



1859



Universidad
Nacional
de Loja

Universidad Nacional de Loja

Facultad Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables

Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia

**Relación entre las características de crecimiento y la composición
bromatológica del Botón de Oro (*Tithonia diversifolia*) y Quiebra Barriga
(*Trichanthera gigantea*) en la Estación Experimental El Padmi, Zamora
Chinchipec.**

Trabajo de Titulación, previo a la
obtención del título de Médica
Veterinaria Zootecnista.

AUTORA:

Katherine del Cisne López Lalangui

DIRECTOR:

Dr. Luis Antonio Aguirre Mendoza, PhD.

Loja – Ecuador

2024

Certificación

Loja, de 25 de enero de 2024

Dr. Luis Antonio Aguirre Mendoza, PhD.

DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

C E R T I F I C O:

Que he revisado y orientado todo el proceso de elaboración del Trabajo de Titulación denominado: **Relación entre las características de crecimiento y la composición bromatológica del Botón de Oro (*Tithonia diversifolia*) y Quiebra Barriga (*Trichanthera gigantea*) en la Estación Experimental El Padmi, Zamora Chinchipe**, previo a la obtención del título de **Médica Veterinaria Zootecnista**, de la autoría de la estudiante **Katherine del Cisne López Lalangui**, con **cédula de identidad Nro.1150555488**, una vez que el trabajo cumple con todos los requisitos exigidos por la Universidad Nacional de Loja, para el efecto, autorizo la presentación del mismo para su respectiva sustentación y defensa.




Dr. Luis Antonio Aguirre Mendoza, PhD.

DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Autoría

Yo, **Katherine del Cisne López Lalangui**, declaro ser autora del presente Trabajo de Titulación y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos, de posibles reclamos y acciones legales, por el contenido del mismo. Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja la publicación de mi Trabajo de Titulación, en el Repositorio Digital Institucional – Biblioteca Virtual.

Firma:



Cédula de identidad: 1150555488

Fecha: 25 de Enero de 2024

Correo electrónico: katherine.lopez@unl.edu.ec

Teléfono: 0997198213

Carta de autorización por parte de la autora, para consulta, reproducción parcial o total y/o publicación electrónica del texto completo del Trabajo de Titulación

Yo, **Katherine del Cisne López Lalangui**, declaro ser autora del Trabajo de Titulación denominado: **Relación entre las características de crecimiento y la composición bromatológica del Botón de Oro (*Tithonia diversifolia*) y Quiebra Barriga (*Trichanthera gigantea*) en la Estación Experimental El Pادمي, Zamora Chinchipe**, como requisito para optar por el título de **Médica Veterinaria Zootecnista**, autorizo al sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que, con fines académicos, muestre la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido en el Repositorio Institucional.

Los usuarios pueden consultar el contenido de este trabajo en el Repositorio Institucional, en las redes de información del país y del exterior con las cuales tenga convenio la Universidad.

La Universidad Nacional de Loja, no se responsabiliza por el plagio o copia del Trabajo de Titulación que realice un tercero.

Para constancia de esta autorización, suscribo, en la ciudad de Loja, a los veinticinco días del mes de enero de dos mil veinticuatro.

Firma:



Autora: Katherine del Cisne López Lalangui

Cédula: 1150555488

Dirección: Sauces Norte (Av. Pablo Picasso entre Greco y Durero)

Correo electrónico: katherine.lopez@unl.edu.ec

Teléfono: 0997198213

DATOS COMPLEMENTARIOS:

Director/a del Trabajo de Titulación: Dr. Luis Antonio Aguirre Mendoza, PhD.

Dedicatoria

Este compromiso de formación académica, dedicación, perseverancia y esfuerzo diario, lo dedico a Dios y a la Virgen del Cisne, por darme salud durante mi vida estudiantil y permitirme llegar con éxito a la culminación de la carrera.

