar siguieron una tendencia similar, destacando los tratamientos F1 y E3. Asimismo, el peso de tallos y hojas fue mayor en los tratamientos con F1 y en la edad de corte E3. Finalmente, la relación hoja:tallo alcanzó su valor más alto con F1 y E3, evidenciando un efecto positivo del tipo de fertilizante y de la mayor edad de corte sobre la productividad del cultivo.

Palabra clave: *Tithonia diversifolia*, fertilización, edad de corte características agronómicas, productividad.

ABSTRACT

This research was conducted at the Peñaflor Research, Study and Technology Transfer Center (CIETT) of the Oxapampa Livestock Research Institute (INIGOX) of the Daniel Alcides Carrión National University (UNDAC). The aim of this research was to evaluate the agronomic and productive performance of *Tithonia diversifolia* under the application of different fertilizer types and cutting ages in Oxapampa, Pasco. A completely randomized design (CRD) with a factorial arrangement of four fertilizer types and three cutting ages was used in a 240 m² experimental plot. The results showed significant statistical differences between both fertilizer types and cutting ages for most of the variables evaluated. Regarding plant height, fertilizer F1 recorded the highest average (125.80 cm), followed by F4, F3, and F2, while cutting age E3 presented the highest heights, followed by E2 and E1. Regarding leaf number, F1 had the highest values (37.89 leaves on average), and E3 showed a progressive increase with increasing cutting age. The number of stems and leaf area followed a similar trend, with F1 and E3 treatments being the most notable. Likewise, stem and leaf weight was higher in F1 treatments and at cutting age E3. Finally, the leaf:stem ratio reached its highest value with F1 and E3, demonstrating a positive effect of fertilizer type and older cutting age on crop productivity.

Keywords: *Tithonia diversifolia*, fertilization, cutting age, agronomic characteristics, productivity.

INTRODUCCIÓN

Tithonia diversifolia, conocida comúnmente como “árbol maravilla” o “girasol mexicano”, es una planta perenne que ha despertado gran interés en la agricultura y la ganadería debido a su elevado potencial como forraje, su rápida acumulación de biomasa y su capacidad para mejorar la fertilidad del suelo en regiones tropicales y subtropicales. Además, destaca por su rusticidad y adaptabilidad a condiciones edafoclimáticas adversas, lo que la convierte en una alternativa viable tanto para la producción animal como para la recuperación de suelos degradados.

Diversas investigaciones han resaltado la relevancia de dos factores determinantes en la productividad de *T. diversifolia*: (i) el tipo de fertilización, ya sea mediante fertilizantes químicos, orgánicos o biofertilizantes, que influye directamente en la absorción de nutrientes, el contenido bromatológico y el rendimiento; y (ii) la edad de corte o rebrote, que incide en la relación hoja:tallo, la digestibilidad, el contenido proteico y la producción total de biomasa. En este sentido, Botero-Londoño *et al.* (2019) evaluaron seis niveles de fertilización en *T. diversifolia* y reportaron incrementos significativos en la producción de biomasa, proteína y energía en comparación con el testigo en condiciones de Colombia. De manera complementaria, Arias *et al.* (2023) analizaron en Costa Rica el efecto de distintos fertilizantes (vermicompost, urea y control) combinados con edades de rebrote (30, 50 y 70 días), concluyendo que tanto el tipo de fertilización como el tiempo de rebrote afectan significativamente el rendimiento y la composición bromatológica del forraje.

Asimismo, Ruiz *et al.* (2019) evaluaron la frecuencia de corte (40, 60 y 80 días) y diferentes materiales de *T. diversifolia* en Cuba, determinando que alrededor de los 60 días se alcanza un equilibrio óptimo entre la producción de masa verde y seca y la calidad

nutricional del forraje. De manera similar, Guatusmal-Gelpud *et al.* (2020), en un estudio realizado en Nariño (Colombia), analizaron dos edades de corte (60 y 80 días) y distintas alturas de poda, observando que a los 80 días se maximiza la producción de materia seca, aunque con una disminución en la calidad nutricional, siendo los 60 días el punto más equilibrado para mantener un buen rendimiento y calidad del forraje.

En el contexto peruano, la zona de Oxapampa (Pasco) presenta condiciones agroecológicas particulares como altitud, régimen de lluvias, temperatura y tipo de suelo que pueden modificar la respuesta de *T. diversifolia* frente a los distintos tipos de fertilización y edades de corte. Por ello, resulta necesario generar información científica local que permita identificar las combinaciones más eficientes para maximizar la producción y calidad del forraje, contribuyendo al fortalecimiento de los sistemas ganaderos sostenibles en la región.

El objetivo general de la presente investigación fue evaluar el comportamiento agronómico y productivo de *Tithonia diversifolia* bajo la aplicación de diferentes tipos de fertilizantes y edades de corte en Oxapampa, Pasco, con el propósito de determinar la combinación que optimiza el rendimiento y la calidad del forraje. Los resultados obtenidos pretenden aportar evidencia científica y herramientas técnicas que orienten a los productores en la toma de decisiones sobre el manejo agronómico de esta especie, promoviendo una ganadería más eficiente, sostenible y adaptada a las condiciones del trópico húmedo peruano.

ÍNDICE

Página.

DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTO	
RESUMEN	
ABSTRACT	
INTRODUCCIÓN	
ÍNDICE	
INDICE DE TABLAS	
INDICE DE GRÁFICOS	

CAPITULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1.Identificación y determinación del problema	1
1.2.Delimitación de la investigación	2
1.3.Formulación del problema.....	3
1.3.1. Problema general	3
1.3.2. Problemas específicos	3
1.4.Formulación de objetivos	3
1.4.1. Objetivo general	3
1.4.2. Objetivos específicos.....	3
1.5.Justificación de la investigación.....	3
1.6.Limitaciones de la investigación	4

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1.Antecedentes del estudio	5
2.2.Bases teóricas científicas	7
2.3.Definición de términos básicos	17
2.4.Formulación de hipótesis.....	17
2.4.1. Hipótesis general	17
2.4.2. Hipótesis específicas	18
2.5.Identificación de variables.....	19
2.6.Definición operacional de variables e indicadores.....	20

CAPITULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1.Tipo de investigación	22
3.2.Nivel de Investigación.....	22
3.3.Método de investigación.....	22
3.4.Diseño de investigación.....	27
3.5.Población y muestra	28
3.6.Técnicas e instrumentos de recolección de datos	29
3.7.Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación.....	29
3.8.Técnicas de procesamiento y análisis de datos.....	29
3.9.Tratamiento estadístico.....	30
3.10.Orientación ética filosófica y epistémica	31

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSION

4.1.Descripción del trabajo de campo.	32
4.2.Presentación, análisis e interpretación de resultados.....	34
4.3.Prueba de hipótesis.	43
4.4.Discusión de resultados	67

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEXOS

INDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Variables agronómicas y de producción de biomasa de la Tithonia diversifolia bajo dos esquemas de fertilización.....	6
Tabla 2. Efecto del método de plantación y la sección del tallo a plantar en la producción de biomasa de Tithonia.....	7
Tabla 3. Composición proximal de Tithonia diversifolia.....	14
Tabla 4. Resultados de análisis de suelo de fundo Peñaflor de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión.....	24
Tabla 5. Prueba de Bonferroni para altura de planta.	43
Tabla 6. Prueba de Bonferroni para interacción para altura de planta.	45
Tabla 7. Prueba de Bonferroni para número de hojas, tipos de fertilizantes y edad de corte.	46
Tabla 8. Prueba de Bonferroni para número de hojas para interacción (tipos de fertilizantes/ edad de corte).	47
Tabla 9. Prueba de Bonferroni para número de tallos, por tipos de fertilizantes y edad de corte.	49
Tabla 10. Prueba de Bonferroni para número de tallos (tipos de fertilizantes/ edad de corte).....	50
Tabla 11. Prueba de Bonferroni para área foliar, por tipos de fertilizantes y edad de corte.	52
Tabla 12. Prueba de Bonferroni para el área foliar (tipos de fertilizantes/ edad de corte).....	53
Tabla 13. Prueba de Bonferroni para peso de tallo, por tipos de fertilizantes y edad de corte.	55
Tabla 14. Prueba de Bonferroni para peso de tallo (tipos de fertilizantes/ edad de corte).....	56
Tabla 15. Prueba de Bonferroni para peso de hoja, por tipos de fertilizantes y edad de corte.	57
Tabla 16. Prueba de Bonferroni para peso de tallo, (tipos de fertilizantes/ edad de corte).....	58

Tabla 17. Prueba de Bonferroni para relación hoja: tallo, por tipos de fertilizantes y edad de corte.....	60
Tabla 18. Prueba de Bonferroni para relación hoja: tallo, (tipos de fertilizantes/ edad de corte).....	61
Tabla 19. Prueba de Bonferroni para materia verde, por tipos de fertilizantes y edad de corte.	63
Tabla 20. Prueba de Bonferroni para materia verde, (tipos de fertilizantes/ edad de corte).....	64
Tabla 21. Prueba de Bonferroni para materia seca, por tipos de fertilizantes y edad de corte.	65
Tabla 22. Prueba de Bonferroni para materia seca, (tipos de fertilizantes/ edad de corte).....	66

INDICE DE GRÁFICOS

	Pág.
Gráfico 1. Altura de la planta (cm).....	35
Gráfico 2. Número de hojas (Nº).....	36
Gráfico 3. Número de tallos	37
Gráfico 4. Índice de área foliar.....	38
Gráfico 5. Peso del tallo (kg).....	39
Gráfico 6. Peso de la hoja (kg)	40
Gráfico 7. Relación hoja: tallo.....	41
Gráfico 8. Rendimiento de materia verde (forraje)	42
Gráfico 9. Rendimiento de materia seca.....	43

CAPITULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Identificación y determinación del problema

Murgueitio *et al.* (2013) señalan que uno de los principales factores que limita la producción animal en los trópicos de América Latina es la escasa disponibilidad y baja calidad de los forrajes, especialmente en suelos de reducida fertilidad natural y sujetos a sequías estacionales. Ante esta limitante, diversos países han buscado alternativas alimenticias que satisfagan los requerimientos nutricionales del ganado a bajo costo, priorizando el uso de recursos locales que permitan sustituir parcialmente los alimentos balanceados comerciales o contribuir a la recuperación de suelos degradados (De Souza y Gualberto, 2007).

En este contexto, se ha incrementado el interés por el uso de arbustos y árboles forrajeros en la alimentación animal, debido a su alto valor nutricional y a la posibilidad de reducir los costos de producción. Entre estas especies, *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray, conocida como botón de oro, destaca como una alternativa prometedora en sistemas de producción tropicales. Esta especie

presenta una alta capacidad de adaptación a diferentes condiciones ecológicas, rápido crecimiento, elevado contenido proteico y eficiencia en la absorción y reciclaje de nutrientes (Mahecha y Rosales, 1999; Verdecia *et al.*, 2011).

El creciente interés por *Tithonia diversifolia* en zonas lecheras del trópico alto se debe, en parte, a la difusión de sus ventajas agronómicas y nutricionales: su capacidad de acumular nitrógeno, su alto contenido de fósforo, su amplio rango de adaptación y su bajo requerimiento de insumos para el cultivo. Estas características le confieren un alto potencial para ser empleada como componente en la formulación de alimentos balanceados destinados a la suplementación en sistemas ganaderos especializados, contribuyendo así a reducir los costos de producción.

Sin embargo, a pesar de su reconocida potencialidad, existe escasa información sobre el comportamiento agronómico y productivo de *Tithonia diversifolia* bajo las condiciones ecológicas de la selva alta del valle de Oxapampa (Pasco, Perú). Esta falta de evidencia limita su aprovechamiento eficiente y sostenible por parte de los productores locales, lo que motiva el desarrollo del presente estudio orientado a evaluar su desempeño en dichas condiciones.

1.2. Delimitación de la investigación

Delimitación espacial. La investigación se desarrolló en el Centro de Investigación y Estudios de Transferencia Tecnológica (CIETT) Peñaflor, perteneciente a la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, Filial Oxapampa (Pasco, Perú). El estudio se realizó en un área con arbustos de *Tithonia diversifolia* establecidos un año antes del inicio de la investigación.

Delimitación temporal. El estudio se llevó a cabo entre los meses de mayo y setiembre de 2022.

1.3. Formulación del problema

1.3.1. Problema general

¿Cuál es el comportamiento agronómico y productivo de *Tithonia diversifolia* con diversos tipos de fertilizantes en diferentes edades de corte en Oxapampa – Pasco?

1.3.2. Problemas específicos

PE1. ¿Cuál es el comportamiento agronómico de *Tithonia diversifolia* con diversos tipos de fertilizantes en diferentes edades de corte en Oxapampa – Pasco?

PE2. ¿Cuál es el comportamiento productivo de *Tithonia diversifolia* con diversos tipos de fertilizantes en diferentes edades de corte en Oxapampa – Pasco?

1.4. Formulación de objetivos

1.4.1. Objetivo general

Evaluar el comportamiento agronómico y productivo de *Tithonia diversifolia* con diversos tipos de fertilizantes en diferentes edades de corte en Oxapampa – Pasco.

1.4.2. Objetivos específicos

OE1. Evaluar el comportamiento agronómico de *Tithonia diversifolia* con diversos tipos de fertilizantes en diferentes edades de corte en Oxapampa – Pasco.

OE1. Evaluar el comportamiento productivo de *Tithonia diversifolia* con diversos tipos de fertilizantes en diferentes edades de corte en Oxapampa – Pasco.

1.5. Justificación de la investigación

Justificación teórica, la presente investigación permitirá conocer el comportamiento productivo de *Tithonia diversifolia* a diferentes tipos de

fertilizantes y edades de corte en Oxapampa – Pasco, a través del análisis en el campo.

El estudio pretende aplicar las técnicas de la estadística, para el tratamiento de las variables de estudio, que en su mayor parte serán cuantitativas, para encontrar los resultados esperados. Asimismo, los datos se compararán en tres edades de corte para todas las variables en estudio.

Justificación práctica, el estudio pretende demostrar la metodología sencilla de evaluación de del comportamiento agronómico y productivo de *Tithonia diversifolia*, mediante medidas biométricas en el campo.

Justificación metodológica, los resultados de la presente investigación permitirán elaborar instrumentos de medición de las variables con metodología sencilla, a fin de buscar su perfeccionamiento en el campo.

Justificación social, los resultados de la presente investigación beneficiarán directamente a los ganaderos del distrito de Oxapampa, a fin de entender el efecto de tipos de fertilizantes en el comportamiento agronómico y productivo de *Tithonia diversifolia*, con diversos tipos de fertilizantes en diferentes edades de corte y su beneficio en el rendimiento productivo de carne y leche.

1.6. Limitaciones de la investigación

Se presento algunas limitaciones en la realización del presente trabajo de investigación como:

Solo se realizará en una sola época del año, debido al costo que implica realizarlo en dos épocas.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes del estudio

En altura de la planta, número de hojas, número de tallos y área foliar.

Según Flores *et al.* (2019), reportó en *Tithonia diversifolia* fertilizadas con fertilizante comercial y orgánico, para altura de planta, comportamiento estadísticamente diferente ($p < 0,05$), siendo la mejor media en los tratamientos de fertilización química para las tres primeras variables, mientras que para área foliar la fertilización orgánica presentó el mejor tenor. En las demás variables: peso de tallo, peso de hoja, relación hoja:tallo y productividad expresada en biomasa seca, no se presentó diferencia estadísticamente significativa ($p > 0,05$), ver tabla 1.

Botero J, Gómez y Botero A (2019), afirman que la fertilización química genera un impacto importante sobre el comportamiento agronómico de la *Tithonia diversifolia*, especialmente en las variables de altura de planta, número de tallos, peso del tallo y peso de la hoja con dosis crecientes de nitrógeno. Estos mismos

autores, reportan datos de altura de planta en un rango que oscila entre los 90,65cm y los 154,88cm, relación hoja:tallo en un rango de 0,79 a 1,46 y tallos por planta entre 14 y 29.

Tabla 1. Variables agronómicas y de producción de biomasa de la *Tithonia diversifolia* bajo dos esquemas de fertilización.

Variable	Unidad	Testigo		Tratamiento 1		Tratamiento 2		p-valor
		Media	E.E.	Media	E.E.	Media	E.E.	
Altura planta	cm	52,42	±2,96a	58,94	±2,68b	33,43	±1,99c	0
Número de hojas	Unidad	110,52	±4,03a	130,38	±5,50b	46,83	±4,55c	0
Número de tallos	Unidad	7,54	±0,69a	8,01	±0,51b	3,86	±0,35c	0
Área Foliar	-	3,4	±0,12a	3,19	±0,08b	3,68	±0,13c	0,015
Peso Tallo	Kg	1,24	±0,26a	1,88	±0,46a	1,86	±0,50a	0,543
Peso Hoja	Kg	0,84	±0,17a	1,04	±0,21a	1,12	±0,17a	0,267
Relación Hoja:Tallo	-	0,67	±0,07a	0,57	±0,04a	0,61	±0,08a	0,13
Biomasa	Kg	2,88	±0,41a	3,62	±0,66a	3,88	±0,62a	0,345

Letras diferentes en las filas indican diferencia estadísticamente significativa ($p < 0,05$)

Fuente: (Flores *et al.*, 2019).

En un ensayo en el cual se evaluó el número de raíces y porcentaje de prendimiento 15 días después de la siembra, de estacas procedentes de diferentes partes del tallo, se encontró un 94% de prendimiento en estacas tomadas de la parte más leñosa y 58% en las procedentes de la parte media. El número de raíces fue de 4.25 y 3.5 respectivamente (Salazar, 1992).

Producción de biomasa

En Colombia, se evaluó la producción de biomasa de *Tithonia diversifolia*, en Buga – Colombia; donde se estableció el cultivo a partir de estacas tomadas del primero (parte más leñosa) y segundo tercio del tallo. Se aplicó riego después de la siembra y luego se colocó cobertura de bagazo de caña, hojarasca y pasto seco con el fin de conservar la humedad del suelo y evitar la competencia con otras especies de plantas. No se realizó ninguna labor de limpieza del cultivo y los riegos fueron escasos. Tampoco se aplicó ningún tipo de fertilizante. No se presentaron problemas fitosanitarios que afectaran las plantas (Ruíz, 2016).

Producción de forraje Se 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 et al., 2016).

Tabla 2. Efecto del método de plantación y la sección del tallo a plantar en la producción de biomasa de *Tithonia*.

	Indicadores		
	Número de tallos/m	Altura, m	Rendimiento Kg MS/m
<i>Método de plantación</i>			
Acostado en el fondo del surco	7 (45)	3.2	6.81
Enterrado por una de sus puntas	6 (37)	3.2	3.37
E.S. $\pm$	0.2**	0.8	0.91***
<i>Sección del tallo</i>			
Medio	7 (46.0)	3.30	5.68
Basal	7 (45.0)	3.20	4.47
E.S. $\pm$	0.5	0.05	0.45

** P < 0.01, *** P < 0.001 () Valores originales.

(Fuente: Ruíz et al., 2016).

2.2. Bases teóricas científicas

Origen, características taxonómicas y morfológicas de *Tithonia diversifolia* (botón de oro).

Según Pérez et al. (2009), es una planta herbácea o arbustiva robusta, perteneciente al Reino Plantae, Subreino Traqueobionta (plantas vasculares), División Magnoliophyta (plantas con flor), Clase Magnoliopsida (dicotiledóneas), Subclase Asteridae, Orden Asterales, familia Asterácea y género *Tithonia*; esta planta es originaria de México y Centro América desde donde se ha distribuido a: India, Ceilán, Cuba (Gonzáles, et al. 2014).

En Colombia la *Tithonia diversifolia* crece en condiciones agroclimáticas variadas, desde el nivel del mar hasta los 2700 metros de altitud, con precipitaciones anuales entre 800 a 5000 mm y en diferentes tipos de suelo; tolera condiciones de acidez, de baja fertilidad y crece espontáneamente en áreas

perturbadas a orillas de caminos, ríos y carreteras (Ríos, 2002; Inayat & Gordon, 2009).

La *Tithonia diversifolia*, es una planta herbácea de 1,5 a 4,0 metros de altura, caracterizada por una amplia red radicular (Peters *et al.*, 2002; Murgueitio *et al.*, 2013), con ramas fuertes subtomentosas, raíz principal fusiforme con numerosas derivaciones secundarias muy finas; lígulas amarillas a naranja de 3 a 6 cm y corolas de 8 mm de longitud (Ríos, 1998; Murgueitio *et al.*, 2013). Posee un tallo erecto, ramificado y único, con aproximadamente 24 a 36 haces vasculares colaterales que le proporcionan un máximo soporte esquelético a pesar de su escasa madera en los tejidos del parénquima; sus ramas tiernas permanecen cubiertas de pelillos, los cuales se pierden con la edad (Pérez *et al.*, 2009; Inayat & Gordon, 2009).

Las hojas, son alternas, pecioladas, de 7 a 20 cm de largo por 4 a 20 cm de ancho, con un ápice acuminado, divididas en tres a cinco lóbulos, muy pilosas en el envés, con dientes redondeados en el margen y la base, que en ocasiones se presenta algo truncado y se hace muy angosto a lo largo del peciolo, en la que se amplían dos lóbulos pequeños.

La cara superior está cubierta de pelos, mientras la cara inferior presenta puntos glandulares y el envés generalmente glauco (Inayat & Gordon, 2009; Ipou *et al.*, 2011) con bordes aserrados (Murgueitio *et al.*, 2013).

El fruto de *Tithonia diversifolia*, es seco, indehiscente y contiene una sola semilla conocida como aquenio o cipsela el cual es oblongo, de hasta seis milímetros de largo, cubierto de pelillos recostado sobre su superficie. En el ápice del fruto se presenta una estructura llamada vilano, formada por dos aristas desiguales, de hasta cuatro milímetros de largo, entre seis y diez escamas que

alcanzan los 2,5 mm de largo, unidas en la base e irregularmente divididas en su margen superior en segmentos muy angostos (Inayat & Gordon, 2009; Pérez *et al.*, 2009).

La semilla, es pequeña, liviana, numerosa, con un diámetro aproximado de 2,9 mm y generalmente presenta baja viabilidad para su propagación (Peters *et al.*, 2002). La forma de la raíz tiene por funciones principales el anclaje de la planta, la absorción de nutrientes y el almacenamiento de los mismos, dependiendo de su forma de propagación, siendo pivotante cuando es sexual y adventicias cuando es asexual (Inayat & Gordon, 2009).

La incorporación de especies leñosas perennes en sistemas de cultivo a través de la agroforestería ayuda a sostener la producción agrícola en regiones tropicales donde se limita el uso de fertilizantes minerales (George *et al.*, 2001); la *Tithonia diversifolia* posee habilidad para recuperar los pocos nutrientes en suelos pobres, ya que es rústica, soporta las podas extremas, se adapta a los terrenos ácidos con pH entre 3 y 6 (Peters *et al.*, 2002; Wambui *et al.*, 2006); tiene rápido crecimiento, compite bien con las malezas y su cultivo requiere prácticas de labranza mínimas y poca inversión en insumos (Inayat & Gordon, 2009).

La *Tithonia diversifolia* se convierte en un arbusto multipropósito, al restablecer la fertilidad del suelo gracias a su alto contenido de nitrógeno y rápida tasa de descomposición (Kayuki & Wortmann, 2001; Ademiluyi & Omotoso, 2007), condición que se refleja en el aumento del contenido de carbono orgánico y nitrógeno en los suelos a los seis meses de establecido el cultivo, con incrementos de 0,15 % y 0,002 %, respectivamente; el beneficio también se refleja en el mayor rendimiento de los cultivos de asociación con maíz o los que reciben incorporación de la biomasa de dicha planta, al ser comparados con los

monocultivos o con aquellos que reciben fertilización química (Jama *et al.*, 2000; Kayuki & Wortmann, 2001; Nziguheba *et al.*, 2002; Sao *et al.*, 2010).

La capacidad de desoje de hasta el 95% le permite a la planta reducir su transpiración y resistir mejor las épocas de sequía (Ipou *et al.*, 2011).

La planta restablece rápidamente la fertilidad y los nutrientes de los suelos degradados (Inayat & Gordon, 2009).

La biomasa producida por la *Tithonia diversifolia* varía entre 30 y 70 ton/ha de forraje verde dependiendo de la densidad de siembra, el tipo de suelo, el estado vegetativo y las condiciones ambientales (Ramírez *et al.*, 2005; Mahecha & Rosales, 2005; Medina *et al.*, 2009). En cultivos establecidos en suelos con deficiencia de fósforo, la fertilización con 50 kg de este elemento por hectárea aumenta la materia seca producida de tallos y hojas de 7,4 a 9,3 ton/ha y de 1 a 1,2 ton/ha, respectivamente (Jama *et al.*, 2000; Murgueitio & Ospina, 2002).

Ríos & Salazar (1995), en plantas con una altura de 50 centímetros, observaron la mayor producción de biomasa de 82 ton/ha, al sembrar 2,66 plantas por metro cuadrado, afirmando que, aunque en el monocultivo de *Tithonia diversifolia* es posible obtener mayor rendimiento por unidad de superficie, de la misma manera, aumenta el riesgo fitosanitario inherente a estas formas de cultivo.

Reproducción.

El “botón de oro” se puede reproducir por semilla o por estaca; con la segunda opción es recomendable sembrarlas con el primer y segundo tercio del tallo (Ríos & Salazar, 1995; Ipou *et al.*, 2011). Sin embargo, Weaver (1987) sostiene que no se debe desechar ninguna porción del material cortado; aunque se debe tener en cuenta que la parte apical del tallo no es recomendada debido a

la poca capacidad de propagación que posee por el bajo desarrollo del tejido conductor y sus yemas (Ríos, 1998; Ramírez *et al.*, 2005).

Para su propagación se ha utilizado material vegetativo proveniente de plantas jóvenes sin florecer; tomando tallos de aproximadamente 50 cm de longitud con 2 a 3,5 cm de diámetro y 4 o 5 yemas; los cuales son colocados de manera vertical o inclinada sin cubrirlos totalmente de tierra (Navarro & Rodríguez, 1990; Peters *et al.*, 2002). El tipo de tronco utilizado para la siembra tiene influencia sobre la producción de biomasa de las plantas generadas, en donde los más leñosos crean mayores rendimientos (Jama *et al.*, 2000; Murgueito & Ospina, 2002).

La semilla de *Tithonia diversifolia* posee un porcentaje muy bajo de germinación (Peters *et al.*, 2002); en cierta medida, según Inayat & Gordon (2009), esta es una circunstancia favorable para impedir el comportamiento invasor de la planta.

Cultivo.

La *Tithonia diversifolia* se puede sembrar en monocultivo o en asociación; para el segundo caso, se usan surcos de esta planta intercalados con franjas de otras especies alimenticias como frijol, yuca, maíz, plátano, papaya, caña de azúcar, forrajeras y árboles como el nacedero, san Joaquín o el chachafruto, en donde la distancia dependerá del desarrollo de las plantas asociadas, buscando que no se presente competencia ni se afecte su crecimiento (Jama *et al.*, 2000; Murgueitio & Ospina, 2002).

Cosecha.

La *Tithonia diversifolia* se puede cosechar cuando esté bien establecida, lo cual sucede aproximadamente a los cuatro meses después de la siembra por estaca.

Esta práctica es posible hasta seis veces al año cuando se va a utilizar como forraje y tres o cuatro con fines de abono verde. Como forraje, se corta la planta sin florecer y se aprovechan hojas y tallos hasta de dos centímetros de grosor; pero si es para abono verde, o fabricación de compostaje, se usa toda la planta incluyendo las flores (Ríos, 1998).

Sarria (2003) reportó valores en la composición de varias forrajeras y granos, dentro de los cuales estaba la *Tithonia diversifolia*, mostrando a esta planta con uno de los niveles más altos en cuanto a otras especies en contenido nutricional.

Macías & Martínez (1997) reportan diferentes valores de aminoácidos, mostrando a la *Tithonia diversifolia*, con deficiencias marcadas en triptófano, al igual que un poco en metionina y cistina según el valor óptimo propuesto por Wang & Fuller (1989).

La *Tithonia diversifolia* presenta una alta fermentabilidad de la materia seca y, por tanto, una rápida disponibilidad de nutrientes, como lo verificaron Galindo *et al.* (2011) al utilizar el 20 % de inclusión en una dieta a base de pasto estrella (*Cynodon nlemfuensis*) y observar una notable reducción de la población de protozoos y bacterias metanogénicas responsables de la producción de metano en el rumen, con aumento en la población de organismos celulolíticos; que, según los autores, demuestra el beneficio de la planta para la fermentación microbiana ruminal, la protección responsable del medio ambiente y el incremento de la rentabilidad.

La-o *et al.* (2008) evaluaron el efecto de la edad de corte en la capacidad fermentativa y la dinámica de degradación ruminal in situ de la *Tithonia diversifolia* en ovinos, con plantas de 30, 50, 70, 90 y 110 días de establecidas; las ubicadas entre 70 y 90 días obtuvieron un 85 % y 90 % de degradabilidad de la materia seca y mejor aprovechamiento de los nutrientes por el animal, dejando entrever la factibilidad del uso de esta especie vegetal en la alimentación de rumiantes.

Otra ventaja de la *Tithonia diversifolia* es que posee bajos contenidos de fenoles, taninos y saponinas (Vargas, 1994; Wambui *et al.*, 2006); característica también demostrada por Fasuyi *et al.* (2010), quienes cuantificaron valores de 2,09 mg de taninos por cada cien gramos de hojas, 1,76 mg de oxalatos y 2,76 mg de saponinas, mientras que Wambui *et al.* (2006), observaron 0,56 % de taninos.

En relación con la concentración de esteroides totales la *Tithonia diversifolia* presenta un contenido intermedio al ser comparado con otras forrajeras. Según los autores, estructuras pertenecientes a este grupo como las lactonas sesquiterpénicas y los isoprenoides volátiles que exhiben acentuadas características antinutricionales deben ser cuantificadas, ya que son factores que influyen sobre la aceptabilidad y hacen que los animales seleccionen o rechacen como alimento a una especie vegetal (García *et al.*, 2008b).

Padilla (2013) observó una producción de biomasa de 1,29 kg de materia seca por metro cuadrado en arreglos silvopastoriles de *Tithonia diversifolia* con *Tripsacum andersonii*; mientras que en aquellos de *Tithonia diversifolia* con *Axonopus scoparius* la biomasa fue de 0,81 kg de materia seca por metro cuadrado. La autora sostiene que el componente arbustivo no solo aumenta el

contenido orgánico, sino que recicla minerales del subsuelo, hecho que incrementa la fertilidad.

Asimismo, al evaluar el cultivo, determinó que el índice de área foliar de las gramíneas de los dos arreglos silvopastoriles fue alto, argumentando que, posiblemente, se debe a la simbiosis de la *Tithonia diversifolia* con las micorrizas. Sufriendo los arbustos cuatro cortes por año, la investigadora cuantificó alta cantidad de rebrotes siendo de 17,7 para el arreglo con *Axonopus scoparius* y de 25,6 para aquel con *Tripsacum andersonii*, una altura de los arbustos en dos años de experimentación de 99,37 cm y 107,70 cm, así como un diámetro promedio de la copa de 85,51 cm y 123,27 cm, respectivamente.

Tabla 3. Composición proximal de *Tithonia diversifolia*.

Nutriente	%	Autor
Materia seca	13,5	INAYAT & GORDON (2009)
	16,6	PADILLA (2013)
	17,9	NAVARRO & RODRÍGUEZ (1990)
	24,4	GARCÍA <i>et al.</i> (2008a)
Proteína Bruta	19,5	INAYAT & GORDON (2009)
	20,9	PADILLA (2013)
	22,6	NAVARRO & RODRÍGUEZ (1990)
	25,0	VARGAS (1994)
	25,7	GARCÍA <i>et al.</i> (2008a)
Fibra bruta	21,1	PADILLA (2013)
Extracto no nitrogenado	39,4	PADILLA (2013)
	58,2	NAVARRO & RODRÍGUEZ (1990)
Extracto etéreo	1,4	GARCÍA <i>et al.</i> (2008a)
	2,2	NAVARRO & RODRÍGUEZ (1990)
	3,4	PADILLA (2013)
Cenizas (%)	15,2	PADILLA (2013)
	13,1	NAVARRO & RODRÍGUEZ (1990)

También afirma que la profundidad radicular de 34 cm fue similar en ambos casos y que de la misma forma aumentó el diámetro de los tallos, de un promedio de 8 cm al primer corte, hasta superar los 22 cm al cuarto corte.

La *Tithonia diversifolia* en la alimentación animal

El uso de la *Tithonia diversifolia* para la alimentación animal es cada vez más generalizado debido a su alta rusticidad, buen valor nutricional, alta digestibilidad de la materia seca y la presencia de aceites en sus hojas y flores; además, de la elevada tasa de producción de biomasa, alcanzando anualmente las 77 toneladas de carbono por hectárea (Mahecha & Rosales, 2005; Mahecha et al., 2007; Murgueitio et al., 2013).

Al evaluar la preferencia de los bovinos por el consumo de diversas forrajeras tropicales García et al. (2008a) observaron que *Tithonia diversifolia* fue medianamente aceptada por los animales, en comparación con otras como la *Leucaena leucocephala* que fue la más consumida.

El mismo grupo investigador corroboró estos resultados al alimentar bovinos con doce forrajeras tropicales y observar que los vacunos prefirieron el follaje de *P. pedicellare*, *L. leucocephala*, *G. ulmifolia*, *M. alba*, *C. tinctoria* y *C. alba*, antes que el de la *Tithonia diversifolia* (García et al., 2008b). No obstante, los resultados, los autores destacan a esta última planta como un recurso potencial, al igual que una fuente de proteína, minerales y carbohidratos, para ser usado en la alimentación de esta especie animal.

En vacas se evaluó la producción y calidad de la leche usando *Tithonia diversifolia* en la dieta de los animales, junto con *Brachiaria* de pastoreo y alimento balanceado como suplemento, en la zona de vida de bosque húmedo tropical con temperatura media de 23 °C y altitud de 1475 msnm, mostrando que el reemplazo del 35 % del alimento balanceado por forraje de *Tithonia diversifolia* no afecta, negativamente, la producción ni la calidad de la leche y que, por el contrario, tienden a mejorar estas características, lo cual permite

catalogar a esta especie forrajera como eficiente en sistemas de lechería cuando se busca disminuir los costos de producción (Mahecha *et al.*, 2007).

La producción de biomasa

La producción de biomasa del botón de oro ha sido variada en las distintas investigaciones, presentando rangos desde 4 a 55 ton MS/ha/año, con valores modales cercanos a las 30-40 ton (Lezcano *et al.*, 2012; Arronis-Díaz, 2015; Arias-Gamboa, 2018). Es importante resaltar que la producción de biomasa en el botón de oro, al igual que muchos forrajes, se ve influenciada por el factor precipitación, teniendo valores a 45 días de edad de 1,1 ton MS/corte/ha 0 mm y de 5,4 ton MS/corte/ha a 323 mm (Navas y Montaña, 2019).

El rendimiento productivo estará determinado, como en el resto de los cultivos, por las condiciones en que se desarrolle esta especie, así como por el manejo que reciba durante su establecimiento y explotación; la adecuada labor de siembra debe estar en función del tipo de material seleccionado para esta actividad, sin embargo para las condiciones de Colombia, más aún para el trópico de altura, poco se conoce sobre el crecimiento y desarrollo de esta planta, así como de la producción de biomasa y su calidad nutricional.

La fertilización

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 (Pezo, 2018).

2.3. Definición de términos básicos

- Rendimiento: relación entre la producción total obtenida de un cultivo y la superficie cultivada. Se expresa generalmente en toneladas métricas por hectárea (TM/ha) o kilogramos por metro cuadrado (kg/m²).
- Pasto: conjunto de plantas gramíneas y leguminosas que crecen en los potreros y sirven como fuente de alimento para el ganado.
- Forraje: material vegetal, compuesto principalmente por gramíneas o leguminosas, cosechado para la alimentación animal en estado verde, seco o procesado (heno, ensilaje, rastrojo, sacharina o mediante amonificación).
- Macollamiento: etapa fisiológica del desarrollo de las plantas en la que, a partir de una misma cepa o planta, se originan varios tallos o macollos, los cuales pueden alcanzar la madurez fisiológica bajo un manejo adecuado.
- Producción agrícola: proceso mediante el cual se generan vegetales destinados al consumo humano o animal. Su eficiencia ha mejorado significativamente gracias al desarrollo de tecnologías, herramientas y prácticas de manejo agrícola.
- Área foliar: relación adimensional que expresa el cociente entre el área total de las hojas de un cultivo (m²) y el área de suelo que ocupa dicho cultivo (m²).
- Biomasa foliar: cantidad de materia seca correspondiente al follaje de una planta, muestra o superficie determinada, expresada generalmente en gramos o kilogramos por metro cuadrado.

2.4. Formulación de hipótesis

2.4.1. Hipótesis general

H₁: El comportamiento agronómico y productivo de *Tithonia diversifolia*, varía de acuerdo al tipo de fertilizantes y edad de corte en Oxapampa – Pasco

H₀: No existen diferencias estadísticas en el comportamiento agronómico y productivo de *Tithonia diversifolia*, con diversos tipos de fertilizantes en diferentes edades de corte en Oxapampa – Pasco.

H_a: Existen diferencias estadísticas en el comportamiento agronómico y productivo de *Tithonia diversifolia*, con diversos tipos de fertilizantes en diferentes edades de corte en Oxapampa – Pasco.

Hipótesis estadística:

Para comparación de diferencias de fertilizantes.	Para comparación de diferencias de edad de corte.
H ₀ : $\mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4$	H ₀ : $\mu_1 = \mu_2 = \mu_3$
H _a : $\mu_1 \neq \mu_2 \neq \mu_3 \neq \mu_4$	H _a : $\mu_1 \neq \mu_2 \neq \mu_3$
Prueba de F ($\alpha = 0.01$)	Prueba de Bonferroni ($\alpha = 0.05$)

2.4.2. Hipótesis específicas

Hipótesis específica 1 (HE1):

H₁: El comportamiento agronómico de *Tithonia diversifolia*, varía de acuerdo al tipo de fertilizantes y edad de corte en Oxapampa – Pasco

H₀: No existen diferencias estadísticas en el comportamiento agronómico de *Tithonia diversifolia*, con diversos tipos de fertilizantes en diferentes edades de corte en Oxapampa – Pasco.

H_a: Existen diferencias estadísticas en el comportamiento agronómico de *Tithonia diversifolia*, con diversos tipos de fertilizantes en diferentes edades de corte en Oxapampa – Pasco.

Hipótesis específica 2 (HE2):

H₁: El comportamiento productivo de *Tithonia diversifolia*, varía de acuerdo al tipo de fertilizantes y edad de corte en Oxapampa – Pasco

H₀: No existen diferencias estadísticas en el comportamiento productivo de *Tithonia diversifolia*, con diversos tipos de fertilizantes en diferentes edades de corte en Oxapampa – Pasco

H_a: Existen diferencias estadísticas en el comportamiento productivo de *Tithonia diversifolia*, con diversos tipos de fertilizantes en diferentes edades de corte en Oxapampa – Pasco

2.5. Identificación de variables

Se evaluaron las siguientes variables:

Variable Independiente:

- Tipo de fertilizantes y edad de corte
 - ✓ Tipo de fertilizante:
 - 100 % fertilizante comercial
 - 100 % de estiércol de vaca
 - 75% estiércol de vaca + 25% de fertilizante comercial
 - 50% estiércol de vaca + 50% de fertilizante comercial
 - ✓ Edad de corte:
 - A 60 días
 - A 75 días
 - A 90 días.

Variable Dependiente:

➤ Comportamiento agronómico y productivo.

✓ Comportamiento agronómico:

- Altura de planta
- Número de hojas
- Número de tallos
- Área foliar
- Peso de tallo
- Peso de hoja
- Relación hoja: tallo

✓ Comportamiento productivo

- Rendimiento de biomasa foliar
- Rendimiento de materia seca.

2.6. Definición operacional de variables e indicadores

Sistema de variables e indicadores

En la tesis, la variable independiente “tipo de fertilizante y edad de corte”.

De igual manera, la variable dependiente “comportamiento **agronómico y productivo**”, a través de las siguientes medidas: altura de planta número de hojas, número de tallos, área foliar, peso de tallo, peso de hoja, relación hoja: tallo, rendimiento de biomasa foliar y rendimiento de materia seca.

Esquema del sistema de variables e indicadores

En la tabla, se presentan las variables que intervinieron en el problema general de investigación, así como los indicadores y factores que se usaron para la medición de las variables:

Variables	Tipo de fertilizantes y edad de corte (X)			Comportamiento agronómico y productivo (Y)				
Sub variables	Tipo de fertilizantes (X1)		Edad de corte (X2)	Comportamiento agronómico (Y1)			Comportam. productivo (Y2)	
Indicadores o factores	100 % fertilizante comercial							
	100 % de estiércol de vaca							
	75% estiércol de vaca + 25% de fertilizante							
	50% estiércol de vaca + 50% de fertilizante							
	comercial							
	60 días							
	75 días							
	90 días							
	Altura de la planta							
	Número de hojas							
	Número de tallos							
	Área foliar							
	Peso de tallo							
	Peso de hoja							
	Relación tallo: hoja							
	Rendimiento de biomasa foliar							
	Rendimiento de materia seca							

CAPITULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de investigación

La investigación fue de tipo experimental, porque se evaluaron el comportamiento agronómico y productivo comparativamente con diferentes tipos de fertilizantes y a diferentes edades.

Lugar y fecha de estudio.

El trabajo de tesis se realizó en el Centro de Investigación de Estudios y Transferencia Tecnológica – CIETT – Peñaflor, Oxapampa, de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, entre mayo de 2022 a agosto de 2022.

3.2. Nivel de Investigación

La investigación fue aplicada de corte longitudinal, porque se enfocó en aplicar conocimientos teóricos en situaciones específicas. Asimismo, se llevó a cabo las mediciones de variables respuesta durante tres periodos de corte.

3.3. Método de investigación

a) Manejo del cultivo experimental

❖ **Establecimiento del cultivo.**

El estudio se realizó en cultivo establecido de 1/8 de hectáreas de *Tithonia diversifolia*, de estas se establecerán en un área de 240 m², en la cual se hizo el corte, fertilización y uniformización, antes de iniciar el experimento.

❖ **Corte de uniformización.**

El corte se realizó a una altura de 10 cm al ras del suelo, considerando el límite permisible para el rebrote de estas plantas, a fin de comparar las diferentes variables de estudio.

❖ **Demarcación e identificación de las subparcelas.**

Se identificaron las sub parcelas para los distintos tratamientos, asignado mediante sorteo, teniendo 03 subparcelas por cada interacción (tipo de fertilizante x edad de corte). El espacio entre las subparcelas fue de 0.30 metros, para manejar adecuadamente las malezas y realizar la adecuada medida de diferentes variables de estudio.

❖ **Aplicación de fertilizantes**

Se aplicó fertilizantes de acuerdo al tratamiento de estudio, a los 2 días después de realizado el corte de uniformización.

❖ **Intervalos de corte**

Se procedió a comparar frecuencias de corte, a los 60, 75 y 90 días, realizándolos de 10 cm al ras del suelo.

❖ **Riego.**

En época de estiaje se empleó el riego por aspersión en los pastos cultivados en el CIETT Peñaflor.

❖ **Análisis de suelo.**

Antes de realizar el trabajo de investigación se tomó como referencia, el análisis de suelo realizado por los Docentes de la Escuela Profesional de Zootecnia de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión; resultado que se presenta en la tabla N°01.

Tabla 4. Resultados de análisis de suelo de fundo Peñaflor de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión.

Tratamientos	Acidez o pH	Humedad (%)	Materia Orgánica (%)	Nitrógeno (%)	Fosforo (ppm)
Pastizal	4,54	33,84	1,97	0.0271	5.660
Granadilla	4,28	27,83	2,31	0.0219	3.390
B. Secundario	4,51	30,94	2,62	0.0175	8.578
B. Primario	4,71	36,32	1,87	0.0314	9.489
Promedios	4,51	32,23	1.97	0.0235	6.779
Clasificación	Muy fuertemente ácido	Capacidad de campo	Clasificación media	Muy pobre	Medio

Fuente: Suasnabar, Toralva y Tongo, 2016.

b) Parámetros evaluados (variable respuesta)

❖ Características agronómicas de la *Tithonia diversifolia*:

Se evaluaron las siguientes variables:

✓ **Altura de planta (cm)**

Se midió utilizando una cinta métrica, tomando como referencia la distancia desde la base del tallo hasta el ápice de la hoja más alta. Las mediciones se realizaron en todas las plantas de cada tratamiento, en las tres edades de corte evaluadas (60, 75 y 90 días). Este procedimiento siguió la metodología propuesta por Morales (2006), adaptada a las condiciones agroecológicas del CIETT

Peñaflor, con el fin de caracterizar el crecimiento vertical de la especie bajo diferentes manejos.