A mis padres: Mizael y Margarita, por su ejemplo de trabajo, quiénes con afán, amor, preocupación y consejos de empeño y dedicación, supieron apoyarme en mi carrera profesional.

Dedico también con mucho cariño a mis hermanos Misael y Diego, por su ejemplo de trabajo y dedicación, quienes me supieron apoyar incondicionalmente en los buenos y malos momentos.

Katherine del Cisne López Lalangui

Agradecimiento

Quiero expresar mis más sinceros agradecimientos.

Primeramente, a Dios y a la Virgen del Cisne por regalarme el don de la vida, por haberme acompañado y ayudado en cada etapa de mi vida, por su bendición diaria en cada paso que doy y sobre todo por darme la salud y poder cumplir esta meta.

A la Universidad Nacional de Loja, por darme la oportunidad de estudiar al abrirme sus puertas hacia un futuro mejor a la Facultad Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables y a la Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia por haberme permitido conocer personas maravillosas en el transcurso de ésta, y por brindarme los conocimientos necesarios y propiciar en mi formación profesional. Un profundo agradecimiento a la Extensión Experimental “El Padmi”, por abrirme sus puertas y haberme dado la oportunidad de realizar esta investigación.

De manera especial quiero expresar mis agradecimientos a mi director de Trabajo de Titulación Dr. Luis Antonio Aguirre Mendoza, PhD, quien me brindó sus consejos oportunamente en los momentos que los requería para poder culminar con éxito el presente trabajo.

A mis padres, y a toda mi familia por su esfuerzo diario para alcanzar las herramientas necesarias para triunfar, sus consejos, su apoyo desinteresado y su amor incondicional.

A mis compañeros, estudiantes, amigos, autoridades y docentes de esta prestigiosa carrera, por ser una parte importante en mi formación universitaria.

A todos ellos, mil gracias.

Katherine del Cisne López Lalangui

Índice de contenidos

Portada.....	i
Certificación..	ii
Autoría.....	iii
Carta de autorización	iv
Dedicatoria.....	v
Agradecimiento	vi
Índice de contenidos.....	vii
Índice de tablas.....	ix
Índice de figuras.....	x
Índice de anexos	xi
1. Título.....	1
2. Resumen	2
Abstract	3
3. Introducción.....	4
4. Marco Teórico.....	6
4.1. Arbóreas y Arbustivas Forrajeras.....	6
4.2. Botón de oro (Tithonia diversifolia).....	6
4.2.1. Descripción botánica	7
4.2.2. Manejo del cultivo.....	9
4.2.3. Propagación y siembra	9
4.2.4. Valor nutricional.....	10
4.2.5. Uso en la alimentación animal	10
4.3. Quiebra barriga (Trichanthera gigantea)	11
4.3.1. Manejo del cultivo.....	12

4.3.1.1.	Establecimiento	12
4.3.1.2.	Cosecha.....	12
4.3.2.	Valor Nutritivo	13
4.3.3.	Usos en la alimentación animal.....	13
4.4.1.1.	Modelo de Spearman.....	14
4.4.1.2.	Modelo de Pearson	14
5.	Metodología.....	18
5.1.	Área de estudio.....	18
5.2.	Procedimiento	18
5.2.1.	Recopilación de datos	18
5.2.2.	Procesamiento de datos.....	19
5.3.	Análisis estadístico.....	20
6.	Resultados	21
6.1.	Relación entre indicadores de crecimiento y composición química de <i>Tithonia diversifolia</i>	21
6.2.	Modelos de predicción de la composición química de <i>Tithonia diversifolia</i>	22
6.3.	Relación entre indicadores de crecimiento y composición química de <i>Trichanthera gigantea</i>	26
6.4.	Modelos de predicción de la composición química de <i>Trichanthera gigantea</i>	27
7.	Discusión.....	32
8.	Conclusiones.....	34
9.	Recomendaciones.....	35
10.	Bibliografía	36
11.	Anexos.....	41

Índice de tablas:

Tabla 1. Composición química del Botón de Oro de acuerdo con los días de cosecha.....	10
Tabla 2. Contenido de nutrientes de Quiebra Barriga en %.....	13
Tabla 3. Interpretación de índices de correlación	15
Tabla 4. Variables de crecimiento.....	18
Tabla 5. Variables bromatológicas.....	19
Tabla 6. Clasificación de las variables en estudio	20
Tabla 7. Indicadores de crecimiento y composición química del Botón de Oro ((<i>Tithonia diversifolia</i>)	21
Tabla 8. Indicadores de crecimiento y composición química de Quiebra Barriga (<i>Trichanthera gigantea</i>	27

Índice de figuras:

Figura 1. Planta de <i>Tithonia diversifolia</i>	7
Figura 2. Raíz de <i>Tithonia diversifolia</i>	7
Figura 3. Tallo de <i>Tithonia diversifolia</i>	8
Figura 4. Hoja de <i>Tithonia diversifolia</i>	9
Figura 5. Flor de <i>Tithonia diversifolia</i>	9
Figura 6. Arbusto de quiebra barriga	12
Figura 7. Relación entre altura de planta y contenido de materia seca de <i>Tithonia diversifolia</i> .	22
Figura 8. Relación entre número de tallos y materia seca	23
Figura 9. Relación entre días de corte y cenizas	23
Figura 10. Relación entre altura de la planta y proteína bruta	24
Figura 11. Relación entre número de tallos y proteína	24
Figura 12. Relación entre días de corte y fibra detergente acida (FDA)	25
Figura 13. Relación entre altura de la planta y fibra detergente ácida (FDA)	25
Figura 14. Relación entre días de corte y fibra detergente neutra (FDN)	26
Figura 15: Relación entre altura de la planta y fibra detergente neutra (FDN)	26
Figura 16. Relación entre número de tallos y materia seca	28
Figura 17. Relación entre días de corte y cenizas	28
Figura 18. Relación entre altura de la planta y cenizas	29
Figura 19. Relación entre días de corte y proteína bruta	29
Figura 20. Relación entre número de tallos y proteína bruta	30
Figura 21. Relación entre altura de la planta y fibra detergente acida (FDA)	30
Figura 22. Relación entre número de tallos y fibra detergente neutra (FDN)	31
Figura 23. Relación entre días de corte y lignina	31

Índice de anexos:

Anexo 1. Coeficientes de correlación en Infostat	41
Anexo 2. Análisis de regresión lineal	42
Anexo 3. Certificación de traducción de resumen.....	45

1. Título

Relación entre las características de crecimiento y la composición bromatológica del Botón de Oro (*Tithonia diversifolia*) y Quiebra Barriga (*Trichanthera gigantea*) en la Estación Experimental El Padmi, Zamora Chinchipe.

2. Resumen

La presente investigación se realizó con el propósito de determinar la relación entre las características de crecimiento y la composición bromatológica de *Tithonia diversifolia* y *Trichanthera gigantea* en las condiciones edafoclimáticas de la Amazonia Sur Ecuatoriana. Se utilizaron datos generados en cultivos previamente establecidos en la estación experimental “El Padmi” de la Universidad Nacional de Loja; con la ayuda del programa estadístico Infostat (Versión 2021), se determinaron los coeficientes de correlación y se elaboraron ecuaciones de predicción para las variables en estudio. Los resultados mostraron que la edad de corte incide de manera significativa en las características agronómicas y la composición química de las dos especies en estudio. La correlación entre la edad de corte, altura planta, peso tallos, peso de hojas, peso planta, contenido materia seca, FDN, FDA y Lignina fue directa o positiva, con valores r superiores a 0,72; mientras que, con el contenido de cenizas y proteína cruda (PC) se observó una correlación negativa o inversa con valores superiores a -0,89. El análisis de regresión presentó una tendencia lineal, que permitió elaborar modelos de predicción de algunos indicadores de crecimiento y composición química de estas especies, en las condiciones edafoclimáticas de la Amazonía sur ecuatoriana. Se concluye que la edad de corte influye de manera directa en las características de crecimiento y composición química, constituyendo una herramienta importante para contribuir a mejorar el manejo y aprovechamiento de estas especies en la región.