✓ **Número de hojas y número tallos por planta (N°).**

Se determinó mediante conteo manual, planta por planta, en cada tratamiento. Para ello se seleccionaron 15 plantas al azar por parcela y por repetición, considerando tanto hojas grandes como pequeñas presentes en la rama principal. Este registro permitió calcular el número promedio de hojas y tallos por planta. La metodología aplicada fue adaptada de Botero-Londoño et al. (2019) y Medina (2009), quienes evaluaron la dinámica foliar y el grado de macollamiento en especies forrajeras tropicales.

Estas variables fueron determinantes para comprender el vigor vegetativo, la capacidad de rebrote y la densidad estructural del cultivo, aspectos que inciden directamente sobre la productividad de biomasa.

✓ **Relación tallo: hojas**

Se determinó mediante el cociente entre el peso seco de las hojas y el peso seco de los tallos al momento del corte. La relación se calculó según la siguiente ecuación:

$$H: T = H/T$$

$$H: T = \text{Relación hoja tallo}$$

$$H = \text{Peso seco del componente hoja (Kg MS / ha)}$$

$$T = \text{Peso seco del componente tallo (Kg MS / ha)}$$

Este indicador permitió determinar la proporción estructural de la planta y su potencial nutritivo, dado que una mayor proporción de

hojas se asocia con una mejor calidad forrajera. La metodología fue basada en Medina (2009) y ajustada a los criterios de evaluación de biomasa aplicados en forrajes arbustivos tropicales.

✓ **Índice de área foliar (IAF).**

El índice de área foliar (IAF) se estimó aplicando la ecuación propuesta por Morales (2006):

$$\text{IAF} = \text{AF} \times \text{DP}$$

Dónde:

IAF = índice de área foliar,

AF = área foliar promedio por planta (m^2) y

DP= densidad de plantas ($\text{plantas}/\text{m}^2$).

Las mediciones de área foliar se realizaron a partir de hojas representativas de cada tratamiento, determinando la superficie foliar total por planta mediante un planímetro digital. Este parámetro permitió relacionar la capacidad fotosintética de la especie con la producción de biomasa, siendo un componente clave en la eficiencia del crecimiento vegetativo.

✓ **Producción de biomasa y materia seca (kg/m^2).**

Para la estimación de la biomasa, se cosechó todo el material vegetal de cada planta a una altura de 15 cm sobre el nivel del suelo. Posteriormente, se registró el peso fresco o biomasa verde (kg/m^2) de cada unidad experimental mediante una balanza digital de precisión. A partir de este valor, se tomó una submuestra representativa (400 g) del material vegetal, la cual fue secada en una

estufa de aire forzado a 65 °C hasta alcanzar peso constante, determinándose así el porcentaje de materia seca (%MS).

El rendimiento de materia seca se obtuvo multiplicando el peso fresco total por el porcentaje de materia seca determinado en laboratorio. Finalmente, los resultados se expresaron en kilogramos por metro cuadrado (kg/m²) y proyectados a nivel de hectárea (kg MS/ha), según la metodología de Botero-Londoño et al. (2019) y Arias et al. (2023).

3.4. Diseño de investigación

Se usó un Diseño Completamente al Azar (DCA), con arreglo factorial de 4 x 3; es decir 4 tipos de fertilizantes en 3 edades de corte, siendo el siguiente modelo aditivo lineal:

El modelo aditivo lineal fue el siguiente:

$$Y_{ijk} = u + F_i + E_j + (FE)_{ij} + \epsilon_{ijk}$$

$i = 1, 2, 3, 4$ tipos de fertilizantes

$j = 1, 2, 3$ edades de corte/tipo de fertilizantes

$k = 1, 2, 3$ repeticiones/ edades de corte/ tipo de fertilizantes

Dónde:

Y_{ijk} = Variables de estudio respuesta del k -ésima muestra, correspondiente a la j -ésima edad de corte y al i -ésimo tipo de fertilizante (Observación al azar).

u = Media general.

F_i = Efecto del i -ésimo tipo de fertilizante.

E_j = Efecto de la j -ésima edad de corte.

$(FE)_{ij}$ = Interacción de la j-ésima edad de corte por i-ésimo tipo de fertilizante.

ε_{ijk} = Valor residual debido a la k-ésima muestra, correspondiente a la j-ésima edad de corte y al i-ésimo tipo de fertilizante.

Asimismo, se empleó la prueba de significación de Bonferroni (0.05 de error) para evaluar las diferentes variables en estudio.

3.5. Población y muestra

Población

La población estuvo constituida por todos los pastos cultivados de *Tithonia diversifolia*, instalados en el distrito Oxapampa, una aproximado de 02 hectáreas (Agencia Agraria Oxapampa, 2022).

Muestra

La muestra correspondió a pastos de *Tithonia diversifolia* establecidos en una parcela de 20×12 metros (240 m^2), ubicada en la zona central del campo experimental del CIETT Peñaflores. Esta parcela presentó características similares al conjunto de la $1/8$ hectáreas de *T. diversifolia* existentes en el área de estudio, por lo que fue seleccionada conforme a los objetivos de la investigación.

De la parcela experimental se seleccionaron 15 plantas por cada repetición, edad de corte y tipo de fertilización, con el fin de evaluar las diferentes variables de respuesta. Asimismo, para la determinación del rendimiento de materia verde, se tomaron cinco submuestras de 1 m^2 por cada repetición, edad de corte y tipo de fertilizante, representando de manera adecuada la variabilidad dentro del área experimental.

No se incluyeron muestras provenientes de los bordes de las parcelas, con el propósito de evitar el efecto de borde y, de esta manera, prevenir posibles

sesgos en los resultados. Dicho efecto puede originarse por variaciones en factores ambientales y edáficos como la exposición solar, la composición del suelo o la interacción con áreas adyacentes que tienden a diferir de las condiciones del área central. Al excluir estas zonas, se buscó mantener la homogeneidad en las condiciones de muestreo, reducir la variabilidad experimental y asegurar que los resultados obtenidos fueran más representativos, consistentes y confiables para la interpretación científica.

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Los datos fueron tomados en un cuaderno de campo (fichas de registro) en la zona de estudio, tal como se ha descrito en la metodología de trabajo.

3.7. Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación

La selección del instrumento de investigación se realizó tomando en consideración el diseño y el croquis del experimento planteado el presente trabajo de investigación, el que se presenta en la siguiente tabla:

Técnicas	Instrumentos
Análisis documentario	Ficha de registro de datos de campo.

La validación y la confiabilidad se determinó tomando como referencia los valores de coeficiente de variabilidad (C.V.) y el coeficiente de determinación (r^2), analizadas por cada variable de acuerdo al análisis de variancia.

3.8. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

Los datos obtenidos en la zona de estudio fueron procesados en el gabinete, donde se empleó la hoja de cálculo Excel y el software InfoStat, donde se calcularon parámetros estadísticos como: promedio, desviación estándar, coeficiente de variabilidad, coeficiente de determinación y ANOVA “factorial”, con la finalidad de contrastar la hipótesis en estudio. Asimismo, a partir de los datos procesados se realizó su análisis e interpretación, discutidos de acuerdo a

los parámetros establecidos, con la finalidad de llegar a las conclusiones y recomendaciones referentes al tema en estudio

3.9. Tratamiento estadístico

Los tratamientos en estudio fueron constituidos de la siguiente manera:

FACTOR FERTILIZANTES (tipo de fertilizante)

- F₁ = 100 % fertilizante comercial
- F₂ = 100 % de estiércol de vaca
- F₃ = 75% estiércol de vaca + 25% de fertilizante comercial
- F₄ = 50% estiércol de vaca + 50% de fertilizante comercial

FACTOR EDAD DE CORTE (frecuencia de corte)

- E₁ = Corte a los 60 días
- E₂ = Corte a los 75 días
- E₃ = Corte a los 90 días

Parcelas o repeticiones:

- 1 = Muestra 1
- 2 = Muestra 2
- 3 = Muestra 3

❖ Croquis del experimento:

F ₁			F ₂			F ₃			F ₄		
E ₁	E ₂	E ₃	E ₁	E ₂	E ₃	E ₁	E ₂	E ₃	E ₁	E ₂	E ₃
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3

****** En cada parcela se tomaron 45 plantas para su evaluación.

IDENTIFICACION DE ANIMALES POR TRATAMIENTO (ARETES)

Descripción:

F₁ = 100 % fertilizante comercial

F₂ = 100 % de estiércol de vaca

F₃ = 75% estiércol de vaca + 25% de fertilizante comercial

F₄ = 50% estiércol de vaca + 50% de fertilizante comercial

E₁ = Corte a los 60 días

E₂ = Corte a los 75 días

E₃ = Corte a los 90 días

1, 2, 3 = 1, 2, 3 repeticiones/ edades de corte/ tipo de fertilizantes

3.10. Orientación ética filosófica y epistémica

El trabajo de investigación guarda una relación armoniosa con la naturaleza, siendo ético su procedimiento.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. Descripción del trabajo de campo.

Para la evaluación del comportamiento agronómico.

a) Altura de la planta (cm).

Se midió con una regla calibrada, desde la base del tallo hasta el ápice de la hoja más alta, en 15 plantas seleccionadas aleatoriamente por repetición y edad de corte (60, 75 y 90 días) en cada tratamiento. Este procedimiento siguió la metodología de Morales (2006), adaptada al entorno experimental del CIETT Peñaflor, lo que permitió registrar el crecimiento vertical y su variación con el tiempo.

b) Número de hojas (N°)

Se seleccionaron 15 plantas por tratamiento, escogidas de manera aleatoria. En cada planta se contabilizaron las hojas grandes y pequeñas de la rama principal, determinando el número total de hojas por planta y el promedio por parcela. Las evaluaciones se efectuaron a las tres edades de

corte, siguiendo los criterios de Botero-Londoño et al. (2019) para cuantificar el desarrollo foliar en *T. diversifolia*.

c) Número de tallos (N°)

El conteo de tallos se realizó manualmente en las mismas plantas seleccionadas por parcela y tratamiento, calculándose el promedio de tallos por planta en cada edad de corte. Este procedimiento permitió determinar el grado de macollamiento y vigor de las plantas, conforme a Medina (2009).

d) Índice de área foliar (IAF)

El índice de área foliar se calculó aplicando la ecuación:

$$IAF = AF \times DP$$

Donde: IAF = Índice de área foliar, AF = Área foliar por planta (m²), DP = Densidad de plantas por metro cuadrado (plantas/m²).

Las mediciones de área foliar se realizaron a partir de hojas representativas de cada tratamiento, determinando la superficie foliar total y su relación con el área de suelo cubierta por el cultivo.

e) Peso de tallo y hoja (kg)

El peso fresco de tallos y hojas se determinó mediante la recolección del material vegetal correspondiente a cada tratamiento y su pesaje inmediato con una balanza digital de precisión. Luego, el material se secó en estufa de aire forzado a 65 °C hasta alcanzar peso constante, obteniéndose así la materia seca (kg/m²). Los resultados se proyectaron a nivel de hectárea (kg MS/ha) siguiendo los métodos de Botero-Londoño et al. (2019) y Arias et al. (2023).

f) Relación hoja: tallo

La relación hoja:tallo se calculó considerando el cociente entre el peso seco del componente hoja y el peso seco del componente tallo, conforme a Medina (2009). Este indicador permitió estimar la proporción estructural y la calidad del forraje, siendo una variable clave para la interpretación productiva posterior.

Para el comportamiento productivo.

a) Rendimiento de materia verde (kg/m²).

Se determinó mediante el muestreo aleatorio de 15 cuadrantes de 1 m² cada uno, distribuidos dentro de la parcela experimental según el croquis establecido del diseño. Las muestras se recolectaron en las tres edades de corte evaluadas (60, 75 y 90 días) y se pesaron inmediatamente después de la cosecha utilizando una balanza digital de precisión. Los valores obtenidos se expresaron en kilogramos por metro cuadrado (kg/m²), siguiendo la metodología descrita por Botero-Londoño et al. (2019).

b) Rendimiento de materia seca (kg/m²).

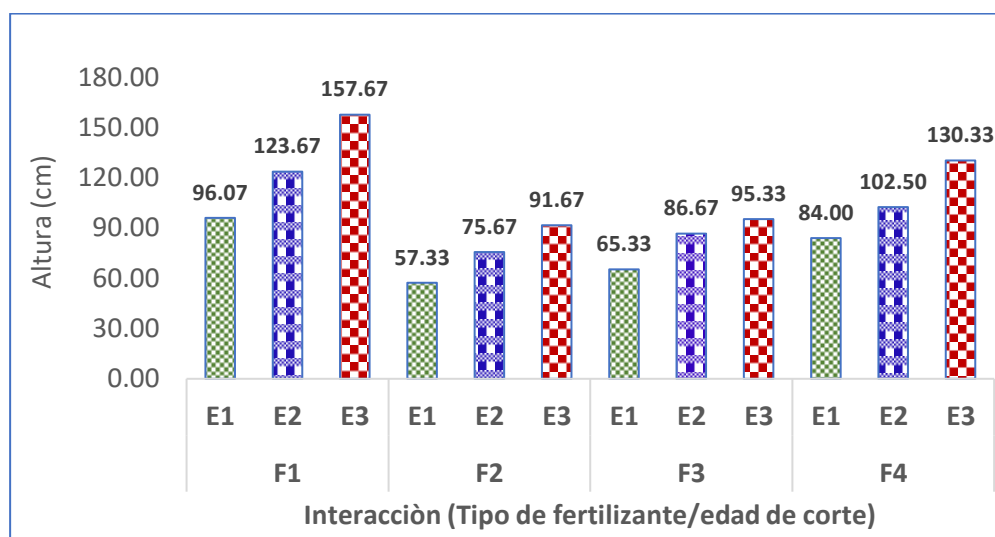
Se tuvo como referencia los valores de porcentaje de materia seca de cada muestra obtenidas en laboratorio Nutrición de la E.P. Zootecnia de la UNDAC.

4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados

Para la evaluación del comportamiento agronómico.

a) Altura de la planta (cm).

En el gráfico 1, se presenta la altura de la planta de la *Tithonia diversifolia*, observándose mayor tamaño con aplicación de fertilizante comercial a los 90 días de corte F₁E₃ (157±2.08 cm); sin embargo, se obtuvo menor altura con estiércol a la edad de 60 días F₂E₁ (57.33±4.73 cm).



F₁= 100% fertilizante comercial, F₂= 100% estiércol de vaca, F₃=75% estiércol de vaca + 25% fertilizante comercial, F₄=50% estiércol de vaca + 50% fertilizante comercial, E₁=Edad a 60 días, E₂=Edad a 75 días, E₃=Edad a 90 días.

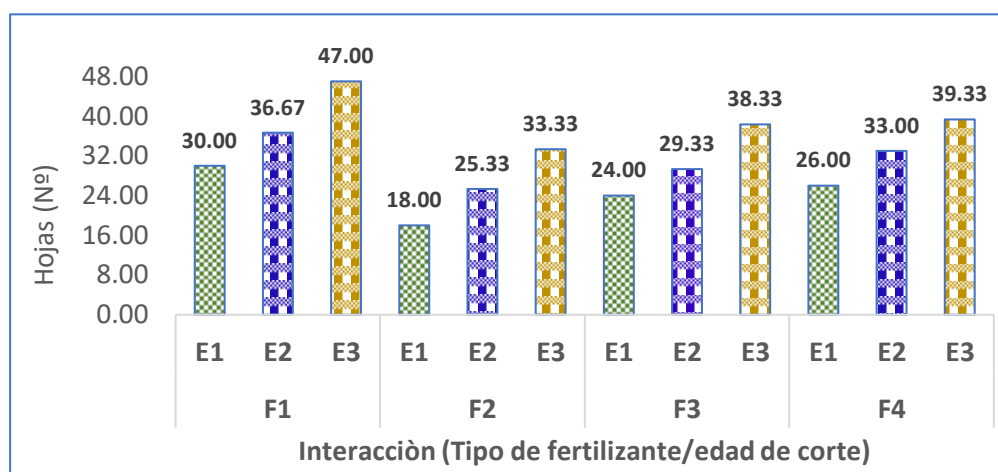
Gráfico 1. Altura de la planta (cm)

Estas disparidades en el desarrollo de las plantas pueden ser atribuidas a los efectos diversos de los distintos métodos de fertilización y al momento de su aplicación. La utilización del fertilizante comercial pudo haber suministrado nutrientes de forma más inmediata y directa, impulsando un crecimiento más vigoroso y una mayor altura al cumplirse 90 días. Por el contrario, el uso de estiércol podría haber liberado nutrientes de manera más gradual, requiriendo más tiempo para su absorción máxima, lo que potencialmente condujo a la menor estatura observada a los 60 días.

b) Número de hojas (No).

En el gráfico 2, se observa el número de hojas, obteniendo mayor número con la aplicación de fertilizante comercial a los 90 días de corte F₁E₃ (47.00±2.00); sin embargo, se obtuvo menor número con estiércol a la edad de 60 días F₂E₁ (18.00±1.00).

Estas diferencias en el número de hojas pueden ser explicadas por los efectos distintos de los métodos de fertilización y el momento de su aplicación. La aplicación del fertilizante comercial posiblemente proporcionó nutrientes de manera más eficiente y rápida a las plantas, fomentando un crecimiento foliar más abundante y, en consecuencia, un mayor número de hojas a los 90 días. Por el contrario, el uso de estiércol pudo haber liberado nutrientes de forma más gradual, lo que llevó a un desarrollo foliar más limitado y a la cantidad menor de hojas observada a los 60 días.



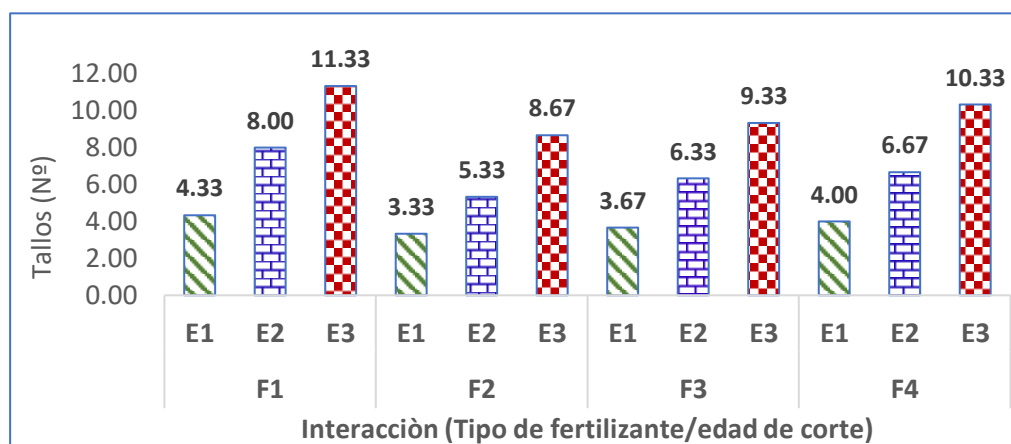
F₁= 100% fertilizante comercial, F₂= 100% estiércol de vaca, F₃=75% estiércol de vaca + 25% fertilizante comercial, F₄=50% estiércol de vaca + 50% fertilizante comercial, E₁=Edad a 60 días, E₂=Edad a 75 días, E₃=Edad a 90 días.

Gráfico 2. Número de hojas (Nº)

c) Número de tallos (No)

En el gráfico 3, se puede apreciar el número de tallos, siendo más alta cuando se aplicó un fertilizante comercial 90 días después del corte en la muestra F₁E₃ (con un promedio de 11.33±0.58). Por otro lado, se registró un número menor de tallos cuando se utilizó estiércol a los 60 días en el caso de la muestra F₂E₁ (con un promedio de 3.33±0.58).

Esto podría indicar que la aplicación de estiércol en ese momento no tuvo un efecto tan favorable en la producción de tallos en comparación con el fertilizante comercial en la otra muestra.



F₁= 100% fertilizante comercial, F₂= 100% estiércol de vaca, F₃=75% estiércol de vaca + 25% fertilizante comercial, F₄=50% estiércol de vaca + 50% fertilizante comercial, E₁=Edad a 60 días, E₂=Edad a 75 días, E₃=Edad a 90 días.

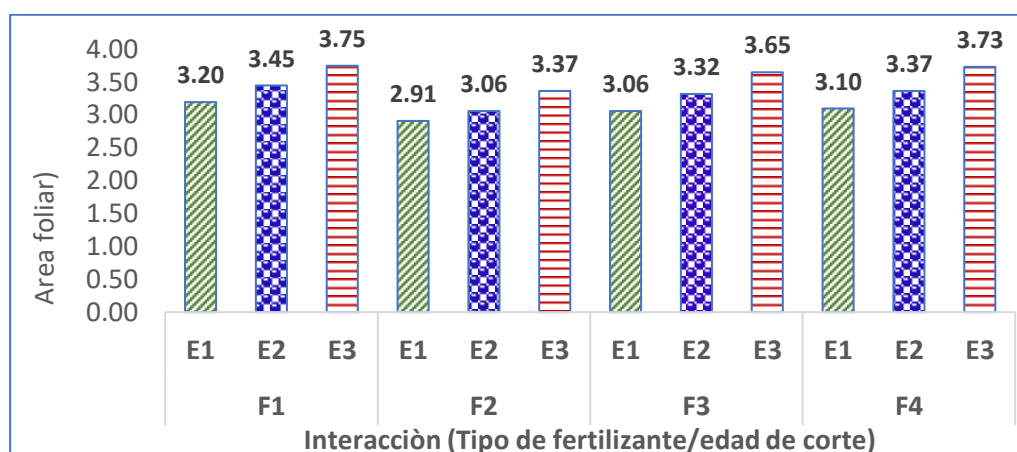
Gráfico 3. Número de tallos

d) Índice de área foliar.

En el Gráfico 4 se observa un incremento significativo en el índice de área foliar (IAF) tras la aplicación del fertilizante comercial a los 90 días después del corte en la muestra F1E3, alcanzando un valor promedio de 3.75 ± 0.05 . Este resultado sugiere que la aplicación del fertilizante en ese momento específico favoreció la expansión del área foliar, posiblemente debido a una mayor disponibilidad de nutrientes que estimuló el desarrollo de las hojas.

En contraste, la muestra F2E1 presentó una disminución del IAF tras la aplicación de estiércol a los 60 días después del corte, registrando un valor promedio de 2.91 ± 0.06 . Este comportamiento indica que la fertilización orgánica en ese periodo no promovió de manera efectiva la expansión foliar,

lo que podría atribuirse a la lenta liberación de nutrientes del estiércol o a una menor disponibilidad inmediata de nitrógeno para el crecimiento vegetativo.

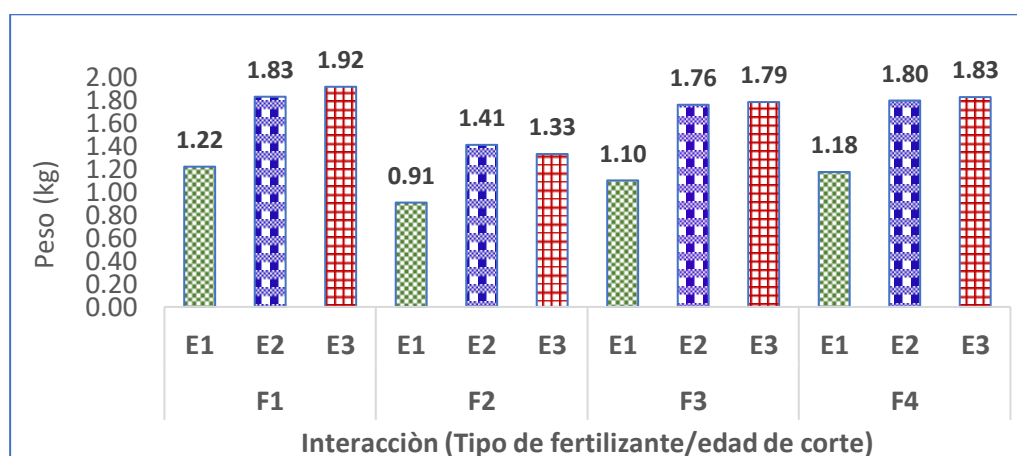


F₁= 100% fertilizante comercial, F₂= 100% estiércol de vaca, F₃=75% estiércol de vaca + 25% fertilizante comercial, F₄=50% estiércol de vaca + 50% fertilizante comercial, E₁=Edad a 60 días, E₂=Edad a 75 días, E₃=Edad a 90 días.

Gráfico 4. Índice de área foliar

e) Peso del tallo (kg)

En el gráfico 5, se puede visualizar el peso de los tallos, identificándose un incremento en el peso cuando se aplicó un fertilizante comercial a 90 días después de corte F₁E₃ (con un promedio de 1.92 ± 0.02). No obstante, se observó una disminución en el peso de los tallos al emplear estiércol a los 60 días en el caso de la muestra F₂E₁ (con un promedio de 0.91 ± 0.03).



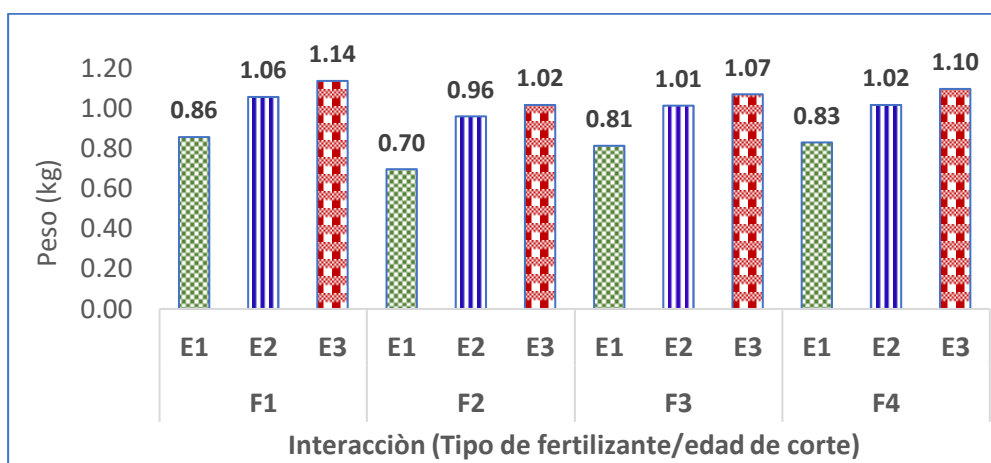
F₁= 100% fertilizante comercial, F₂= 100% estiércol de vaca, F₃=75% estiércol de vaca + 25% fertilizante comercial, F₄=50% estiércol de vaca + 50% fertilizante comercial, E₁=Edad a 60 días, E₂=Edad a 75 días, E₃=Edad a 90 días.

Gráfico 5. Peso del tallo (kg)

Estos resultados sugieren que la aplicación del fertilizante comercial después de 90 días del corte tuvo un impacto positivo en el aumento del peso de los tallos, posiblemente debido a sus componentes nutricionales específicos que favorecieron el crecimiento. Por otro lado, el uso de estiércol a los 60 días resultó en un menor peso de los tallos, lo que podría indicar que el estiércol no proporcionó los nutrientes necesarios en la cantidad adecuada o en el momento óptimo para un desarrollo robusto de los tallos.

f) Peso de la hoja (kg)

En el gráfico 6, se puede apreciar el peso de las hojas, constatando un aumento en el peso cuando se aplicó un fertilizante comercial a los 90 días de corte en la interacción F₁E₃ (1.14±0.02 kg). No obstante, se evidenció una disminución en el peso de las hojas al utilizar estiércol a los 60 días en la muestra F₂E₁ (0.70±0.02 kg).



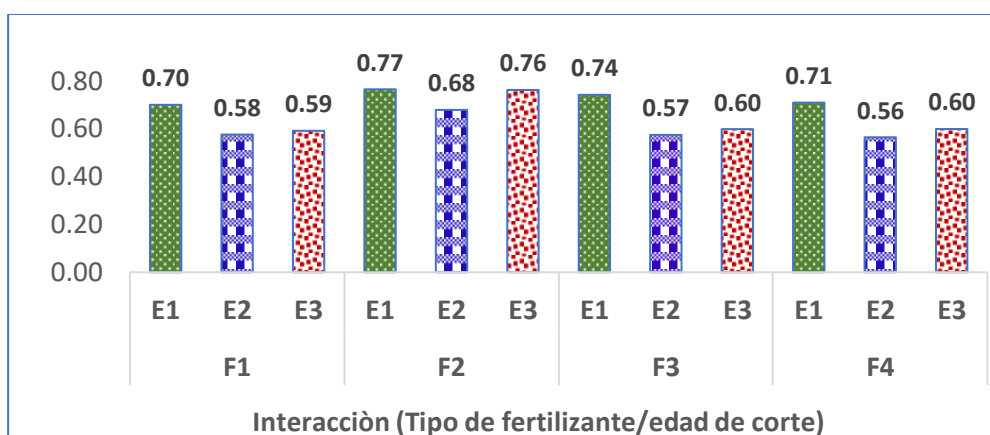
F₁= 100% fertilizante comercial, F₂= 100% estiércol de vaca, F₃=75% estiércol de vaca + 25% fertilizante comercial, F₄=50% estiércol de vaca + 50% fertilizante comercial, E₁=Edad a 60 días, E₂=Edad a 75 días, E₃=Edad a 90 días.

Gráfico 6. Peso de la hoja (kg)

Los resultados sugieren que la aplicación del fertilizante comercial después de 90 días del corte tuvo un efecto positivo en el incremento del peso de las hojas, posiblemente debido a su composición rica en nutrientes beneficiosos para el desarrollo foliar. Por otro lado, la aplicación de estiércol a los 60 días resultó en un menor peso de las hojas, lo que podría indicar que este tipo de enmienda no proporcionó los nutrientes adecuados o en la cantidad necesaria para fomentar un aumento significativo en el peso de las hojas.

g) Relación hoja: tallo

En el gráfico 7, se observa la relación entre el peso de las hojas y el peso de los tallos. Se evidencia que la relación entre estos dos elementos fue menor cuando se aplicó un fertilizante comercial a 90 días después del corte en la interacción F₄E₂, con un valor promedio (0.56 ± 0.01). En contraste, se encontró una relación mayor al emplear estiércol a los 60 días en la interacción F₂E₁, con un valor promedio de (0.77 ± 0.01).



F₁= 100% fertilizante comercial, F₂= 100% estiércol de vaca, F₃=75% estiércol de vaca + 25% fertilizante comercial, F₄=50% estiércol de vaca + 50% fertilizante comercial, E₁=Edad a 60 días, E₂=Edad a 75 días, E₃=Edad a 90 días.

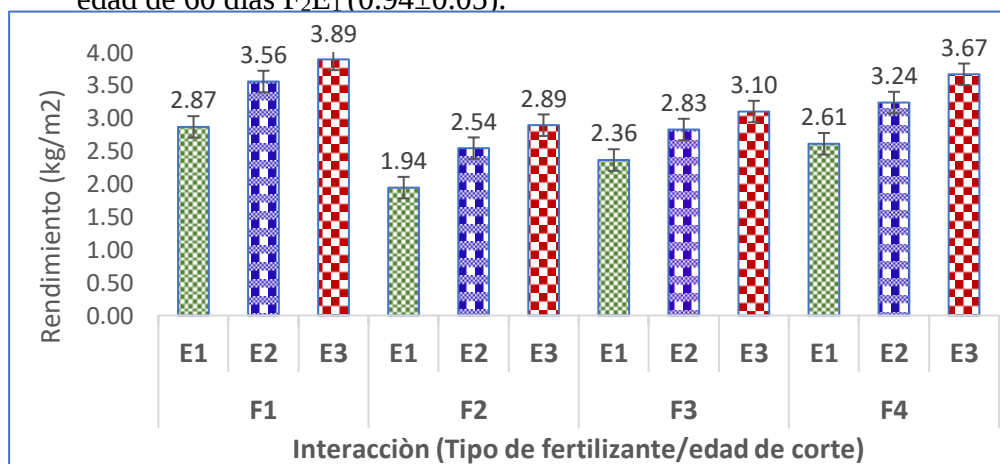
Gráfico 7. Relación hoja: tallo

Esto sugiere que el uso de estiércol en ese momento y en esa combinación en particular pudo haber favorecido un crecimiento más equilibrado entre el peso de las hojas y el peso de los tallos. Se pone de manifiesto cómo los diferentes tratamientos y momentos de aplicación pueden influir en la relación entre el peso de las hojas y el peso de los tallos. La aplicación de fertilizante comercial después de 90 días parece haber promovido un mayor desarrollo de los tallos en relación con las hojas, mientras que la utilización de estiércol a los 60 días condujo a un crecimiento más equitativo entre estos dos componentes de la planta.

Para el comportamiento productivo.

a) Rendimiento de forraje (materia verde) (kg/m²)

En el gráfico 8, se observa el rendimiento de forraje, obteniendo mayor valor con la aplicación de fertilizante comercial a los 90 días de corte F₁E₃ (3.89±0.01); sin embargo, se obtuvo menor rendimiento con estiércol a la edad de 60 días F₂E₁ (0.94±0.05).



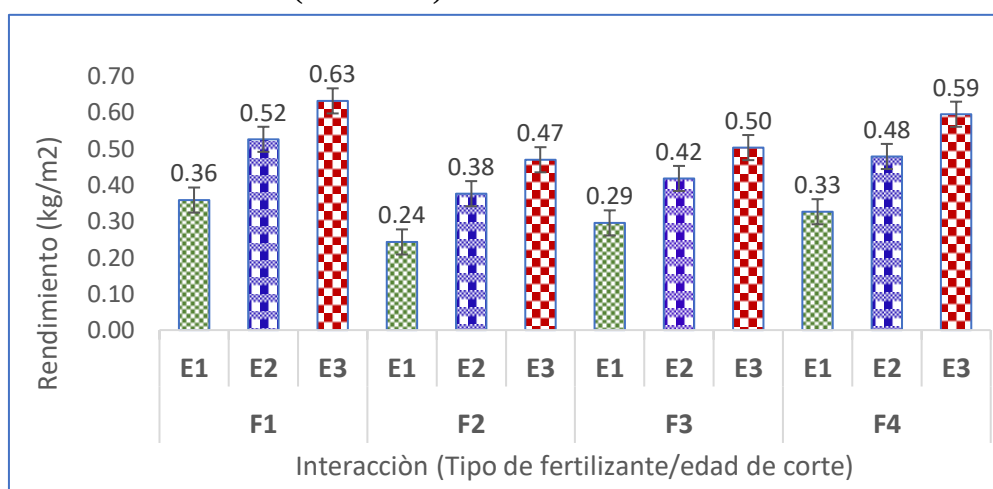
F₁= 100% fertilizante comercial, F₂= 100% estiércol de vaca, F₃=75% estiércol de vaca + 25% fertilizante comercial, F₄=50% estiércol de vaca + 50% fertilizante comercial, E₁=Edad a 60 días, E₂=Edad a 75 días, E₃=Edad a 90 días.

Gráfico 8. Rendimiento de materia verde (forraje)

Estos resultados indican que la aplicación del fertilizante comercial a los 90 días del corte, tuvo un efecto positivo en el rendimiento del forraje, lo que sugiere que los componentes nutricionales del fertilizante contribuyeron a un aumento en la producción. Por otro lado, la aplicación de estiércol a los 60 días resultó en un rendimiento inferior de forraje, posiblemente debido a una menor disponibilidad de nutrientes en el estiércol o a una absorción menos eficiente por parte de las plantas en ese momento.

b) Rendimiento de materia seca (kg/m²)

En el gráfico 9, se observa el rendimiento de forraje, obteniendo mayor valor con la aplicación de fertilizante comercial a los 90 días de corte F₁E₃ (0.63±0.01); sin embargo, se obtuvo menor rendimiento con estiércol a la edad de 60 días F₂E₁ (0.24±0.01).



F₁= 100% fertilizante comercial, F₂= 100% estiércol de vaca, F₃=75% estiércol de vaca + 25% fertilizante comercial, F₄=50% estiércol de vaca + 50% fertilizante comercial, E₁=Edad a 60 días, E₂=Edad a 75 días, E₃=Edad a 90 días.

Gráfico 9. Rendimiento de materia seca

Estos hallazgos señalan que la aplicación de fertilizante comercial tras 90 días del corte tuvo un impacto positivo en el rendimiento de forraje, indicando posiblemente una mayor disponibilidad de nutrientes esenciales proporcionados por dicho fertilizante. Por otro lado, la utilización de estiércol a los 60 días condujo a un rendimiento de forraje inferior, sugiriendo que, en este punto temporal, el estiércol no logró proveer los nutrientes en cantidad suficiente o no fue absorbido eficientemente por las plantas

4.3. Prueba de hipótesis.

Para la evaluación del comportamiento agronómico.

a) Altura de la planta (cm).

Al realizar el Análisis de Varianza (ANOVA), se han identificado diferencias altamente significativas entre los diferentes tipos de fertilizantes, las edades de corte y la interacción entre el tipo de fertilizante y la edad de corte. Además, se ha observado una uniformidad en la variabilidad entre las unidades experimentales, que representa el 4.18% del total, y se ha obtenido un coeficiente de confiabilidad aceptable del 99.00% (se pueden consultar los detalles en los anexos).

Tabla 5. Prueba de Bonferroni para altura de planta.

Tipo de fertilizante		Edad de corte			Promedio
		E ₁	E ₂	E ₃	
		(60 días)	(75 días)	(90 días)	
F₁ (100% fertilizante)	1	100.20	128.00	156.00	125.80 a
	2	99.00	125.00	160.00	
	3	89.00	118.00	157.00	
	1	52.00	70.00	88.00	74.89 d
	2	59.00	78.00	92.00	

F ₂	3				
		61.00	79.00	95.00	
(100 % estiércol)					
F ₃	1	65.00	85.00	93.00	82.44 c
	2	68.00	86.00	98.00	
	3	63.00	89.00	95.00	
(75% estiércol + 25 % fertilizante)					
F ₄	1	82.00	100.50	132.00	105.61 b
	2	84.00	102.00	123.00	
	3	86.00	105.00	136.00	
(50% estiércol + 50 % fertilizante)					
Promedio		75.68 c	97.13 b	118.75 a	

Nota: a, b, c = Letras iguales son iguales estadísticamente, letras diferentes son estadísticamente diferentes ($p > 0.05$).

Realizado la prueba de Bonferroni ($\alpha = 0.05$) para tipos de fertilizantes, se rechaza la hipótesis nula (H_0). Esto indica que existen diferencias estadísticas significativas entre los diferentes tipos de fertilizantes. Específicamente, se ha encontrado que el Fertilizante (F₁) presenta una altura promedio mayor y significativamente diferente (125.80 ± 27.04 cm) en comparación con el Fertilizante (F₄) con una altura de (105.61 ± 20.53 cm), el Fertilizante (F₃) con una altura de (82.44 ± 13.53 cm) y el Fertilizante (F₂) con una altura de (74.89 ± 15.37 cm), ver tabla 5 y anexos.

Además, se ha observado que el Fertilizante (F₄) tiene una altura mayor que el Fertilizante (F₃), y el Fertilizante (F₃) tiene una altura mayor que el Fertilizante (F₂). Todos estos resultados pueden consultarse en detalle en la Tabla 3 y en los anexos proporcionados. Realizado la prueba de Bonferroni ($\alpha = 0.05$) para edad de corte, se rechaza la hipótesis nula (H_0); es decir existe diferencia estadística entre estas, siendo mayor y diferente el E₃ (118.75 ± 28.49 cm) que E₂ (97.13 ± 19.14 cm) y F₁ (75.68 ± 16.31 cm); sin embargo, E₂ mayor que E₁, (ver tabla 5 y anexos).

Realizado la prueba de Bonferroni ($\alpha = 0.05$) para la interacción (tipos de fertilizantes/edad de corte), se rechaza la hipótesis nula (H_0). Esto indica que

existen diferencias estadísticas significativas entre las diferentes combinaciones de tipos de fertilizantes y edades de corte. En particular, se ha encontrado que la combinación fertilizante (F₁) y edad de corte (E₁) presenta una altura promedio mayor y significativamente diferente (157.67 cm) en comparación con las otras combinaciones de fertilizantes y edades de corte, ver tabla 6 y anexos.

Además de estas diferencias específicas, se han identificado patrones escalonados de igualdad y diferencia estadística entre las diferentes combinaciones de interacción. Con base en estos patrones, se han establecido seis categorías identificadas como letras (a, b, c, d, e, f y g), que indican grupos con similitudes o diferencias estadísticas en términos de altura. Los detalles completos de estos patrones y categorías se encuentran disponibles en la tabla 4 y en los Anexos proporcionados.

Tabla 6. Prueba de Bonferroni para interacción para altura de planta.

Tipos de fertilizantes	Edad de corte	Interacción (F/E)	Promedio Interacción (F/E)
F ₁	E ₃	F ₁ E ₃	157.67 a
F ₄	E ₃	F ₄ E ₃	130.33 b
F ₁	E ₂	F ₁ E ₂	123.67 b
F ₄	E ₂	F ₄ E ₂	102.5 c
F ₁	E ₁	F ₁ E ₂	96.07 cd
F ₃	E ₃	F ₃ E ₃	95.33 cd
F ₂	E ₃	F ₂ E ₃	91.67 cd
F ₃	E ₂	F ₃ E ₂	86.67 de
F ₄	E ₁	F ₄ E ₁	84.00 de
F ₂	E ₂	F ₂ E ₂	75.67 ef
F ₃	E ₁	F ₃ E ₁	65.33 fg
F ₂	E ₁	F ₂ E ₁	57.33 g

Nota: a, b, c, d, e, f, g = Letras iguales son iguales estadísticamente, letras diferentes son estadísticamente diferentes ($p > 0.05$).

b) Número de hojas.

Al realizar el ANOVA, se han identificado diferencias altamente significativas entre los tipos de fertilizantes y edades de corte; sin embargo, a nivel de interacción (tipo de fertilizante/edad de corte) no se observaron diferencias significativas. Se observa un coeficiente de variabilidad homogénea en las unidades experimentales (C.V.= 5.54%) y un coeficiente de confiabilidad ($r^2=0.97\%$), ver anexos.

Realizado la prueba de Bonferroni ($\alpha = 0.05$) para tipos de fertilizantes, se rechaza la hipótesis nula (H_0). Esto indica que existen diferencias estadísticas significativas entre tipos de fertilizantes. Específicamente, se ha encontrado que el Fertilizante (F_1) presenta un mayor número de hojas (37.89 ± 7.61) comparado con el fertilizante (F_4) con (32.78 ± 6.08), fertilizante (F_3) (30.56 ± 6.39) y (F_2) con (25.56 ± 6.75); sin embargo, F_4 y F_3 son estadísticamente iguales.

Tabla 7. Prueba de Bonferroni para número de hojas, tipos de fertilizantes y edad de corte.

Tipo de fertilizante		Edad de corte			Promedio
		E ₁	E ₂	E ₃	
		(60 días)	(75 días)	(90 días)	
F₁ (100 % fertilizante)	1	30.00	39.00	47.00	37.89 a
	2	29.00	34.00	45.00	
	3	31.00	37.00	49.00	
F₂ (100 % estiércol)	1	18.00	25.00	32.00	25.56 c
	2	17.00	27.00	33.00	
	3	19.00	24.00	35.00	
F₃ (75% estiércol + 25 % fertilizante)	1	24.00	29.00	38.00	30.56 b
	2	25.00	28.00	37.00	
	3	23.00	31.00	40.00	
F₄ (50% estiércol + 50 % fertilizante)	1	26.00	33.00	40.00	32.78 b
	2	27.00	30.00	37.00	
	3	25.00	36.00	41.00	
Promedio		24.50 c	31.08 b	39.50 a	

Nota: a, b, c, d = Letras iguales son iguales estadísticamente, letras diferentes son estadísticamente diferentes ($p > 0.05$).

Estos resultados indican que los diferentes tipos de fertilizantes tienen un impacto significativo en la cantidad de hojas producidas por las plantas. Específicamente, el fertilizante (F_1) parece promover un mayor desarrollo de hojas en comparación con los otros fertilizantes, mientras que los fertilizantes (F_4) y (F_3) parecen tener efectos similares en este aspecto, ver tabla 7 y anexos.

Realizado la prueba de Bonferroni ($\alpha = 0.05$) para analizar las diferentes edades de corte, se ha rechazado la hipótesis nula (H_0). Esto sugiere que existen diferencias estadísticamente significativas entre las distintas edades de corte de la planta. Específicamente, se ha encontrado que el valor de la *Tithonia* a los 90 días de corte (E_3) es significativamente mayor (con un promedio de 39.50 ± 5.33) en comparación con los valores de E_2 (con un promedio de 31.08 ± 5.48) y E_1 (con un promedio de 24.50 ± 4.60). Asimismo, se ha observado que los valores de E_2 son significativamente mayores que los de E_1 . Estos resultados indican que la edad en la que se realiza el corte de la planta tiene un impacto estadísticamente significativo en los valores medidos., ver tabla 8 y anexos.

Tabla 8. Prueba de Bonferroni para número de hojas para interacción (tipos de fertilizantes/ edad de corte).