Palabras clave: características agronómicas, valor nutritivo, correlación, regresión, modelos de predicción.

Abstract

The present study was carried out to determine the relationship between growth characteristics and proximate composition of *Tithonia diversifolia* and *Trichanthera gigantea* under the edaphoclimatic conditions of the southern Ecuadorian Amazon. Data generated from previously established crops at the experimental station "El Padmi" of the National University of Loja were used; with the help of the statistical program Infostat (Version 2021), correlation coefficients were determined and prediction equations were developed for the variables under study. The results showed that cutting age significantly affects the agronomic characteristics and chemical composition of the two species under study. The correlation between cutting age, plant height, stem weight, leaf weight, plant weight, dry matter content, FDN, FDA and lignin was direct or positive, with r values greater than 0.72; while, with the content of ash and crude protein (PC) a negative or inverse correlation was observed with values greater than -0.89. The regression analysis showed a linear trend, which allowed the development of prediction models for some growth indicators and chemical composition of these species, under the edaphoclimatic conditions of the southern Ecuadorian Amazon. It is concluded that cutting age directly influences growth characteristics and chemical composition, constituting an important tool to contribute to improving the management and use of these species in the region.

Keywords: agronomic characteristics, nutritional value, correlation, regression, prediction models.

3. Introducción

Los pastos constituyen la principal fuente alimenticia para los bovinos, son considerados como el alimento más abundante y económico; sin embargo, la mayoría de ellos no cubren las necesidades nutricionales de los animales, sobre todo en lo relacionado a la energía y proteína. Como consecuencia, a nivel nacional, se observa bajos índices de producción y productividad en las ganaderías tanto de carne como de leche (ESPAC, 2017)

La cantidad y calidad del forraje son factores que condicionan el consumo voluntario y la producción de los animales; de allí la importancia de realizar un manejo técnico del complejo “Suelo-Planta-Animal”, para obtener el máximo beneficio por unidad de superficie y tiempo, sin afectar ninguno de los elementos del complejo (Meneses, 2011).

En la Amazonía sur ecuatoriana el 82% de la superficie con uso agropecuario está dedicado a pastizales, lo que demuestra que la ganadería es una de las actividades de mayor importancia para la economía campesina (INIAPE-EN, 2009). Sin embargo, los niveles de producción son bajos, con un promedio de producción de leche de 3,5 litros/vaca/día, y una ganancia media de peso vivo que no supera los 350 g/día; debido entre otras causas, a la baja fertilidad de los suelos y mal manejo de los potreros, donde predominan las especies de gramíneas, generalmente introducidas, además se observa escasa utilización de árboles y arbustos (Grijalva et al, 2011).

En este marco, surge la necesidad buscar alternativas para mejorar el régimen alimenticio de los bovinos, mediante el establecimiento de cultivos de especies con alta producción de biomasa, buen contenido de proteína, digestibilidad y buena capacidad de rebrote como es el caso de la *Tithonia diversifolia* y *Trichanthera gigantea* las cuales por sus características, constituye una buena fuente de forraje para la suplementación de rumiantes en el trópico, principalmente durante los períodos de escasez de forraje (Amendola, et al. 2005).

Estas especies son de reciente introducción en la región, por lo que no se dispone de información sobre sus características de crecimiento, valor nutritivo y las relaciones entre estos indicadores; por lo que la presente investigación se orientó al estudio de las relaciones entre las características de crecimiento y la composición bromatológica del Botón de Oro (*Tithonia diversifolia*) y Quebra Barriga (*Trichanthera gigantea*) en la Estación Experimental El Padmi,

ubicada en la provincia de Zamora Chinchipe, como una alternativa que permita garantizar una buena disponibilidad y calidad de alimento para el ganado bovino. Para lograr este propósito, se plantearon los siguientes objetivos:

- Relacionar las características de crecimiento y composición bromatológica del Botón de Oro y Quiebra Barriga en las condiciones edafoclimáticas de la Amazonia Sur ecuatoriana.
- Establecer modelos de predicción del valor nutritivo vs características de crecimiento del Botón de oro y Quiebra barriga.

4. Marco Teórico

4.1. Arbóreas y Arbustivas Forrajeras

Muchas especies arbóreas y arbustivas presentan características agronómicas favorables para uso en la alimentación animal, así tenemos: fácil establecimiento, alta producción de biomasa, buena capacidad de rebrote, adaptación a diferentes condiciones edafoclimáticas, resistencia a plagas y enfermedades, buena producción de semilla, alto contenido de nutrientes y palatabilidad. El uso de estas especies presenta algunas ventajas:

- Contribuyen a garantizar la disponibilidad de forraje verde durante la época seca,
- Ayudan a mejorar la fertilidad del suelo,
- Mejoran las condiciones micro climáticas adyacentes, a través de la sombra proyectada por sus copas,
- Promueven mayor cantidad de materia seca por unidad de superficie,
- Permite complementar los requerimientos nutritivos de los animales con mínimos costos,
- Proporciona sombra a los animales y les permite proteger su temperatura corporal en un rango confortable,

Varios autores afirman que el cultivo de árboles y arbustos en asociación con cultivos o pastos, generan interacciones económicas y ecológicas vitales para la sostenibilidad de los sistemas de producción (Solarte, 2013).

4.2. Botón de oro (*Tithonia diversifolia*)

Es una planta herbácea de la familia Asterácea, procedente de Centro América (Pérez, Montejo, Iglesias, & López, 2009), tiene un extenso rango de adaptación, tolera condiciones de acidez y baja fertilidad del suelo. Es una especie con alta capacidad de producción de biomasa, crecimiento rápido y baja demanda de insumos y manejo, presenta importantes características nutricionales como especie con potencial uso en alimentación animal (Ríos C. , 2008)



Figura 1. *Planta de Tithonia diversifolia*

4.2.1. Descripción botánica

Puede alcanzar de 1,5 a 4 m de altura, desarrolla una extensa red radicular, cuya raíz principal es fusiforme con numerosas derivaciones secundarias muy finas; lígulas amarillas de 3 a 6 cm y corolas de 8 mm de longitud (Nash, 2006); produce gran cantidad de forraje y es resistente a la sequía. Tiene un tallo empinado y ramificado (Figura 3), con alrededor de 24 a 36 haces vasculares adyacentes que le suministran un máximo soporte esquelético a pesar de su escasa madera en los tejidos del parénquima; sin embargo, sus ramas tiernas continúan cubiertas de pelillos, los cuales se pierden con la edad (Inayat & Gordon, 2009)



Figura 2. *Raíz de Tithonia diversifolia*



Figura 3. Tallo de *Tithonia diversifolia*

Las hojas son inviertas o alternas, con peciolo de 7 a 20 cm de largo por 4 a 20 cm de ancho, con un ápice acuminado; estas se encuentran divididas en tres a cinco lóbulos, con vellosidades en el envés, dientes redondeados en la base y el margen, y en ocasiones muestran algo truncado y se hace muy estrecho a lo largo del peciolo, en la que se extienden dos lóbulos pequeños (Ríos C. , 2008)

La parte superior está revestida de pelos, mientras la parte inferior demuestra puntos glandulares y el envés totalmente verdoso con bordes dentados (Kato, 2014). La inflorescencia de *T. diversifolia* contiene varias cabezuelas grandes, en ocasiones asociadas y en otras solitarias, sobre pedúnculos enérgicos de hasta 20 cm de largo, en capítulos con pétalos amarillos en ocasiones cubiertos de vellosidades (Murgueitto, 2014)