Tipos de fertilizantes	Edad de corte	Interacción (F/E)	Promedio Interacción (F/E)
F_1	E_3	F_1E_3	47.00 a
F_4	E_3	F_4E_3	39.33 b
F_3	E_3	F_3E_3	38.33 bc
F_1	E_2	F_1E_2	36.67 bc
F_2	E_3	F_2E_3	33.33 cd

F₄	E₂	F₄E₂	33.00 cd
F₁	E₁	F₁E₁	30.00 de
F₃	E₂	F₃E₂	29.33 def
F₄	E₁	F₄E₁	26.00 ef
F₂	E₂	F₂E₂	25.33 ef
F₃	E₁	F₃E₁	24.00 f
F₂	E₁	F₂E₁	18.00 g

Nota: a, b, c, d = Letras iguales son iguales estadísticamente, letras diferentes son estadísticamente diferentes ($p > 0.05$).

Realizado la prueba de Bonferroni ($\alpha = 0.05$) para analizar la interacción entre tipos de fertilizantes y edades de corte, se ha rechazado la hipótesis nula (H_0). Este hallazgo señala que existen diferencias estadísticas significativas entre las diversas combinaciones de tipos de fertilizantes y edades de corte.

Específicamente, se ha observado que la combinación de fertilizante (F_1) y edad de corte (E_3) se distingue con un valor más elevado y diferente en el número de hojas, presentando un promedio de (47.0). Esta combinación exhibe este valor superior en comparación con las otras combinaciones de fertilizantes y edades de corte evaluadas, ver tabla 8 y anexos.

c) Número de tallos.

Al realizar el ANOVA, se han identificado diferencias altamente significativas entre los tipos de fertilizantes y edades de corte e interacción (tipo de fertilizante/edad de corte). Se observa un coeficiente de variabilidad homogénea en las unidades experimentales (C.V.= 8.87%) y un coeficiente de confiabilidad ($r^2=0.97\%$), ver anexos.

Tabla 9. Prueba de Bonferroni para número de tallos, por tipos de fertilizantes y edad de corte.

Tipo de fertilizante		Edad de corte			Promedio
		E ₁ (60 días)	E ₂ (75 días)	E ₃ (90 días)	
F₁ (100% fertilizante)	1	4.00	7.00	11.00	7.89 a
	2	5.00	8.00	12.00	
	3	4.00	9.00	11.00	
F₂ (100 % estiércol)	1	3.00	5.00	9.00	5.78 c
	2	3.00	6.00	8.00	
	3	4.00	5.00	9.00	
F₃ (75% estiércol + 25 % fertilizante)	1	4.00	6.00	9.00	6.44 bc
	2	3.00	7.00	10.00	
	3	4.00	6.00	9.00	
F₄ (50% estiércol + 50 % fertilizante)	1	4.00	6.00	10.00	7.00 b
	2	4.00	7.00	11.00	
	3	4.00	7.00	10.00	
Promedio		3.83 c	6.58 b	9.92 a	

Nota: a, b, c, d = Letras iguales son iguales estadísticamente, letras diferentes son estadísticamente diferentes ($p > 0.05$).

Realizado la prueba de Bonferroni ($\alpha = 0.05$) para tipos de fertilizantes, se rechaza la hipótesis nula (H_0). Esto indica que existen diferencias estadísticas significativas entre tipos de fertilizantes. Específicamente, se ha encontrado que el Fertilizante (F_1) presenta un mayor número de tallos (7.89 ± 3.10) comparado con el fertilizante (F_4) con (7.0 ± 2.78), fertilizante (F_3) (6.44 ± 2.51) y (F_2) con (5.78 ± 2.39); sin embargo, F_4 y F_3 son estadísticamente iguales, ver tabla 9 y anexos.

Realizado la prueba de Bonferroni ($\alpha = 0.05$) para analizar la variable de la edad de corte, se ha rechazado la hipótesis nula (H_0). Esto señala que existen diferencias estadísticas significativas entre las edades de corte. Específicamente, se ha observado que la *Tithonia* cosechada a los 90 días de corte (E_3) muestra valores superiores (con un promedio de 9.92 ± 1.16) en comparación con los valores de E_2 (con un promedio de 6.58 ± 1.16) y E_1 (con

un promedio de 3.83 ± 0.58). Además, se ha notado que los valores de E_2 son significativamente superiores a los valores de E_1 .

Tabla 10. Prueba de Bonferroni para número de tallos (tipos de fertilizantes/ edad de corte).

Tipos de fertilizantes	Edad de corte	Interacción (F/E)	Promedio
F ₁	E ₃	F ₁ E ₃	11.33 a
F ₄	E ₃	F ₄ E ₃	10.33 ab
F ₃	E ₃	F ₃ E ₃	9.33 bc
F ₂	E ₃	F ₂ E ₃	8.67 bc
F ₁	E ₂	F ₁ E ₂	8.00 cd
F ₄	E ₂	F ₄ E ₂	6.67 de
F ₃	E ₂	F ₃ E ₂	6.33 de
F ₂	E ₂	F ₂ E ₂	5.33 ef
F ₁	E ₁	F ₁ E ₁	4.33 fg
F ₄	E ₁	F ₄ E ₁	4.00 fg
F ₃	E ₁	F ₃ E ₁	3.67 fg
F ₂	E ₁	F ₂ E ₁	3.33 g

Nota: a, b, c, d = Letras iguales son iguales estadísticamente, letras diferentes son estadísticamente diferentes ($p > 0.05$).

Estos resultados enfatizan que la edad en la que se realiza el corte de la *Tithonia* tiene un impacto estadísticamente significativo en los valores medidos, especialmente en cuanto a los tipos de fertilizantes utilizados. La información detallada se encuentra en la tabla 8 y los anexos, que respaldan estas observaciones.

Realizado la prueba de Bonferroni ($\alpha = 0.05$) para analizar la interacción entre tipos de fertilizantes y edades de corte, se ha rechazado la hipótesis nula (H_0). Esto apunta a la existencia de diferencias estadísticas significativas entre las distintas combinaciones de tipos de fertilizantes y edades de corte. En particular, se ha identificado que la combinación de fertilizante (F₁) y edad de corte (E₃) sobresale al mostrar un valor promedio más alto y distinto en cuanto al número de tallos, alcanzando un promedio de (11.33). Esta cifra contrasta con las otras combinaciones de fertilizantes y edades de corte evaluadas.

Estos resultados subrayan la influencia significativa de las interacciones entre tipos de fertilizantes y edades de corte en las mediciones, especialmente en lo que concierne al número de tallos. Para una comprensión más detallada, se proporciona información adicional en la tabla 10 y los anexos adjuntos.

d) Índice de área foliar

El análisis de varianza (ANOVA) del índice de área foliar (IAF) reveló diferencias altamente significativas ($p < 0.01$) tanto entre los tipos de fertilizante como entre las edades de corte, mientras que la interacción entre ambos factores (fertilizante $\times$ edad de corte) no presentó diferencias estadísticas significativas ($p > 0.05$).

El coeficiente de variación (C.V. = 2.63%) indicó una adecuada homogeneidad en la variabilidad experimental, lo que respalda la consistencia y precisión de los datos obtenidos. De igual modo, el coeficiente de determinación ($R^2 = 0.93$) evidenció una alta capacidad explicativa del modelo, lo que confirma su eficiencia para describir y predecir la relación entre las variables evaluadas.

La prueba de comparación múltiple de Bonferroni ($\alpha = 0.05$) permitió rechazar la hipótesis nula (H_0), demostrando la existencia de diferencias significativas entre los tipos de fertilizante. En particular, el fertilizante F1 presentó el mayor índice promedio de área foliar (3.47 ± 0.25), seguido de F4 (3.40 ± 0.28), F3 (3.34 ± 0.27) y F2 (3.11 ± 0.22).

Tabla 11. Prueba de Bonferroni para área foliar, por tipos de fertilizantes y edad de corte.

Tipo de fertilizante		Edad de corte			Promedio
		E ₁	E ₂	E ₃	
		(60 días)	(75 días)	(90 días)	
F₁ (100% fertilizante)	1	3.20	3.35	3.80	3.47 a
	2	3.22	3.60	3.70	
	3	3.17	3.40	3.75	
F₂ (100 % estiércol)	1	2.98	3.10	3.50	3.11 c
	2	2.89	3.00	3.40	
	3	2.86	3.08	3.20	
F₃ (75% estiércol + 25 % fertilizante)	1	2.96	3.36	3.66	3.34 b
	2	3.12	3.28	3.76	
	3	3.10	3.32	3.53	
F₄ (50% estiércol + 50 % fertilizante)	1	3.00	3.40	3.70	3.40 ab
	2	3.10	3.30	3.82	
	3	3.20	3.40	3.68	
Promedio		3.07 c	3.30 b	3.63 a	

Nota: a, b, c, d = Letras iguales son iguales estadísticamente, letras diferentes son estadísticamente diferentes (p > 0.05).

Estos resultados indican que la aplicación del fertilizante F1 favoreció una mayor expansión foliar en *Tithonia diversifolia*, lo que refleja una respuesta fisiológica más eficiente en el desarrollo vegetativo, asociada posiblemente a una mayor disponibilidad y aprovechamiento de nutrientes esenciales para la síntesis de tejidos fotosintéticamente activos.

Asimismo, se observó que los fertilizantes F4 y F3 resultaron estadísticamente equivalentes en cuanto al índice de área foliar, lo que indica que no existen diferencias significativas entre ambos tratamientos en esta variable. La Tabla 11 y los anexos presentan la información detallada que respalda estos resultados.

Por otro lado, al aplicar la prueba de Bonferroni ($\alpha = 0.05$) para analizar el efecto de la edad de corte, se rechazó la hipótesis nula (H_0), evidenciando

la existencia de diferencias estadísticas significativas entre las distintas edades evaluadas.

Tabla 12. Prueba de Bonferroni para el área foliar (tipos de fertilizantes/ edad de corte).

Tipos de fertilizantes	Edad de corte	Interacción (F/E)	Promedio
F ₁	E ₃	F ₁ E ₃	3.75 a
F ₄	E ₃	F ₄ E ₃	3.73 a
F ₃	E ₃	F ₃ E ₃	3.65 ab
F ₁	E ₂	F ₁ E ₂	3.45 bc
F ₄	E ₂	F ₄ E ₂	3.37 cd
F ₂	E ₃	F ₂ E ₃	3.37 cd
F ₃	E ₂	F ₃ E ₂	3.32 cde
F ₁	E ₁	F ₁ E ₁	3.20 cde
F ₄	E ₁	F ₄ E ₁	3.10 def
F ₂	E ₂	F ₂ E ₂	3.06 ef
F ₃	E ₁	F ₃ E ₁	3.06 ef
F ₂	E ₁	F ₂ E ₁	2.91 f

Nota: a, b, c, d = Letras iguales son iguales estadísticamente, letras diferentes son estadísticamente diferentes ($p > 0.05$).

El índice de área foliar alcanzó su valor máximo a los 90 días de corte (E3), con un promedio de 3.63 ± 0.18 , superando significativamente los valores registrados a los 75 días ($E2 = 3.30 \pm 0.17$) y a los 60 días ($E1 = 3.07 \pm 0.13$). Asimismo, el valor obtenido en E2 fue significativamente mayor que en E1, lo que confirma una tendencia ascendente del IAF a medida que avanza la edad fisiológica de la planta.

Estos resultados indican que un mayor periodo de crecimiento favorece una expansión foliar más desarrollada, incrementando la intercepción de radiación solar y el potencial fotosintético de *Tithonia diversifolia*. Para información complementaria y respaldo estadístico, se sugiere revisar la Tabla 12 y los anexos correspondientes.

La prueba de Bonferroni ($\alpha = 0.05$) aplicada al análisis de la interacción entre los tipos de fertilizante y las edades de corte permitió rechazar la

hipótesis nula (H_0), evidenciando la existencia de diferencias estadísticas significativas entre las combinaciones evaluadas.

En particular, las combinaciones F1E3, F3E3 y F4E3 presentaron similitudes estadísticas entre sí, diferenciándose significativamente del resto. Este comportamiento sugiere que la edad de 90 días de corte, combinada con los fertilizantes F1, F3 o F4, favorece una mayor expansión foliar, asociada a un mejor desempeño fisiológico y productivo de *Tithonia diversifolia*.

La información detallada que sustenta estos resultados se presenta en la Tabla 12 y en los anexos respectivos.

e) Peso del tallo (kg).

Tras llevar a cabo el ANOVA para el peso del tallo, se han identificado diferencias altamente significativas entre los distintos tipos de fertilizantes y las edades de corte. Sin embargo, en relación a la interacción entre el tipo de fertilizante y la edad de corte, no se han observado diferencias significativas.

Se puede apreciar que existe homogeneidad en la variabilidad entre las unidades experimentales, ya que el coeficiente de variabilidad (C.V.= 2.49%). Además, la confiabilidad del modelo utilizado es alta, con un coeficiente de confiabilidad ($r^2 = 0.98\%$), lo que sugiere que este modelo es altamente fiable para explicar y predecir las relaciones entre las variables, ver anexos.

Realizado la prueba de Bonferroni ($\alpha = 0.05$) para tipos de fertilizantes, se rechaza la hipótesis nula (H_0). Esto indica que existen diferencias estadísticas significativas entre tipos de fertilizantes. Se ha encontrado que el Fertilizante (F_1) presenta un mayor peso de tallo (1.66 ± 0.33) comparado con el fertilizante (F_4) con (1.60 ± 0.32), fertilizante (F_3) (1.55 ± 0.34) y (F_2) con (1.22 ± 0.24); sin embargo, F_4 y F_3 son estadísticamente iguales, ver tabla 13 y anexos.

Tabla 13. Prueba de Bonferroni para peso de tallo, por tipos de fertilizantes y edad de corte.

Tipo de fertilizante		Edad de corte			Promedio
		E ₁	E ₂	E ₃	
		(60 días)	(75 días)	(90 días)	
F₁ (100% fertilizante)	1	1.22	1.86	1.90	1.66 a
	2	1.20	1.84	1.92	
	3	1.25	1.80	1.94	
F₂ (100 % estiércol)	1	0.88	1.40	1.36	1.22 c
	2	0.92	1.38	1.34	
	3	0.93	1.46	1.30	
F₃ (75% estiércol + 25 % fertilizante)	1	0.99	1.76	1.75	1.55 b
	2	1.12	1.73	1.80	
	3	1.20	1.80	1.81	
F₄ (50% estiércol + 50 % fertilizante)	1	1.11	1.78	1.79	1.60 ab
	2	1.12	1.80	1.86	
	3	1.30	1.82	1.84	
Promedio		1.10 b	1.70 a	1.72 a	

Nota: a, b, c, d = Letras iguales son iguales estadísticamente, letras diferentes son estadísticamente diferentes ($p > 0.05$).

Realizado la prueba de Bonferroni ($\alpha = 0.05$) para edad de corte, se rechaza la hipótesis nula (H_0). Esto indica que existen diferencias estadísticas significativas entre tipos de fertilizantes, se ha encontrado que pastos a 90 días de corte (E_3) (1.72 ± 0.24) es mayor a E_2 (1.70 ± 0.18) y E_1 (1.66 ± 0.13); asimismo E_2 mayor a E_1 . Estos resultados resaltan que la edad de corte de los pastos tiene un impacto estadísticamente significativo en el peso del tallo, con un aumento gradual a medida que se incrementa la edad de corte. ver tabla 13 y anexos.

Realizado la prueba de Bonferroni ($\alpha = 0.05$) para la interacción (tipos de fertilizantes/edad de corte), se rechaza la hipótesis nula (H_0). Esto indica que existen diferencias estadísticas significativas entre las diferentes combinaciones de tipos de fertilizantes y edades de corte. En particular, se ha encontrado que la combinación fertilizante (F_1) y edad de corte (E_3) presenta

un mayor y diferente peso de tallo, con promedio (1.92 kg) en comparación con las otras combinaciones de fertilizantes y edades de corte. Estos resultados subrayan la influencia significativa de las interacciones entre los tipos de fertilizantes y las edades de corte en las mediciones, específicamente en relación al peso del tallo. ver tabla 14 y anexos.

Tabla 14. Prueba de Bonferroni para peso de tallo (tipos de fertilizantes/ edad de corte).

Tipos de fertilizantes	Edad de corte	Interacción (F/E)	Promedio
F ₁	E ₃	F ₁ E ₃	1.92 a
F ₁	E ₂	F ₁ E ₂	1.83 a
F ₄	E ₃	F ₄ E ₃	1.83 a
F ₄	E ₂	F ₄ E ₂	1.80 a
F ₃	E ₃	F ₃ E ₃	1.79 a
F ₃	E ₂	F ₃ E ₂	1.76 a
F ₂	E ₂	F ₂ E ₂	1.41 b
F ₂	E ₃	F ₂ E ₃	1.33 bc
F ₁	E ₁	F ₁ E ₁	1.22 cd
F ₄	E ₁	F ₄ E ₁	1.18 cd
F ₃	E ₁	F ₃ E ₁	1.10 d
F ₂	E ₁	F ₂ E ₁	0.91 e

Nota: a, b, c, d = Letras iguales son iguales estadísticamente, letras diferentes son estadísticamente diferentes ($p > 0.05$).

f) **Peso de la hoja (kg).**

Desarrollado el ANOVA, se han identificado diferencias altamente significativas entre los tipos de fertilizantes y edades de corte; sin embargo, a nivel de interacción (tipo de fertilizante/edad de corte) no se observaron diferencias significativas. Se observa un coeficiente de variabilidad homogénea en las unidades experimentales (C.V.= 2.49%) y un coeficiente de confiabilidad ($r^2=0.98\%$), ver anexos.

Tabla 15. Prueba de Bonferroni para peso de hoja, por tipos de fertilizantes y edad de corte.

Tipo de fertilizante		Edad de corte			Promedio
		E ₁	E ₂	E ₃	
		(60 días)	(75 días)	(90 días)	
F₁ (100% fertilizante)	1	0.86	1.06	1.14	1.02 a
	2	0.88	1.08	1.12	
	3	0.83	1.03	1.15	
F₂ (100 % estiércol)	1	0.68	0.98	1.02	0.89 c
	2	0.70	0.94	0.99	
	3	0.71	0.96	1.04	
F₃ (75% estiércol + 25 % fertilizante)	1	0.83	1.01	1.08	0.97 b
	2	0.80	1.03	1.02	
	3	0.81	1.00	1.11	
F₄ (50% estiércol + 50 % fertilizante)	1	0.85	1.03	1.11	0.98 b
	2	0.83	1.01	1.12	
	3	0.81	1.01	1.06	
Promedio		0.80 c	1.01 b	1.08 a	

Nota: a, b, c, d = Letras iguales son iguales estadísticamente, letras diferentes son estadísticamente diferentes ($p > 0.05$).

Tras llevar a cabo la prueba de Bonferroni ($\alpha = 0.05$) para tipos de fertilizantes, se rechaza la hipótesis nula (H_0). Esto indica que existen diferencias estadísticas significativas entre tipos de fertilizantes. Específicamente, se ha encontrado que el Fertilizante (F_1) presenta un mayor peso de hojas (1.02 ± 0.13 kg) comparado con el fertilizante (F_4) con (0.98 ± 0.12), fertilizante (F_3) (0.97 ± 0.12) y (F_2) con (0.89 ± 0.15); sin embargo, F_4 y F_3 son estadísticamente iguales. Estos resultados destacan que los distintos tipos de fertilizantes tienen un efecto significativo en el número de hojas, con el Fertilizante (F_1) mostrando el mayor impacto en este aspecto, ver tabla 15 y anexos.

Realizado la prueba de Bonferroni ($\alpha = 0.05$) edad de corte, se rechaza la hipótesis nula (H_0). Esto indica que existen diferencias estadísticas

significativas entre edades de corte, se ha encontrado que pastos a 90 días de corte (E_3) (1.08 ± 0.05) es mayor a E_2 (1.10 ± 0.04) y E_1 (0.80 ± 0.07); asimismo E_2 mayor a E_1 . Estos hallazgos resaltan la influencia significativa de la edad de corte de los pastos en el peso del tallo, demostrando un patrón de aumento en el peso a medida que la edad de corte se extiende de 60 a 75 días, y luego a 90 días. Para obtener más información y respaldo, se recomienda consultar la tabla 15 y los anexos adjuntos.

Tabla 16. Prueba de Bonferroni para peso de tallo, (tipos de fertilizantes/ edad de corte).

Tipos de fertilizantes	Edad de corte	Interacción (F/E)	Promedio
F_1	E_3	F_1E_3	1.14 a
F_4	E_3	F_4E_3	1.10 ab
F_3	E_3	F_3E_3	1.07 abc
F_1	E_2	F_1E_2	1.06 bc
F_4	E_2	F_4E_2	1.02 cd
F_2	E_3	F_2E_3	1.02 cd
F_3	E_2	F_3E_2	1.01 cd
F_2	E_2	F_2E_2	0.96 d
F_1	E_1	F_1E_1	0.86 e
F_4	E_1	F_4E_1	0.83 e
F_3	E_1	F_3E_1	0.81 e
F_2	E_1	F_2E_1	0.70 f

Nota: a, b, c, d = Letras iguales son iguales estadísticamente, letras diferentes son estadísticamente diferentes ($p > 0.05$).

Analizado la prueba de Bonferroni ($\alpha = 0.05$) para la interacción (tipos de fertilizantes/edad de corte), se rechaza la hipótesis nula (H_0). Esto indica que existen diferencias estadísticas significativas entre las diferentes

combinaciones de tipos de fertilizantes y edades de corte. En particular, se ha encontrado que la combinación fertilizante y edad de corte (F_1E_3 , F_4E_3 y F_3E_3) son estadísticamente iguales, pero mayor y diferente a otras combinaciones.

El análisis de estas interacciones revela una jerarquía escalonada de igualdades y diferencias estadísticas entre las combinaciones, lo que sugiere patrones consistentes en relación a los efectos de los tipos de fertilizantes y las edades de corte en las mediciones. Para una comprensión más completa y detalles, se recomienda consultar la tabla 16 y los anexos adjuntos.

g) Relación hoja: tallo

Mediante el ANOVA, se han identificado diferencias altamente significativas entre los tipos de fertilizantes y edades de corte; sin embargo, a nivel de interacción (tipo de fertilizante/edad de corte) no se observaron diferencias significativas. Se observa un coeficiente de variabilidad homogénea en las unidades experimentales ($C.V.= 5.95\%$) y un coeficiente de confiabilidad ($r^2=0.85\%$), ver anexos.

Tras llevar a cabo el análisis mediante la prueba de Bonferroni ($\alpha = 0.05$) para evaluar los tipos de fertilizantes, se ha rechazado la hipótesis nula (H_0). Este rechazo indica que existen diferencias estadísticas significativas entre los diversos tipos de fertilizantes.