Las flores pequeñas y sésiles están colocadas sobre un receptáculo prominente, provisto en su superficie de brácteas rígidas, puntiagudas, que logran los once milímetros de largo con algunos pelillos en la superficie que abrazan a las flores del disco; el conjunto de estas flores está rodeado por fuera, por el involucre anchamente acampanado que puede alcanzar los cuatro centímetros de ancho (Inayat & Gordon, 2009)

Las flores liguladas, de doce a catorce, están ubicadas en el contorno de la cabezuela en donde la corola se muestra como un tubo en la base y a manera de cinta hacia el ápice, igualar a un pétalo de una flor sencilla (Figura 4), de color amarillo brillante, muy vistosa y tipo margarita (Sanabria, 2015).



Figura 4. Hoja de *Tithonia diversifolia*



Figura 5. Flor de *Tithonia diversifolia*

4.2.2. Manejo del cultivo

Crece en diferentes condiciones de suelo y clima desde el nivel del mar hasta los 2500 m; precipitaciones desde 800 a 5000 mm y en un amplio rango de suelos desde ácidos hasta neutros y de suelos pobres en nutrientes hasta fértiles (Ríos K., 2003). No soporta niveles freáticos altos ni encharcamientos, pero se puede asociar con pastos y leguminosas rastreras de trópico bajo, medio y alto. Se encuentra distribuida en la zona tropical. No se conoce requerimientos de esta especie, pero se ha notado disminución de la producción cuando se realizan cortes sucesivos, cuando es utilizada para consumo animal se fertiliza con materia orgánica y riego después de cada corte, la altura de corte se puede realizar de 10 a 50 cm cada 7 semanas (Kato, 2014).

4.2.3. Propagación y siembra

La propagación es realizada a partir del material vegetativo o estacas con al menos dos yemas germinales, tomadas del tercio inferior o intermedio de los tallos. Las estacas deben guardar un estado óptimo para ser utilizado en la propagación, cumpliendo con características sobresaliente

como: ser un material maduro, ni muy verde ni muy lignificado sino en un punto intermedio de desarrollo, y se eliminan las partes muy leñosas y las puntas de las ramas.

Las características de las estacas influyen en la producción de biomasa, que es mayor cuando estas están maduras, el tamaño puede variar entre 20 a 40 cm de longitud, el corte debe ser fino, en bisel en ambos extremos y se debe hacer con un machete bien afilado, un golpe seco para evitar desgarres y heridas, este material debe ser tratado cuidadosamente para evitar daños en los puntos germinales.

4.2.4. Valor nutricional

Tabla 1. Composición química del Botón de Oro de acuerdo con los días de cosecha.

Indicadores	Días de Cosecha		
	30	60	90
Proteína Cruda (%)	28,51	22,00	14,84
Materia Seca (%)	14,10	17,25	23,25
Fibra Cruda (%)	3,83	1,63	2,70
Cenizas (%)	15,66	12,72	9,42
Calcio (%)	2,30	2,47	1,96
Fosforo (%)	0,38	0,36	0,32
Magnesio (%)	0,046	0,069	0,059

Fuente: (Rodríguez, 2009)

El porcentaje de proteína en los diferentes estados de desarrollo de la planta mostraron diferencias altamente significativas, esta información junto con la de producción de biomasa comestible y capacidad de recuperación de la planta en cortes sucesivos, es importante para determinar frecuencias de corte más adecuadas si el propósito es obtener forraje con nivel de proteína entre 18 y más del 20 % (Rodríguez, 2009).