Tabla 17. Prueba de Bonferroni para relación hoja: tallo, por tipos de fertilizantes y edad de corte.

Tipo de fertilizante		Edad de corte			Promedio
		E ₁	E ₂	E ₃	
		(60 días)	(75 días)	(90 días)	
F₁ (100% fertilizante)	1	0.70	0.57	0.60	0.62 b
	2	0.73	0.59	0.58	
	3	0.66	0.57	0.59	
F₂ (100 % estiércol)	1	0.77	0.70	0.75	0.74 a
	2	0.76	0.68	0.74	
	3	0.76	0.66	0.80	
F₃ (75% estiércol + 25 % fertilizante)	1	0.84	0.57	0.62	0.64 b
	2	0.71	0.60	0.57	
	3	0.68	0.56	0.61	
F₄ (50% estiércol + 50 % fertilizante)	1	0.77	0.58	0.62	0.62 b
	2	0.74	0.56	0.60	
	3	0.62	0.55	0.58	
Promedio		0.73 b	0.60 b	0.64 a	

Nota: a, b, c, d = Letras iguales son iguales estadísticamente, letras diferentes son estadísticamente diferentes ($p > 0.05$).

De manera específica, se ha observado que el Fertilizante (F₁) presenta una relación significativamente mayor (0.62 ± 0.06) en comparación con otros fertilizantes (F₃, F₄ y F₁), cuyos valores son de 0.64 ± 0.09 , 0.62 ± 0.08 y 0.62 ± 0.06 , respectivamente. Cabe mencionar que estos valores se han encontrado estadísticamente iguales.

Para obtener un panorama más completo y respaldar estas interpretaciones, se sugiere consultar la tabla 17 y los anexos correspondientes.

Realizado la prueba de Bonferroni ($\alpha = 0.05$) edad de corte, se rechaza la hipótesis nula (H₀). Esto indica que existen diferencias estadísticas significativas entre edades de corte, se ha encontrado que pastos a 60 días de

corte (E_3) (0.73 ± 0.06) es mayor a E_3 (0.64 ± 0.08) y E_2 (0.60 ± 0.05); sin embargo, estos últimos son estadísticamente iguales, ver tabla 17 y anexos.

Tabla 18. Prueba de Bonferroni para relación hoja: tallo, (tipos de fertilizantes/ edad de corte).

Tipos de fertilizantes	Edad de corte	Interacción (F/E)	Promedio Interacción (F/E)
F ₂	E ₃	F ₂ E ₃	0.76 a
F ₂	E ₁	F ₂ E ₁	0.76 a
F ₃	E ₁	F ₃ E ₁	0.74 a
F ₄	E ₁	F ₄ E ₁	0.71 ab
F ₁	E ₁	F ₁ E ₁	0.70 abc
F ₂	E ₂	F ₂ E ₂	0.68 abcd
F ₄	E ₃	F ₄ E ₃	0.60 bcd
F ₃	E ₃	F ₃ E ₃	0.60 bcd
F ₁	E ₃	F ₁ E ₃	0.59 bcd
F ₃	E ₂	F ₃ E ₂	0.58 cd
F ₁	E ₂	F ₁ E ₂	0.58 cd
F ₄	E ₂	F ₄ E ₂	0.56 d

Nota: a, b, c, d = Letras iguales son iguales estadísticamente, letras diferentes son estadísticamente diferentes ($p > 0.05$).

Realizado la prueba de Bonferroni ($\alpha = 0.05$) para la interacción (tipos de fertilizantes/edad de corte), se rechaza la hipótesis nula (H_0). Esto indica que existen diferencias estadísticas significativas entre las diferentes combinaciones de tipos de fertilizantes y edades de corte. En particular, se ha encontrado que la combinación fertilizante y edad de corte (F₂E₃, F₂E₁ y F₃E₁) son estadísticamente iguales, pero mayor y diferente a otras

combinaciones. Se observan igualdades y diferencias estadísticas escalonadas entre interacciones, ver tabla 18 y anexos.

Para el comportamiento productivo.

a) Rendimiento de materia verde (forraje) (kg/m²).

En el rendimiento de materia verde, se han identificado diferencias altamente significativas tanto entre los tipos de fertilizantes como entre las edades de corte mediante el ANOVA. Sin embargo, al examinar la interacción entre el tipo de fertilizante y la edad de corte, no se observaron diferencias significativas.

Es importante destacar que los resultados revelaron una homogeneidad en el coeficiente de variabilidad en las unidades experimentales, (C.V. = 3.39%). Además, la confiabilidad de los datos se encuentra respaldada por un coeficiente de determinación ($r^2 = 0.98\%$), lo que indica un alto nivel de concordancia entre los datos y el modelo utilizado. Para mayor detalle, se pueden consultar los anexos adjuntos.

Realizado la prueba de Bonferroni ($\alpha = 0.05$) para tipos de fertilizantes, se rechaza la hipótesis nula (H_0). Esto indica la presencia de diferencias estadísticamente significativas entre los tipos de fertilizantes evaluados. Específicamente, los análisis revelan que el fertilizante F1 exhibe un rendimiento de forraje significativamente mayor (3.44 ± 0.46) en comparación con el fertilizante F₄ (3.17 ± 0.48), el fertilizante F₃ (2.76 ± 0.34) y el fertilizante F₂ (2.46 ± 0.42) en términos de kg/m².

Además, se ha observado una tendencia escalonada en los rendimientos de los fertilizantes F₄, F₃ y F₂, respectivamente, como se detalla en la tabla 19 y los anexos asociados al estudio.

Tabla 19. Prueba de Bonferroni para materia verde, por tipos de fertilizantes y edad de corte.

Tipo de fertilizante		Edad de corte			Promedio
		E ₁	E ₂	E ₃	
		(60 días)	(75 días)	(90 días)	
F₁ (100% fertilizante)	1	2.84	3.66	3.89	3.44 a
	2	2.90	3.56	3.89	
	3	2.86	3.45	3.90	
F₂ (100 % estiércol)	1	1.99	2.45	2.80	2.46 d
	2	1.94	2.58	2.96	
	3	1.90	2.60	2.92	
F₃ (75% estiércol + 25 % fertilizante)	1	2.34	2.80	3.30	2.76 c
	2	2.35	2.78	3.02	
	3	2.40	2.90	2.98	
F₄ (50% estiércol + 50 % fertilizante)	1	2.55	3.33	3.76	3.17 b
	2	2.60	3.28	3.44	
	3	2.68	3.10	3.80	
Promedio		2.45 c	3.04 b	3.39 a	

Nota: a, b, c, d = Letras iguales son iguales estadísticamente, letras diferentes son estadísticamente diferentes ($p > 0.05$).

Realizado la prueba de Bonferroni ($\alpha = 0.05$) edad de corte, se rechaza la hipótesis nula (H_0). Esto indica que existen diferencias estadísticas significativas entre edades de corte, se ha encontrado que pastos a 90 días de corte E₃ (3.39 ± 0.44) es mayor a E₂ (3.04 ± 0.41) y E₁ (2.45 ± 0.36); asimismo E₂ mayor a E₁, ver tabla 19 y anexos.

A la prueba de Bonferroni ($\alpha = 0.05$) para la interacción (tipos de fertilizantes/edad de corte) en el rendimiento de forraje, se rechaza la hipótesis nula (H_0). Esto indica que existen diferencias estadísticas significativas entre las diferentes combinaciones de tipos de fertilizantes y edades de corte. En particular, se ha encontrado que la combinación fertilizante (F₁) y edad de corte (E₃) presenta un mayor y diferente

rendimiento con promedio (3.89 kg/m²) en comparación con las otras combinaciones de fertilizantes y edades de corte, ver tabla 20 y anexos.

Tabla 20. Prueba de Bonferroni para materia verde, (tipos de fertilizantes/ edad de corte).

Tipos de fertilizantes	Edad de corte	Interacción (F/E)	Promedio
F ₁	E ₃	F ₁ E ₃	3.89 a
F ₄	E ₃	F ₄ E ₃	3.67 ab
F ₁	E ₂	F ₁ E ₂	3.56 b
F ₄	E ₂	F ₄ E ₂	3.24 c
F ₃	E ₃	F ₃ E ₃	3.10 cd
F ₂	E ₃	F ₂ E ₃	2.89 de
F ₁	E ₁	F ₁ E ₁	2.87 de
F ₃	E ₂	F ₃ E ₂	2.83 def
F ₄	E ₁	F ₄ E ₁	2.61 efg
F ₂	E ₂	F ₂ E ₂	2.54 fg
F ₃	E ₁	F ₃ E ₁	2.36 g
F ₂	E ₁	F ₂ E ₁	1.94 h

Nota: a, b, c, d = Letras iguales son iguales estadísticamente, letras diferentes son estadísticamente diferentes (p > 0.05).

b) Rendimiento de materia seca (kg/m²).

El ANOVA ha revelado la presencia de diferencias altamente significativas tanto entre los tipos de fertilizantes como entre las edades de corte. Sin embargo, en lo que respecta a la interacción entre el tipo de fertilizante y la edad de corte, no se han encontrado diferencias significativas.

Cabe destacar que se ha observado una homogeneidad en el coeficiente de variabilidad en las unidades experimentales, con un valor de C.V. del

3.54%. Además, los datos muestran un alto grado de confiabilidad, respaldado por un coeficiente de determinación ($r^2 = 0.99\%$). Para obtener más detalles, se puede consultar la tabla 6 y los anexos adjuntos al estudio.

Realizado la prueba de Bonferroni ($\alpha = 0.05$) para tipos de fertilizantes, se rechaza la hipótesis nula (H_0). Esto indica que existen diferencias estadísticas significativas entre tipos de fertilizantes. Específicamente, se ha encontrado que el Fertilizante (F_1) presenta un mayor rendimiento de materia seca (0.50 ± 0.12) comparado con el fertilizante F_4 con (0.47 ± 0.19), fertilizante F_3 (0.40 ± 0.09) y F_2 con (0.36 ± 0.10 gk/m²); asimismo, existiendo una diferencia escalonada entre fertilizantes F_4 , F_3 y F_2 , respectivamente, ver tabla 21 y anexos.

Tabla 21. Prueba de Bonferroni para materia seca, por tipos de fertilizantes y edad de corte.

Tipo de fertilizante		Edad de corte			Promedio
		E ₁	E ₂	E ₃	
		(60 días)	(75 días)	(90 días)	
F₁ (100 % fertilizante)	1	0.35	0.54	0.63	0.50 a
	2	0.36	0.53	0.63	
	3	0.36	0.51	0.63	
F₂ (100 % estiércol)	1	0.25	0.36	0.45	0.36 d
	2	0.24	0.38	0.48	
	3	0.24	0.38	0.47	
F₃ (75% estiércol + 25 % fertilizante)	1	0.29	0.41	0.53	0.40 c
	2	0.29	0.41	0.49	
	3	0.30	0.43	0.48	
F₄ (50% estiércol + 50 % fertilizante)	1	0.32	0.49	0.61	0.47 b
	2	0.32	0.48	0.56	
	3	0.33	0.46	0.62	
Promedio		0.31 c	0.45 b	0.55 a	

Nota: a, b, c, d = Letras iguales son iguales estadísticamente, letras diferentes son estadísticamente diferentes ($p > 0.05$).

Realizado la prueba de Bonferroni ($\alpha = 0.05$) edad de corte, se rechaza la hipótesis nula (H_0). Esto indica que existen diferencias estadísticas significativas entre edades de corte, se ha encontrado que pastos a 90 días de corte E_3 (0.55 ± 0.07) es mayor a E_2 (0.45 ± 0.06) y E_1 (0.30 ± 0.04); asimismo E_2 mayor a E_1 , ver tabla 21 y anexos.

Realizado la prueba de Bonferroni ($\alpha = 0.05$) para la interacción (tipos de fertilizantes/edad de corte), se rechaza la hipótesis nula (H_0). Esto indica que existen diferencias estadísticas significativas entre las diferentes combinaciones de tipos de fertilizantes y edades de corte. En particular, se ha encontrado que la combinación fertilizante (F_1) y edad de corte (E_3) presenta un mayor y diferente rendimiento con promedio (0.63 kg/m^2) en comparación con las otras combinaciones de fertilizantes y edades de corte, ver tabla 22 y anexos.

Tabla 22. Prueba de Bonferroni para materia seca, (tipos de fertilizantes/ edad de corte).

Tipos de fertilizantes	Edad de corte	Interacción (F/E)	Promedio
F₁	E₃	F₁E₃	0.63 a
F₄	E₃	F₄E₃	0.60 a
F₁	E₂	F₁E₂	0.53 b
F₃	E₃	F₃E₃	0.50 bc
F₄	E₂	F₄E₂	0.48 c
F₂	E₃	F₂E₃	0.47 c
F₃	E₂	F₃E₂	0.42 d
F₂	E₂	F₂E₂	0.37 de
F₁	E₁	F₁E₁	0.36 ef
F₄	E₁	F₄E₁	0.32 fg
F₃	E₁	F₃E₁	0.29 g
F₂	E₁	F₂E₁	0.24 h

Nota: a, b, c, d = Letras iguales son iguales estadísticamente, letras diferentes son estadísticamente diferentes ($p > 0.05$).

4.4. Discusión de resultados

Para la evaluación del comportamiento agronómico.

a) Altura de la planta (cm).

Los resultados indican que los diferentes tipos de fertilizantes tienen un impacto significativo en la altura de las plantas de *Tithonia diversifolia*. El fertilizante comercial (F₁) ha demostrado promover un mayor crecimiento en altura en comparación con los otros fertilizantes. Además, existe una tendencia de aumento de altura en orden descendente: F₁ > F₄ > F₃ > F₂. Esta diferencia puede atribuirse a las composiciones químicas y nutrientes proporcionados por los fertilizantes, que afectan el crecimiento y desarrollo de las plantas.

Estos resultados son similares a Flores *et al.* (2019), que reportaron en *Tithonia diversifolia* fertilizadas con fertilizante comercial y orgánico, para la altura de planta, siendo estadísticamente diferente ($p < 0,05$), el fertilizante.

Asimismo, nuestro resultado es similar a lo reportado por Botero J, Gómez y Botero A (2019), que afirman que la fertilización química genera un impacto importante en la altura de la planta en un rango que oscila entre los 90.65cm y los 154.88cm que depende de la edad.

b) Número de hojas (No).

Se observa una influencia significativa de los fertilizantes en el número de hojas producidas por las plantas. El fertilizante F₁ ha mostrado inducir la mayor cantidad de hojas, mientras que los fertilizantes F₄ y F₃ tienen efectos similares en este aspecto. Esta variación en el número de hojas podría estar relacionada con la cantidad y tipo de nutrientes suministrados por los fertilizantes, lo que influye en el proceso de crecimiento foliar.

Estos resultados son similares a Flores *et al.* (2019), que reportaron en *Tithonia diversifolia* fertilizadas con fertilizante comercial y orgánico, la cantidad de hojas en promedio de (110 ± 4.03) .

Asimismo, nuestro resultado es similar a lo reportado por Botero J, Gómez y Botero A (2019), que afirman que la fertilización química genera un impacto importante en la cantidad de hojas en rango que oscila entre 56 a 105, dependiendo de la edad de la planta.

El número de hojas es una característica importante en el momento de evaluar un forraje por su productividad, dado que está directamente relacionada con la disponibilidad de alimento especialmente en épocas de escasez (López *et al.* 2019).

c) Número de tallos (No).

Los resultados sugieren que el tipo de fertilizante afecta el número de tallos producidos por las plantas. El fertilizante F₁ ha demostrado promover un mayor número de tallos en comparación con los demás fertilizantes. Por otro lado, los fertilizantes F₄ y F₃ tienen un efecto similar en el número de tallos. La presencia de más tallos podría estar relacionada con la disponibilidad de nutrientes esenciales para la formación de estructuras vegetativas.

Nuestros resultados son mayores a lo reportados por Flores *et al.* (2019), habiendo encontrado promedio de tallos entre 3.86 a 7.54, usando fertilizantes químicos y abonos orgánicos en *Tithonia diversifolia*. Asimismo, Botero J, Gómez y Botero A (2019), afirman que la fertilización química genera un impacto importante sobre el comportamiento agronómico de la *Tithonia diversifolia*, especialmente en el número de tallos.

d) Índice de área foliar.

Los distintos tipos de fertilizantes ejercieron un efecto significativo sobre el desarrollo foliar de *Tithonia diversifolia*. En particular, el fertilizante F1 promovió un mayor incremento en el área foliar en comparación con los fertilizantes F4, F3 y F2, lo que evidencia una mejor disponibilidad y aprovechamiento de nutrientes esenciales para el crecimiento vegetativo y el proceso fotosintético.

Esta variación en el tamaño de las hojas podría atribuirse a diferencias en la composición nutricional y la eficiencia de absorción de los elementos presentes en cada fertilizante. Resultados similares fueron reportados por Flores *et al.* (2019), quienes, al evaluar el efecto de distintos fertilizantes en *Tithonia diversifolia*, registraron valores de área foliar entre 3.68 y 3.90, lo que respalda la influencia positiva de una nutrición adecuada sobre el desarrollo foliar.

Asimismo, Botero J., Gómez y Botero A. (2019) señalaron que la fertilización química, especialmente con dosis crecientes de nitrógeno, genera un impacto significativo en el comportamiento agronómico de *Tithonia diversifolia*, destacando el incremento del área foliar como uno de los principales indicadores de respuesta fisiológica.

e) Peso del tallo (kg).

Los resultados obtenidos en el estudio indican claramente que los diferentes tipos de fertilizantes tienen un efecto significativo en el peso del tallo de las plantas de *Tithonia*. En particular, se ha observado que el uso del fertilizante F₁ resulta en un aumento notable en el peso del tallo en comparación con los otros fertilizantes evaluados. Además, se ha identificado

un patrón consistente de incremento gradual en el peso del tallo a medida que se prolonga el período de crecimiento, pasando de 60 a 75 días y luego a 90 días. Este aumento podría estar relacionado con la madurez de las estructuras vegetales y la acumulación de biomasa a lo largo del tiempo.

Es importante destacar que estos resultados son coherentes con los hallazgos previos de Flores et al. (2019), quienes llevaron a cabo un estudio similar con *Tithonia* utilizando diversos fertilizantes y obtuvieron un rango de pesos de tallo de 1.24 a 1.86 kg. Esta variabilidad en el peso del tallo podría explicarse en gran medida por las diferencias en la composición nutricional de los fertilizantes utilizados y también por la edad de las plantas en el momento de la medición.

Además, Botero J, Gómez y Botero A (2019), respaldan estos resultados al afirmar que la fertilización química, especialmente cuando se aumenta la dosis de nitrógeno, tiene un impacto significativo en el comportamiento agronómico de la *Tithonia diversifolia*, específicamente en lo que respecta al peso del tallo. Esto subraya aún más la importancia de elegir cuidadosamente el tipo y la cantidad de fertilizante utilizado en el cultivo de *Tithonia* para optimizar el rendimiento en términos de peso del tallo. En resumen, estos hallazgos destacan la influencia crucial de la fertilización en el desarrollo y el rendimiento de las plantas de *Tithonia*, especialmente en lo que se refiere al peso del tallo.

f) Peso de la hoja (kg).

Los resultados de este estudio señalan que el tipo de fertilizante tiene un impacto significativo en el peso de las hojas de las plantas de *Tithonia*. En particular, se ha observado que el uso del fertilizante F₁ promueve un

aumento notable en el peso de las hojas en comparación con otros fertilizantes. Además, se ha identificado una tendencia consistente de aumento gradual en el peso de las hojas a medida que se extiende el período de crecimiento de las plantas.

Estos hallazgos son coherentes con los resultados obtenidos por Flores et al. (2019) en un estudio similar realizado con *Tithonia*, donde se observaron pesos de hojas que oscilaban entre 0.84 y 1.12 kg al utilizar tanto abono orgánico como fertilizante químico. Esto respalda la idea de que el tipo de fertilizante desempeña un papel importante en la determinación del peso de las hojas en estas plantas.

Además, Botero J, Gómez y Botero A (2019), respaldan esta conclusión al afirmar que la fertilización química tiene un impacto significativo en el comportamiento agronómico de la *Tithonia diversifolia*, especialmente en lo que respecta al peso de las hojas, cuando se utilizan dosis crecientes de nitrógeno y se considera la edad de las plantas. Esto subraya la importancia de considerar tanto la composición química del fertilizante como la etapa de desarrollo de las plantas al buscar maximizar el peso de las hojas en el cultivo de *Tithonia diversifolia*.

g) Relación hoja: tallo

La relación entre la cantidad de hojas y el peso del tallo es otro aspecto que se ve afectado por el tipo de fertilizante utilizado. En particular, se ha observado que el fertilizante F₂ genera una relación hoja: tallo significativamente más alto en comparación con los otros fertilizantes. Esta relación puede tener un impacto importante en la capacidad de la planta para

llevar a cabo la fotosíntesis de manera eficiente y mantener un crecimiento saludable.

Estos resultados son consistentes con los hallazgos previos de Flores *et al.* (2019), quienes encontraron una relación hoja: tallo que variaba entre 0.57 y 0.67 en su estudio con *Tithonia diversifolia*. Es relevante destacar que esta variación fue más favorable cuando se utilizó abono orgánico y en etapas tempranas de desarrollo de la planta.

Además, Botero J, Gómez y Botero A (2019), respaldan estas conclusiones al afirmar que la fertilización orgánica llevó a una relación hoja: tallo más favorable, que variaba entre 0.79 y 1.46, en el cultivo de *Tithonia diversifolia*. Esto resalta la importancia de considerar el tipo de fertilizante y el momento de aplicación para optimizar la relación hoja: tallo en este cultivo.

Para el comportamiento productivo.

a) Rendimiento de materia verde y seca (forraje) (kg/m²).

Los resultados obtenidos en este estudio destacan claramente el impacto tanto de los diferentes tipos de fertilizantes como de las edades de corte en el rendimiento de materia verde y seca de las plantas. En general, se ha observado que el uso del fertilizante F₁ conduce a un mayor rendimiento tanto en materia verde como en materia seca en comparación con otros fertilizantes. Además, se ha identificado una tendencia constante de aumento en el rendimiento a medida que se prolonga la edad de corte de las plantas.

Estos hallazgos son coherentes con los resultados informados por Flores *et al.* (2019), quienes obtuvieron rendimientos promedio que variaban entre 2.88 y 3.88 kg/m² de forraje y entre 0.40 y 0.54 kg/m² en materia seca en su

estudio sobre *Tithonia diversifolia*. En su caso, también notaron que estos rendimientos estaban influenciados por el contenido de nitrógeno presente en los fertilizantes químicos utilizados y por la etapa de desarrollo de las plantas.

Además, Ruíz et al. (2016) alcanzaron rendimientos más altos en un experimento realizado en Colombia, donde utilizaron fertilizantes químicos y mantuvieron una distancia de 0.50 m entre surcos. Realizaron cortes de planta a alturas entre 10 y 15 cm, con frecuencias de corte de 60 y 80 días en las estaciones de lluvia y seca, respectivamente. Estos resultados refuerzan la importancia de considerar tanto el tipo de fertilizante como la estrategia de manejo de cultivo en la obtención de rendimientos óptimos en *Tithonia diversifolia*.

CONCLUSIONES

a) Para la evaluación del comportamiento agronómico.

Tanto el tipo de fertilizante como la edad de corte influyeron significativamente en las variables morfofisiológicas de *Tithonia diversifolia*.

- El fertilizante comercial (F1) promovió el mayor crecimiento vegetal, superando a los demás tratamientos en la mayoría de las variables evaluadas.
- La edad de corte de 90 días (E3) registró los valores más altos en los indicadores de desarrollo, confirmando que un mayor tiempo de crecimiento favorece la acumulación de biomasa y la expansión foliar.
- La interacción entre fertilizante y edad de corte resalta la importancia de un manejo agronómico integrado, que combine una adecuada nutrición con el momento óptimo de cosecha para maximizar el crecimiento y la eficiencia fisiológica de la especie.

b) Para el comportamiento productivo:

El tipo de fertilizante y la edad de corte determinaron significativamente el rendimiento de materia verde (MV) y materia seca (MS).

- El fertilizante F1 mostró la mayor eficiencia productiva, seguido por F4, F3 y F2, evidenciando que la composición nutricional del fertilizante incide directamente en la productividad.
- El corte a 90 días (E3) presentó los rendimientos más altos de MV y MS, demostrando que una mayor duración del crecimiento mejora la acumulación de biomasa.
- La combinación F1E3 alcanzó el rendimiento más elevado, confirmando que la interacción entre una adecuada fertilización y el momento óptimo de corte es clave para maximizar la productividad de *Tithonia diversifolia*.

RECOMENDACIONES

a) Para el comportamiento agronómico:

- Se recomienda ampliar la investigación hacia el uso de fuentes alternativas de fertilización, incluyendo tanto fertilizantes orgánicos como sintéticos, con el fin de identificar opciones sostenibles y eficientes que optimicen el crecimiento de *Tithonia diversifolia*.
- Resulta pertinente evaluar la influencia de nutrientes específicos y compuestos bioactivos presentes en los distintos fertilizantes sobre los componentes morfológicos y fisiológicos de la planta, lo que permitiría comprender con mayor profundidad los mecanismos que regulan su desarrollo agronómico.
- Se sugiere ampliar el rango de edades de corte evaluadas, incorporando etapas más tempranas y más avanzadas del ciclo vegetativo, con el propósito de determinar los momentos óptimos de cosecha que maximicen tanto el crecimiento como la calidad del forraje.

b) Para el comportamiento productivo:

- Es recomendable profundizar en el estudio de los mecanismos fisiológicos y bioquímicos que explican la mayor eficacia del fertilizante comercial en el incremento del rendimiento, considerando variables como la absorción de nutrientes, la eficiencia fotosintética y la partición de biomasa.
- Se sugiere realizar estudios comparativos de fertilización bajo diferentes formulaciones y concentraciones, con el fin de identificar el tipo de fertilizante más adecuado en función de las metas productivas y condiciones edafoclimáticas locales.
- Finalmente, se propone establecer evaluaciones de largo plazo en distintas condiciones agroecológicas y geográficas, a fin de validar la consistencia,

estabilidad y aplicabilidad de los resultados obtenidos, garantizando su pertinencia para diferentes sistemas de producción.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ademiluyi, B.O., Omotoso, S.O., (2007). *Comparative Evaluation of Tithonia diversifolia and NPK Fertilizer for soil improvement in maize (Zea mays) production in Ado Ekiti, Southwestern Nigeria*. American-Eurasian Journal of Sustainable Agriculture, 1 (1): 32-36.
- Agencia Agraria Oxapampa (2022). *Reporte estadístico agrícola y pecuario 2022*. Agencia Agraria Oxapampa. Dirección Regional Agraria Pasco.
- Arias, C., Ramírez, D., & Zúñiga, L. (2023). Efecto de la fertilización y edad de rebrote sobre el rendimiento y la composición bromatológica de *Tithonia diversifolia*. *Agronomía Costarricense*, 47(1), 12-21. Disponible en: <https://www.redalyc.org/journal/437/43774930012>
- Arias-Gamboa, L. M.; Alpízar-Naranjo, A.; Castillo-Umaña, M. Á.; Camacho-Cascante, María I.; Arronis-Díaz, Victoria & Padilla-Fallas, J. E. (2018). *Producción, calidad bromatológica de la leche y los costos de suplementación con Tithonia diversifolia (Hemsl.) A. Gray, en vacas Jersey*. Pastos y Forrajes. 41 (4):266-272, 2018.
- Arronis-Díaz, V. (2015). *Banco forrajero de botón de oro (Tithonia diversifolia)*. InfoAgro 2. Costa Rica: Ministerio de Agricultura y Ganadería. http://www.infoagro.go.cr/InfoRegiones/Publicaciones/banco_forrajero_boton_oro.pdf, 2015.
- Botero Londoño, J. M., Gómez Carabalí, A., & Botero Londoño, M. A. (2019). *Yield, agronomic parameters and nutritional quality of Tithonia diversifolia in response to different fertilization levels*. Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias, 10(3), 789–805. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v10i3.4667>
- De Souza, J.O.F., Gualberto, R. (2007). *Influência de espaçamentos e da época de corte na produção de biomassa e valor nutricional de Tithonia diversifolia (Hemsl) Gray*: Tesis de maestrado, Universidade de Marília —UNIMAR—, Faculdade de Ciências Agrárias, São Paulo, Brasil.
- Fasuyi, A.O., Dairo, F.A.S., Ibitayo, F.J., (2010). *Ensiling wild sunflower (Tithonia diversifolia) leaves with sugar cane molasses*. Livestock Research for Rural Development, 22 (3).
- Flóres D, Capacho A, Quintero S. Y Ortiz L. (2019). *Comportamiento agronómico y productivo de Tithonia diversifolia en trópico alto bajo dos esquemas de*

fertilización. ISSN-Revista en Línea: 2539-178X. DOI: 10.47874/fagropec.v11n2a1. Revista FAGROPEC. Vol. 11 No. (2) Julio-diciembre 2019 pp: 72.

- Galindo, J., González, N., Sosa, A., Ruiz, T., Torres, V., Aldana, A.I. *et al.*, (2011). *Effect of Tithonia diversifolia (Hemsl.) Gray (Giant Mexican Sunflower) on the population of rumen protozoa and methanogens under in vitro conditions*. Cuban Journal of Agricultural Science, 45 (1): 33-37.
- García, D.E., Medina, M.G., Cova, L.J., Soca, M., Pizzani, P., Baldizán, A. *et al.* (2008b). *Aceptabilidad de follajes arbóreos tropicales por vacunos, ovinos y caprinos en el Estado Trujillo, Venezuela*. Zootecnia tropical, 26 (3): 191-196.
- García, D.E., Medina, M.G., Cova, L.J., Torres, A., Soca, M., Pizzani, P. *et al.* (2008a). *Preferencia de vacunos por el follaje de doce especies con potencial para sistemas agrosilvopastoriles en el Estado de Trujillo, Venezuela*. Revista de pastos y forrajes, 31 (3).
- George, T.S., Gregory, P.J., Robinson, J.S., Buresh, R.J., Jama, B.A. (2001). *Tithonia diversifolia: Variations in leaf nutrient concentration and implications for biomass transfer*. Agroforestry Systems, 52 (3): 199-205.
- González Castillo J. C., Hahn Von Hessberg C. M., & Narváez Solarte W. (2014). *Características botánicas de Tithonia diversifolia (asterales: asteraceae) y su uso en la alimentación animal*. Boletín Científico. Centro de Museos, 18(2), 45-58. Recuperado a partir de <https://revistasoj.s.ucaldas.edu.co/index.php/boletincientifico/article/view/4113>
- Guatusmal-Gelpud, M., Chasoy, M., & Ordóñez, J. (2020). *Producción y calidad de Tithonia diversifolia en un sistema silvopastoril de alta montaña en Nariño, Colombia*. Agronomía Mesoamericana, 31(1), 93-107. <https://doi.org/10.15517/am.v31i1.36677>
- Inayat, A., Gordon, O. (2009). *Influencia de las fases lunares (Mengunte y Luna llena) sobre la propagación vegetativa del botón de oro Tithonia diversifolia para la formación de un banco de proteína*: Tesis, Sede el Prado, Quito, Facultad de Ingeniería de Ciencias Agropecuarias, Ecuador. IPOU, J.
- Ipou, J., Toure, A., Adou, L.M., Kouame, K.F., Gue, A. (2011). *A new invasive species of the agrosystems in the south of Côte d'Ivoire: Tithonia diversifolia (Hemsl.) A. Gray (Asteraceae)*. African Journal of Food Science and Technology, 1 (6): 146-150.

- Jama, B., Palm, C.A., Buresh, R.J., Niang, A., Guachengo, C., Nziguheba, G. *et al.* (2000). *Tithonia diversifolia* as a green manure for soil fertility improvement in western Kenya: A review. *Agroforestry Systems*, 49 (2): 201-221.
- Kayuki, K.C., Wortmann, C.S. (2001). *Plant materials for soil fertility management in subhumid tropical areas*. *Agronomy Journal*, 93 (4): 929-935.
- La-O, L.O., Valenciaga, G.D., Ruiz, T.E., Ruiz, B.O., Castillo, Y., González, H. *et al.*, (2008). *Efecto de la edad de corte en la capacidad fermentativa in vitro y la dinámica de degradación ruminal in situ de Tithonia diversifolia*. *Zootecnia Tropical*, 26 (3): 243-247.
- Lezcano Y, Soca M, Ojeda F, Roque E, Fontes D, Montejó L. (2012). *Caracterización bromatológica de Tithonia diversifolia (HEMSL) A Gray, en dos etapas de dos etapas de su ciclo fisiológico*. *Pastos y forrajes*. 2012; 35(3):275–282. <http://scielo.sld.cu/pdf/pyf/v35n3/pyf03312.pdf>.
- Macías, M., Martínez, O. (1997). *Composición en aminoácidos de diferentes fuentes tropicales no convencionales para la alimentación animal*. *Revista computarizada de producción porcina*, 4 (3): 1-60.
- Mahecha L. Y M. Rosales. (1999). *Valor nutricional del follaje de botón de oro Tithonia diversifolia (Hems)*. Gray en la producción animal en el trópico. Fundación CIPAV. Cali, Colombia.
- Mahecha, L., Escobar, J.P., Suárez, J.F., Restrepo, L.F. (2007). *Tithonia diversifolia (Hemsl.) Gray (botón de oro) como suplemento forrajero de vacas F1 (Holstein por Cebú)*. *Livestock Research for Rural Development*, 19 (2).
- Mahecha, L., 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).
- Medina M., D. García, M. Gonzáles, M. Cova Y L. Moratinos. (2009). *Variables morfo-estructurales y de calidad de la biomasa de Tithonia diversifolia en la etapa inicial de crecimiento (en línea)* Consultado 15 de mayo del 2009. *Zootecnia Tropical*., 27(2):121-134.2009. Disponible en: http://sian.inia.gob.ve/repositorio/revistas_ci/ZootecniaTropical/zt2702/pdf/medina_m.pdf
- Morales, A. J. (2006). *Evaluación de 14 variedades de alfalfa con fertirriego en la mixteca de Oaxaca*. *Técnica pecuaria en México*, issn 0040-1889, vol. 44, n°. 3, 2006, págs. 277-288, 277-288. Obtenido de <https://n9.cl/lp2qh>

- Murgueitio, E., J. Chará, A. Solarte, F. Uribe, C. Zapata, y J. Rivera. (2013). *Agroforestería pecuaria y sistemas silvopastoriles intensivos (SSPi) para la adaptación ganadera al cambio climático con sostenibilidad*. Rev. Colomb. Cienc. Pecu. 26:313-316.
- Murgueito, E., Ospina, S. (2002). *Tres especies vegetales promisoras: Nacedero (Trichanthera gigantea), Botón de oro (Tithonia diversifolia) y Bore (Alocasia macrorrhiza)*. COLCIENCIAS-CAB-CIPAV. Cali, Colombia.
- Navarro, F., 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. Ibagué Colombia.
- Navas Panadero, 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. doi.org/10.15381/rivep.v30i2.15066
- Nziguheba, G., Merckx, R., Palm, C.A., Mutuo, P. (2002). *Combining Tithonia diversifolia and fertilizers for maize production in a phosphorus deficient soil in Kenya*. Agroforestry Systems, 55 (1): 165-174.
- Padilla, M.E. (2013). *Evaluación de la producción cuyícola bajo arreglos silvopastoriles con botón de oro (Tithonia diversifolia), acacia de la pradera (Senegalia angustissima), reventador (clibadium sp), Guatemala (Tripsacum andersonii) e imperial (Aaxonopus scoparius), en clima medio del departamento de Nariño*: Tesis de Maestría en Ciencias Agrarias, Universidad de Nariño, Pasto, Colombia.
- Pérez, A.; Montejó, I. L.; Iglesias, J. M.; López, O.; Martín, G. J.; García, D. E. et al. (2009). *Tithonia diversifolia (Hemsl.) A. Gray. Pastos y Forrajes*. 32 (1):1-15.
- Peters, M., Franco, L.H., Schmidt, A., Hincapié, B. (2002). *Especies forrajeras multipropósito: opciones para productores de Centroamérica*. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Cali, Colombia.
- Pezo, D.A. (2018). *Uso eficiente de fertilizantes en pasturas*. Primera ed. Turrialba, C.R: CATIE. Serie técnica. Boletín técnico (98)56. [Uso_eficiente_de_fertilizantes_en_pasturas.pdf \(catie.ac.cr\)](https://catie.ac.cr/Usos_eficientes_de_fertilizantes_en_pasturas.pdf) (consultado 01 jun 2021).
- Ramírez, R., Escobedo, J.G., Lara, P.E., Chay, E.A. (2005). *Efecto de la altura de corte, densidad y tipo de suelo en la producción de Tithonia diversifolia*. XIX Reunión de la Asociación Latinoamericana de Producción Animal, Tomo II. Recursos Forrajeros. México.

- Ríos C. (2002). *La Huerta Orgánica. Cartilla*. Convenio IMCA - CIPAV - CETEC. Cali Colombia. 17 p.
- Ríos, K.C.I., (1998). *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”.
- Ríos, K.C.I., Salazar, A. (1995). *Botón de oro (Tithonia diversifolia) una fuente proteica alternativa para el trópico*. Livestock Research for Ruminant for Rural Development, 6 (3): 1-7.
- Ruiz, T., G. Febles, V. Torres, J. González, G. Achang, L. Sarduy, H. Díaz. (2016). *Evaluación de materiales recolectados de Tithonia diversifolia (Hemsl.) Gray en la zona centro-occidental de Cuba*. Rev. Cubana de Cienc. Agríc. 44(3):291-296.
- Ruiz, Y., Báez, N., & Medina, Y. (2019). Effect of cutting frequency on biomass production of outstanding materials of *Tithonia diversifolia* identified in Cuba. *Tropical Grasslands-Forrajes Tropicales*, 7(2), 106-115. [https://doi.org/10.17138/tgft\(12\)106-115](https://doi.org/10.17138/tgft(12)106-115)
- Salazar A. (1995). *Evaluación agronómica del botón de oro (Tithonia diversifolia - familia compuesta) y el pinocho (Malvaviscus penduliflorus - familia malvaceae)*. Informe de becarios de la Fundación Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria, Cali. p 27-31.
- Sao, N.V., Mui, N.T., Binh, D.V. (2010). *Biomass production of Tithonia diversifolia (Wild Sunflower), soil improvement on sloping land and use as high protein foliage for feeding goats*. Livestock Research for Rural Development, 22 (8).
- Sarria, P. (2003). *Forrajes Arbóreos en la Alimentación de Monogástricos*. II Conferencia Electrónica sobre Agroforestería para la Producción Animal en América Latina.
- Suasnabar, O., Toralva, M., Tongo, F. (2016). *Estudio de las propiedades químicas del horizonte “A” de suelo del fundo Peñaflor del distrito de Oxapampa – 2016*. Informe de Investigación de Docentes. ICI-UNDAC.
- Vargas, J.E. (1994). *Caracterización de recursos forrajeros disponibles en tres agroecosistemas del Valle del Cauca. Memoria*. II Seminario Internacional Desarrollo sostenible de Sistemas Agrarios. Cali, Colombia.
- Verdecia, Danis M; Ramírez, Jorge L; Leonard, Ismael; Álvarez, Yonanis; Bazán, Yurdanis; Bodas, Raúl; Andrés, Sonia; Álvarez, Jesús; Giráldez, Francisco; López, Secundino. (2011). *Calidad de la Tithonia diversifolia en una zona del*

Valle del Cauto REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria, vol. 12, núm. 5, mayo, 2011, pp. 1-13 Veterinaria Organización Málaga, España.

Wambui, C.C., Abdulrazak, S.A., Noordin, Q. (2006). *The effect of supplementing urea treated maize stover with Tithonia, Calliandra and Sesbania to growing goats*.

Livestock Research for Rural Development, 18 (5): article 64.

Wang, T.C. & Fuller, M.F. (1989). *The optimum dietary amino acid pattern for growing pigs*. British Journal of Nutrition, 62: 77-89.

Weaver, R.J., (1987). *Reguladores del crecimiento de las plantas en la agricultura*. 5. ed. Editorial Trillas. Maracay, Venezuela.

ANEXOS

Anexo 1. DATOS PROCESADOS

Nueva tabla : 5/09/2023 - 16:11:05 - [Versión : 30/04/2020]

Análisis de la varianza

ALTURA DE PLANTA

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
ALTURA DE PLANTA	36	0.99	0.98	4.18

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	26615.12	11	2419.56	146.59	<0.0001
TIPO DE FERTILIZANTE	14437.96	3	4812.65	291.58	<0.0001
EDAD DE CORTE	11128.49	2	5564.25	337.12	<0.0001
TIPO DE FERTILIZANTE*EDAD ..	1048.66	6	174.78	10.59	<0.0001
Error	396.13	24	16.51		
Total	27011.24	35			

Test:Bonferroni Alfa=0.05 DMS=5.50627

Error: 16.5053 gl: 24

TIPO DE FERTILIZANTE	Medias	n	E.E.	
F1	125.80	9	1.35	A
F4	105.61	9	1.35	B
F3	82.44	9	1.35	C
F2	74.89	9	1.35	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Test:Bonferroni Alfa=0.05 DMS=4.26858

Error: 16.5053 gl: 24

EDAD DE CORTE Medias n E.E.

E3	118.75	12	1.17	A
E2	97.13	12	1.17	B
E1	75.68	12	1.17	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Test:Bonferroni Alfa=0.05 DMS=12.79094

Error: 16.5053 gl: 24

TIPO DE FERTILIZANTE EDAD DE CORTE Medias n E.E.

F1	E3	157.67	3	2.35	A
F4	E3	130.33	3	2.35	B
F1	E2	123.67	3	2.35	B
F4	E2	102.50	3	2.35	C
F1	E1	96.07	3	2.35	C D
F3	E3	95.33	3	2.35	C D
F2	E3	91.67	3	2.35	C D
F3	E2	86.67	3	2.35	D E
F4	E1	84.00	3	2.35	D E
F2	E2	75.67	3	2.35	E F
F3	E1	65.33	3	2.35	F G
F2	E1	57.33	3	2.35	G

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

NUMERO DE HOJAS (N°)

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R²</u>	<u>R² Aj</u>	<u>CV</u>
NUMERO DE HOJAS (N°)	36	0.97	0.95	5.54

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

	F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo		2081.64	11	189.24	61.38	<0.0001
TIPO DE FERTILIZANTE		706.75	3	235.58	76.41	<0.0001
EDAD DE CORTE		1356.72	2	678.36	220.01	<0.0001
TIPO DE FERTILIZANTE*EDAD ..		18.17	6	3.03	0.98	0.4590
Error		74.00	24	3.08		
Total		2155.64	35			

Test:Bonferroni Alfa=0.05 DMS=2.37989

Error: 3.0833 gl: 24

TIPO DE FERTILIZANTE Medias n E.E.

F1	37.89	9	0.59	A
F4	32.78	9	0.59	B
F3	30.56	9	0.59	B
F2	25.56	9	0.59	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Test:Bonferroni Alfa=0.05 DMS=1.84494

Error: 3.0833 gl: 24

EDAD DE CORTE Medias n E.E.

E3	39.50	12	0.51	A
E2	31.08	12	0.51	B
E1	24.50	12	0.51	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Test:Bonferroni Alfa=0.05 DMS=5.52842

Error: 3.0833 gl: 24

TIPO DE FERTILIZANTE EDAD DE CORTE Medias n E.E.

F1	E3	47.00	3	1.01	A
F4	E3	39.33	3	1.01	B

F3	E3	38.33	3	1.01	B	C			
F1	E2	36.67	3	1.01	B	C			
F2	E3	33.33	3	1.01		C	D		
F4	E2	33.00	3	1.01		C	D		
F1	E1	30.00	3	1.01			D	E	
F3	E2	29.33	3	1.01			D	E	F
F4	E1	26.00	3	1.01				E	F
F2	E2	25.33	3	1.01				E	F
F3	E1	24.00	3	1.01					F
F2	E1	18.00	3	1.01					G

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

NUMERO DE TALLOS (UNIDAD)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
CANTIDAD DE TALLOS (UNIDAD..	36	0.97	0.95	8.87

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	247.56	11	22.51	62.32	<0.0001
TIPO DE FERTILIZANTE	21.56	3	7.19	19.90	<0.0001
EDAD DE CORTE	222.72	2	111.36	308.38	<0.0001
TIPO DE FERTILIZANTE*EDAD ..	3.28	6	0.55	1.51	0.2165
Error	8.67	24	0.36		
Total	256.22	35			

Test:Bonferroni Alfa=0.05 DMS=0.81445

Error: 0.3611 gl: 24

TIPO DE FERTILIZANTE Medias n E.E.

F1 7.89 9 0.20 A

F4	7.00	9	0.20	B	
F3	6.44	9	0.20	B	C
F2	5.78	9	0.20		C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Test:Bonferroni Alfa=0.05 DMS=0.63138

Error: 0.3611 gl: 24

EDAD DE CORTE Medias n E.E.