4.2.5. Uso en la alimentación animal.

Se la considera promisoría para uso en la alimentación de diferentes especies animales, en especial rumiantes. Muchas de estas especies (no leguminosas) tiene valores nutricionales superiores a los de los pastos y pueden producir elevadas cantidades de biomasa comestible que son más sostenidas en el tiempo que las del pasto bajo condiciones de cero fertilización; acumulan tanto nitrógeno en sus hojas como las leguminosas, tienen altos niveles de fosforo, gran volumen radicular, una habilidad especial para recuperar los escasos nutrientes del suelo, un amplio rango

de adaptación, tolera condiciones de acidez y baja fertilidad del suelo, y puede soportar la poda a nivel del suelo y la quema. Además, tiene un rápido crecimiento y baja demanda de insumos y manejo para su cultivo (Kato, 2014).

Mahecha (2017), detalla que el Botón de oro se le puede dar atribuir otros usos como:

- Sistemas silvopastoriles y cercas vivas
- Bancos de proteína y forraje
- Preparación de suplementos en dietas de nutrición animal (aves, cerdos, ganado)
- Setos forrajeros
- Elaboración de extractos de botón de oro.

Pardo, N. (2007), manifiesta que el botón de oro se utiliza como complemento para alimentar animales, debido a su buen contenido de proteína y minerales especialmente calcio y fósforo. Para aprovechar mejor los nutrientes, las hojas se deben cosechar cuando la planta está empezando a florecer o un poco antes, ya que su composición nutricional varía con la época de cosecha y el estado de desarrollo de la misma. El contenido de proteína es menor cuando la planta ha florecido.

Para alimentar bovinos se utilizan las hojas y tallos tiernos del botón de oro como forraje fresco sin picar. Los animales también pueden comer las hojas y los tallos directamente de las plantas (ramonear), en Colombia y Ecuador, se ha observado *Tithonia diversifolia* en fincas campesinas como componente de la dieta de conejos, cuyes, cerdos, vacas y búfalos.

4.3. Quiebra barriga (*Trichanthera gigantea*)

Arbusto o árbol pequeño de 5 m a 15 m, con una copa redondeada. Las ramas son cuadradas con ángulos redondeados, con las puntas cubiertas de vellosidades. Hojas ovadas a oblongas, sin pubescencia a lo largo de la nervadura, pecíolos 1-5 cm de largo. Inflorescencia es una panícula terminal de 5-15 cm de largo, flores tienen pequeñas brácteas triangulares a 3mm. Las frutas contienen 35 a 40 semillas (CORPOICA, 2013)



Figura 6. *Arbusto de quiebra barriga*

Se adapta bien a los de baja fertilidad, ácidos de pH a 4.5; mejor pH de 5.5 a 7.0; suelos moderadamente drenados a muy bien drenados, tiene una considerable tolerancia a la sombra, altitud de 0 a 2 000 msnm, temperatura de 16 a 30 °C, precipitación de 800 a 3.000 mm/año (CORPOICA, 2013)

4.3.1. Manejo del cultivo

4.3.1.1. Establecimiento

El establecimiento es por estacas de 20 a 50 cm de largo y mínimo tres nudos, a un distanciamiento de 1m x 1m cuando es para banco de proteína y de 10m entre hilera y 3m entre planta asociado en sistema silvopastoril. El primer corte se realiza a los 9 meses de plantado (Pardo , 2007). Responde bien a la aplicación de fertilizantes, especialmente nitrogenados, a pesar de estar adaptado a suelos ácidos infértiles. Se cree que fija nitrógeno en simbiosis con *Rhizobium*. No tolera bajas temperaturas, crecimiento pobre en estación seca. Esta especie es nativa y se ha incluido por su valor dentro de los sistemas silvo-pastoriles, como alternativa para seguir siendo manejadas bajo principios de sostenibilidad (STDF, 2013).

4.3.1.2. Cosecha

Según (Pardo , 2007), menciona que se puede comenzar un año después de la siembra de los árboles de nacedero en el campo. La frecuencia de cosecha depende de las condiciones de fertilidad del suelo y disponibilidad de agua. Varía entre 3 y 4.5 meses.