E3	9.92	12	0.17	A	
E2	6.58	12	0.17		B
E1	3.83	12	0.17		C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Test:Bonferroni Alfa=0.05 DMS=1.89196

Error: 0.3611 gl: 24

TIPO DE FERTILIZANTE EDAD DE CORTE Medias n E.E.

F1	E3	11.33	3	0.35	A			
F4	E3	10.33	3	0.35	A	B		
F3	E3	9.33	3	0.35		B	C	
F2	E3	8.67	3	0.35		B	C	
F1	E2	8.00	3	0.35			C	D
F4	E2	6.67	3	0.35				D E
F3	E2	6.33	3	0.35			D	E
F2	E2	5.33	3	0.35				E F
F1	E1	4.33	3	0.35				F G
F4	E1	4.00	3	0.35				F G
F3	E1	3.67	3	0.35				F G
F2	E1	3.33	3	0.35				G

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

AREA FOLIAR

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
AREA FOLIAR	36	0.93	0.90	2.63

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

	F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo		2.55	11	0.23	30.22	<0.0001
TIPO DE FERTILIZANTE		0.64	3	0.21	27.67	<0.0001
EDAD DE CORTE		1.89	2	0.94	122.81	<0.0001
TIPO DE FERTILIZANTE*EDAD ..		0.03	6	4.8E-03	0.63	0.7078
Error		0.18	24	0.01		
Total		2.74	35			

Test:Bonferroni Alfa=0.05 DMS=0.11882

Error: 0.0077 gl: 24

TIPO DE FERTILIZANTE Medias n E.E.

F1	3.47	9	0.03	A
F4	3.40	9	0.03	A B
F3	3.34	9	0.03	B
F2	3.11	9	0.03	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Test:Bonferroni Alfa=0.05 DMS=0.09211

Error: 0.0077 gl: 24

EDAD DE CORTE Medias n E.E.

E3	3.63	12	0.03	A
E2	3.30	12	0.03	B
E1	3.07	12	0.03	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Test:Bonferroni Alfa=0.05 DMS=0.27602

Error: 0.0077 gl: 24

TIPO DE FERTILIZANTE	EDAD DE CORTE	Medias	n	E.E.						
F1	E3	3.75	3	0.05	A					
F4	E3	3.73	3	0.05	A					
F3	E3	3.65	3	0.05	A	B				
F1	E2	3.45	3	0.05		B	C			
F4	E2	3.37	3	0.05			C	D		
F2	E3	3.37	3	0.05			C	D		
F3	E2	3.32	3	0.05			C	D	E	
F1	E1	3.20	3	0.05			C	D	E	
F4	E1	3.10	3	0.05				D	E	F
F2	E2	3.06	3	0.05					E	F
F3	E1	3.06	3	0.05					E	F
F2	E1	2.91	3	0.05						F

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

PESO DE TALLO (kg)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
PESO DE TALLO (kg)	36	0.98	0.98	3.42

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	4.08	11	0.37	139.14	<0.0001
TIPO DE FERTILIZANTE	1.05	3	0.35	131.86	<0.0001
EDAD DE CORTE	2.95	2	1.47	552.90	<0.0001
TIPO DE FERTILIZANTE*EDAD ..	0.08	6	0.01	4.85	0.0022
Error	0.06	24	2.7E-03		
Total	4.14	35			

Test:Bonferroni Alfa=0.05 DMS=0.06995

Error: 0.0027 gl: 24

TIPO DE FERTILIZANTE Medias n E.E.

F1	1.66	9	0.02	A	
F4	1.60	9	0.02	A	B
F3	1.55	9	0.02		B
F2	1.22	9	0.02		C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Test:Bonferroni Alfa=0.05 DMS=0.05423

Error: 0.0027 gl: 24

EDAD DE CORTE Medias n E.E.

E3	1.72	12	0.01	A	
E2	1.70	12	0.01	A	
E1	1.10	12	0.01		B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Test:Bonferroni Alfa=0.05 DMS=0.16250

Error: 0.0027 gl: 24

TIPO DE FERTILIZANTE EDAD DE CORTE Medias n E.E.

F1	E3	1.92	3	0.03	A	
F1	E2	1.83	3	0.03	A	
F4	E3	1.83	3	0.03	A	
F4	E2	1.80	3	0.03	A	
F3	E3	1.79	3	0.03	A	
F3	E2	1.76	3	0.03	A	
F2	E2	1.41	3	0.03		B
F2	E3	1.33	3	0.03	B	C
F1	E1	1.22	3	0.03		C D

F4	E1	1.18	3	0.03	C	D
F3	E1	1.10	3	0.03		D
F2	E1	0.91	3	0.03		E

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

PESO DE HOJA (kg)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
PESO DE HOJA (kg)	36	0.98	0.97	2.49

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

	F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo		0.60	11	0.05	94.33	<0.0001
TIPO DE FERTILIZANTE		0.08	3	0.03	43.73	<0.0001
EDAD DE CORTE		0.51	2	0.26	447.63	<0.0001
TIPO DE FERTILIZANTE*EDAD ..		0.01	6	1.1E-03	1.86	0.1290
Error		0.01	24	5.8E-04		
Total		0.61	35			

Test:Bonferroni Alfa=0.05 DMS=0.03250

Error: 0.0006 gl: 24

TIPO DE FERTILIZANTE Medias n E.E.

F1	1.02	9	0.01	A
F4	0.98	9	0.01	B
F3	0.97	9	0.01	B
F2	0.89	9	0.01	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Test:Bonferroni Alfa=0.05 DMS=0.02519

Error: 0.0006 gl: 24

EDAD DE CORTE Medias n E.E.

E3	1.08	12	0.01	A
E2	1.01	12	0.01	B
E1	0.80	12	0.01	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Test:Bonferroni Alfa=0.05 DMS=0.07550

Error: 0.0006 gl: 24

TIPO DE FERTILIZANTE EDAD DE CORTE Medias n E.E.

F1	E3	1.14	3	0.01	A
F4	E3	1.10	3	0.01	A B
F3	E3	1.07	3	0.01	A B C
F1	E2	1.06	3	0.01	B C
F4	E2	1.02	3	0.01	C D
F2	E3	1.02	3	0.01	C D
F3	E2	1.01	3	0.01	C D
F2	E2	0.96	3	0.01	D
F1	E1	0.86	3	0.01	E
F4	E1	0.83	3	0.01	E
F3	E1	0.81	3	0.01	E
F2	E1	0.70	3	0.01	F

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

RELACION HOJA:TALLO

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
RELACION HOJA:TALLO	36	0.85	0.78	5.95

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

	F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo		0.20	11	0.02	12.14	<0.0001
TIPO DE FERTILIZANTE		0.08	3	0.03	17.37	<0.0001
EDAD DE CORTE		0.11	2	0.05	34.64	<0.0001
TIPO DE FERTILIZANTE*EDAD ..		0.02	6	3.1E-03	2.02	0.1026
Error		0.04	24	1.5E-03		
Total		0.24	35			

Test:Bonferroni Alfa=0.05 DMS=0.05283

Error: 0.0015 gl: 24

TIPO DE FERTILIZANTE	Medias	n	E.E.	
F2	0.74	9	0.01	A
F3	0.64	9	0.01	B
F4	0.62	9	0.01	B
F1	0.62	9	0.01	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Test:Bonferroni Alfa=0.05 DMS=0.04096

Error: 0.0015 gl: 24

EDAD DE CORTE	Medias	n	E.E.	
E1	0.73	12	0.01	A
E3	0.64	12	0.01	B
E2	0.60	12	0.01	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Test:Bonferroni Alfa=0.05 DMS=0.12273

Error: 0.0015 gl: 24

TIPO DE FERTILIZANTE	EDAD DE CORTE	Medias	n	E.E.				
F2	E3	0.76	3	0.02	A			
F2	E1	0.76	3	0.02	A			
F3	E1	0.74	3	0.02	A			
F4	E1	0.71	3	0.02	A	B		
F1	E1	0.70	3	0.02	A	B	C	
F2	E2	0.68	3	0.02	A	B	C	D
F4	E3	0.60	3	0.02		B	C	D
F3	E3	0.60	3	0.02		B	C	D
F1	E3	0.59	3	0.02		B	C	D
F3	E2	0.58	3	0.02			C	D
F1	E2	0.58	3	0.02			C	D
F4	E2	0.56	3	0.02				D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

RENDIMIENTO DE MATERIA VERDE (kg/m²)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
RENDIMIENTO DE MATERIA VER..	36	0.98	0.97	3.39

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	10.62	11	0.97	95.70	<0.0001
TIPO DE FERTILIZANTE	5.06	3	1.69	167.33	<0.0001
EDAD DE CORTE	5.45	2	2.73	270.29	<0.0001
TIPO DE FERTILIZANTE*EDAD ..	0.10	6	0.02	1.69	0.1664

Error	0.24	24	0.01
Total	10.86	35	

Test:Bonferroni Alfa=0.05 DMS=0.13612

Error: 0.0101 gl: 24

TIPO DE FERTILIZANTE Medias n E.E.

F1	3.44	9	0.03	A
F4	3.17	9	0.03	B
F3	2.76	9	0.03	C
F2	2.46	9	0.03	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Test:Bonferroni Alfa=0.05 DMS=0.10552

Error: 0.0101 gl: 24

EDAD DE CORTE Medias n E.E.

E3	3.39	12	0.03	A
E2	3.04	12	0.03	B
E1	2.45	12	0.03	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Test:Bonferroni Alfa=0.05 DMS=0.31619

Error: 0.0101 gl: 24

TIPO DE FERTILIZANTE EDAD DE CORTE Medias n E.E.

F1	E3	3.89	3	0.06	A
F4	E3	3.67	3	0.06	A B
F1	E2	3.56	3	0.06	B
F4	E2	3.24	3	0.06	C
F3	E3	3.10	3	0.06	C D
F2	E3	2.89	3	0.06	D E

F1	E1	2.87	3	0.06	D	E	
F3	E2	2.83	3	0.06	D	E	F
F4	E1	2.61	3	0.06		E	F G
F2	E2	2.54	3	0.06			F G
F3	E1	2.36	3	0.06			G
F2	E1	1.94	3	0.06			H

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

RENDIMIENTO DE MATERIA SECA (kg/m²)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
RENDIMIENTO DE MATERIA SEC..	36	0.99	0.98	3.54

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.48	11	0.04	183.72	<0.0001
TIPO DE FERTILIZANTE	0.11	3	0.04	155.15	<0.0001
EDAD DE CORTE	0.36	2	0.18	765.75	<0.0001
TIPO DE FERTILIZANTE*EDAD ..	0.01	6	9.4E-04	4.00	0.0065
Error	0.01	24	2.4E-04		
Total	0.48	35			

Test:Bonferroni Alfa=0.05 DMS=0.02083

Error: 0.0002 gl: 24

TIPO DE FERTILIZANTE Medias n E.E.

F1	0.50	9	0.01	A
F4	0.47	9	0.01	B
F3	0.40	9	0.01	C

F2	0.36	9	0.01	D
----	------	---	------	---

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Test:Bonferroni Alfa=0.05 DMS=0.01614

Error: 0.0002 gl: 24

EDAD DE CORTE	Medias	n	E.E.	
E3	0.55	12	4.4E-03	A
E2	0.45	12	4.4E-03	B
E1	0.30	12	4.4E-03	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Test:Bonferroni Alfa=0.05 DMS=0.04838

Error: 0.0002 gl: 24

TIPO DE FERTILIZANTE	EDAD DE CORTE	Medias	n	E.E.				
F1	E3	0.63	3	0.01	A			
F4	E3	0.60	3	0.01	A			
F1	E2	0.53	3	0.01	B			
F3	E3	0.50	3	0.01	B	C		
F4	E2	0.48	3	0.01		C		
F2	E3	0.47	3	0.01		C		
F3	E2	0.42	3	0.01			D	
F2	E2	0.37	3	0.01			D	E
F1	E1	0.36	3	0.01			E	F
F4	E1	0.32	3	0.01				F G
F3	E1	0.29	3	0.01				G
F2	E1	0.24	3	0.01				H

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.0$)

Anexo 2. ALTURA DE LA PLANTA

SISTEMA CULTIVO	F1			F2			F3			F4		
EPOCA DE MUESTREO	E1	E2	E3	E1	E2	E3	E1	E2	E3	E1	E2	E3
1	100.20	128.00	156.00	52.00	70.00	88.00	65.00	85.00	93.00	82.00	100.50	132.00
2	99.00	125.00	160.00	59.00	78.00	92.00	68.00	86.00	98.00	84.00	102.00	123.00
3	89.00	118.00	157.00	61.00	79.00	95.00	63.00	89.00	95.00	86.00	105.00	136.00
Prom. Edad	96.07	123.67	157.67	57.33	75.67	91.67	65.33	86.67	95.33	84.00	102.50	130.33
Desv. Estand. Edad	6.15	5.13	2.08	4.73	4.93	3.51	2.52	2.08	2.52	2.00	2.29	6.66
Prom. Fertilizantes	125.80			74.89			82.44			105.61		
Desv. Estand. Fertiliza	4.45			4.39			2.37			3.65		

Anexo 3. NUMERO DE HOJAS

SISTEMA CULTIVO	F1			F2			F3			F4		
EPOCA DE MUESTREO	E1	E2	E3	E1	E2	E3	E1	E2	E3	E1	E2	E3
1	30.00	39.00	47.00	18.00	25.00	32.00	24.00	29.00	38.00	26.00	33.00	40.00
2	29.00	34.00	45.00	17.00	27.00	33.00	25.00	28.00	37.00	27.00	30.00	37.00
3	31.00	37.00	49.00	19.00	24.00	35.00	23.00	31.00	40.00	25.00	36.00	41.00
Prom. Edad	30.00	36.67	47.00	18.00	25.33	33.33	24.00	29.33	38.33	26.00	33.00	39.33
Desv. Estand. Edad	1.00	2.52	2.00	1.00	1.53	1.53	1.00	1.53	1.53	1.00	3.00	2.08
Prom. Fertilizantes	37.89			25.56			30.56			32.78		
Desv. Estand. Fertiliza	1.84			1.35			1.35			2.03		

Anexo 4. NUMERO DE TALLOS

SISTEMA CULTIVO	F1			F2			F3			F4		
EPOCA DE MUESTREO	E1	E2	E3	E1	E2	E3	E1	E2	E3	E1	E2	E3
1	4.00	7.00	11.00	3.00	5.00	9.00	4.00	6.00	9.00	4.00	6.00	10.00
2	5.00	8.00	12.00	3.00	6.00	8.00	3.00	7.00	10.00	4.00	7.00	11.00
3	4.00	9.00	11.00	4.00	5.00	9.00	4.00	6.00	9.00	4.00	7.00	10.00
Prom. Edad	4.33	8.00	11.33	3.33	5.33	8.67	3.67	6.33	9.33	4.00	6.67	10.33
Desv. Estand. Edad	0.58	1.00	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58	0.00	0.58	0.58
Prom. Fertilizantes	7.89			5.78			6.44			7.00		
Desv. Estand. Fertiliza	0.72			0.58			0.58			0.38		

Anexo 5. AREA FOLIAR

SISTEMA CULTIVO	F1			F2			F3			F4		
EPOCA DE MUESTREO	E1	E2	E3	E1	E2	E3	E1	E2	E3	E1	E2	E3
1	3.20	3.35	3.80	2.98	3.10	3.50	2.96	3.36	3.66	3.00	3.40	3.70
2	3.22	3.60	3.70	2.89	3.00	3.40	3.12	3.28	3.76	3.10	3.30	3.82
3	3.17	3.40	3.75	2.86	3.08	3.20	3.10	3.32	3.53	3.20	3.40	3.68
Prom. Edad	3.20	3.45	3.75	2.91	3.06	3.37	3.06	3.32	3.65	3.10	3.37	3.73
Desv. Estand. Edad	0.03	0.13	0.05	0.06	0.05	0.15	0.09	0.04	0.12	0.10	0.06	0.08
Prom. Fertilizantes	3.47			3.11			3.34			3.40		
Desv. Estand. Fertiliza	0.07			0.09			0.08			0.08		

Anexo 6. PESO DE TALLOS

SISTEMA CULTIVO	F1			F2			F3			F4		
EPOCA DE MUESTREO	E1	E2	E3	E1	E2	E3	E1	E2	E3	E1	E2	E3
1	1.22	1.86	1.90	0.88	1.40	1.36	0.99	1.76	1.75	1.11	1.78	1.79
2	1.20	1.84	1.92	0.92	1.38	1.34	1.12	1.73	1.80	1.12	1.80	1.86
3	1.25	1.80	1.94	0.93	1.46	1.30	1.20	1.80	1.81	1.30	1.82	1.84
Prom. Edad	1.22	1.83	1.92	0.91	1.41	1.33	1.10	1.76	1.79	1.18	1.80	1.83
Desv. Estand. Edad	0.03	0.03	0.02	0.03	0.04	0.03	0.11	0.04	0.03	0.11	0.02	0.04
Prom. Fertilizantes	1.66			1.22			1.55			1.60		
Desv. Estand. Fertiliza	0.03			0.03			0.06			0.05		

Anexo 7. PESO DE HOJA

SISTEMA CULTIVO	F1			F2			F3			F4		
EPOCA DE MUESTREO	E1	E2	E3	E1	E2	E3	E1	E2	E3	E1	E2	E3
1	0.86	1.06	1.14	0.68	0.98	1.02	0.83	1.01	1.08	0.85	1.03	1.11
2	0.88	1.08	1.12	0.70	0.94	0.99	0.80	1.03	1.02	0.83	1.01	1.12
3	0.83	1.03	1.15	0.71	0.96	1.04	0.81	1.00	1.11	0.81	1.01	1.06
Prom. Edad	0.86	1.06	1.14	0.70	0.96	1.02	0.81	1.01	1.07	0.83	1.02	1.10
Desv. Estand. Edad	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.03	0.02	0.02	0.05	0.02	0.01	0.03
Prom. Fertilizantes	1.02			0.89			0.97			0.98		
Desv. Estand. Fertiliza	0.02			0.02			0.03			0.02		

Anexo 8. RELACION HOJA: TALLO

SISTEMA CULTIVO	F1			F2			F3			F4		
EPOCA DE MUESTREO	E1	E2	E3	E1	E2	E3	E1	E2	E3	E1	E2	E3
1	0.70	0.57	0.60	0.77	0.70	0.75	0.84	0.57	0.62	0.77	0.58	0.62
2	0.73	0.59	0.58	0.76	0.68	0.74	0.71	0.60	0.57	0.74	0.56	0.60
3	0.66	0.57	0.59	0.76	0.66	0.80	0.68	0.56	0.61	0.62	0.55	0.58
Prom. Edad	0.70	0.58	0.59	0.77	0.68	0.76	0.74	0.57	0.60	0.71	0.56	0.60
Desv. Estand. Edad	0.03	0.01	0.01	0.01	0.02	0.03	0.09	0.02	0.03	0.08	0.01	0.02
Prom. Fertilizantes	0.62			0.74			0.64			0.62		
Desv. Estand. Fertiliza	0.02			0.02			0.04			0.04		

Anexo 9. RENDIMIENTO DE FORRAJE VERDE (kg/m2)

SISTEMA CULTIVO	F1			F2			F3			F4		
EPOCA DE MUESTREO	E1	E2	E3	E1	E2	E3	E1	E2	E3	E1	E2	E3
1	2.84	3.66	3.89	1.99	2.45	2.80	2.34	2.80	3.30	2.55	3.33	3.76
2	2.90	3.56	3.89	1.94	2.58	2.96	2.35	2.78	3.02	2.60	3.28	3.44
3	2.86	3.45	3.90	1.90	2.60	2.92	2.40	2.90	2.98	2.68	3.10	3.80
Prom. Edad	2.87	3.56	3.89	1.94	2.54	2.89	2.36	2.83	3.10	2.61	3.24	3.67
Desv. Estand. Edad	0.03	0.11	0.01	0.05	0.08	0.08	0.03	0.06	0.17	0.07	0.12	0.20
Prom. Fertilizantes	125.80			74.89			82.44			105.61		
Desv. Estand. Fertiliza	4.45			4.39			2.37			3.65		

Anexo 10. RENDIMIENTO DE MATERIA SECA (kg/m2)

SISTEMA CULTIVO	F1			F2			F3			F4		
EPOCA DE MUESTREO	E1	E2	E3	E1	E2	E3	E1	E2	E3	E1	E2	E3
1	0.35	0.54	0.63	0.25	0.36	0.45	0.29	0.41	0.53	0.32	0.49	0.61
2	0.36	0.53	0.63	0.24	0.38	0.48	0.29	0.41	0.49	0.32	0.48	0.56
3	0.36	0.51	0.63	0.24	0.38	0.47	0.30	0.43	0.48	0.33	0.46	0.62
Prom. Edad	0.36	0.52	0.63	0.24	0.38	0.47	0.29	0.42	0.50	0.33	0.48	0.59
Desv. Estand. Edad	0.00	0.02	0.00	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01	0.03	0.01	0.02	0.03
Prom. Fertilizantes	0.50			0.36			0.40			0.47		
Desv. Estand. Fertiliza	0.01			0.01			0.01			0.02		

Anexo 11. FICHA DE REGISTRO DE CAMPO

(Para altura de planta, número de hojas, número de tallos, área foliar, peso de tallos, peso de hoja, relación hoja:tallo)

[illegible]

[illegible]

[illegible]

	12												
	13												
	14												
	15												
PROMEDIO													

F₁ = 100 % fertilizante comercial, F₂ = 100 % de estiércol de vaca, F₃ = 75% estiércol de vaca + 25% de fertilizante comercial, F₄ = 50% estiércol de vaca + 50% de fertilizante comercial, E₁ = Corte a los 60 días, E₂ = Corte a los 75 días, E₃ = Corte a los 90 días, R₁ = Repetición 1, R₂ = Repetición 2, R₃ = Repetición 3, = No de plantas por repetición = 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14 y 15.

Anexo 12. FICHA DE REGISTRO DE CAMPO

(Para rendimiento de materia verde y seca)

Repetición		F ₁	F ₂	F ₃	F ₄
------------	--	----------------	----------------	----------------	----------------

[illegible]

R ₃	2												
	3												
	4												
	5												
PROMEDIO													

F₁ = 100 % fertilizante comercial, F₂ = 100 % de estiércol de vaca, F₃ = 75% estiércol de vaca + 25% de fertilizante comercial, F₄ = 50% estiércol de vaca + 50% de fertilizante comercial, E₁ = Corte a los 60 días, E₂ = Corte a los 75 días, E₃ = Corte a los 90 días, R₁ = Repetición 1, R₂ = Repetición 2, R₃ = Repetición 3, = No de plantas por repetición = 1, 2, 3, 4 y 5.

Anexo 11. PANEL FOTOGRAFICO)