Según (Pardo , 2007), con densidades de 18 000/ha, en condiciones cálidas se han obtenido entre 8 y 17 t/ha de forraje, realizando cortes cada 3 meses. Con una densidad de 1m x 1m, 1200 t de

materia seca/hectárea/año, a un intervalo de aprovechamiento de 90 días. El primer corte se realiza a los 9 meses y el intervalo entre corte 4 meses.

4.3.2. Valor Nutritivo

Tabla 2. *Contenido de nutrientes de Quiebra Barriga en %*

Variables	Contenido (%)
Materia seca	13,52
Humedad	86,48
Cenizas	15,63
Proteína cruda	19,10
Extracto etéreo	2,10
Fibra cruda	18,06
ELN	31,59

Fuente: (Laboratorio de Bromatología y Nutrición Animal, 2008)

4.3.3. Usos en la alimentación animal

En cerdos y aves los forrajes de hoja ancha como *T. gigantea*, surgen como una opción interesante debido a su alta y fácil producción de biomasa, amplia distribución en el trópico, diversidad de especies y una interesante composición química, que a diferencia de las gramíneas tienen menor contenido de fibra, cantidades interesantes de proteína cruda y algunas tienen poca cantidad de factores antinutricionales (Dung & Manh, 2002).

4.4. Relación entre las Características de Crecimiento y el Valor Nutritivo.

Mediante análisis de correlación y regresión se puede determinar el grado de asociación entre dos o más variables y estimar el valor de una variable en base a los valores conocidos de otras.

4.4.1. Análisis de Correlación.

El análisis de correlación permite determinar el nivel de relación o asociación entre dos o más variables. Los modelos más utilizados son el de Karl Pearson y el de Spearman; los dos modelos presentan similitud en cuanto a la interpretación de los resultados; si los valores oscilan

entre -1 y +1 indica que la relación de asociación es negativa y positiva respectivamente (Ramón, 2016).

4.4.1.1. Modelo de Spearman.

Mide la relación entre dos variables aleatorias continuas, es de asociación lineal, que utiliza rangos y número de orden de la población para comparar los rangos, es decir ordena los valores en escala ordinal.

El modelo de Spearman, requiere que sus datos se encuentren ordenados e identificados por el orden respectivo. El desarrollo del coeficiente de correlación de Spearman ρ , proviene de la siguiente expresión:

$$\rho = 1 - \frac{6 \sum D^2}{N(N^2 - 1)}$$

Dónde:

ρ = coeficiente de correlación entre X y Y.

D = diferencia entre los estadísticos correspondientes de orden.

N = número de parejas de estadísticos.

4.4.1.2. Modelo de Pearson .

Analiza la relación lineal entre dos variables, siendo independiente de la escala de medida de las variables. Estas variables deben ser medidas independientemente para eliminar el sesgo en los resultados. El coeficiente de correlación de Pearson se enfoca en determinar el grado de relación o asociación entre variables. La fórmula de cálculo del coeficiente de correlación se presenta a continuación:

$$r_{xy} = \frac{n \sum XY - \sum X \sum Y}{\sqrt{[n \sum X^2 - (\sum X)^2][n \sum Y^2 - (\sum Y)^2]}}$$

Dónde:

r_{xy} = coeficiente de correlación entre X y Y

n = tamaño de la distribución de datos

X = puntuaciones en la variable X Y = puntuaciones en la variable Y

XY = producto de las puntuaciones en X y Y

X_2 = puntuaciones en X elevadas al cuadrado

Y_2 = puntuaciones en Y elevadas al cuadrado

Cuando el coeficiente de correlación entre dos variables es +1, se define como perfecta positiva, lo que indica que en la medida que una variable cambie la otra lo hará en la misma magnitud, cuando ocurre esta correlación, se la describe como funcionalmente exacta. Cuando la correlación de variables da como resultado -1, se define como una correlación perfecta negativa, lo que indica que mientras una de las variables aumenta, la otra variable disminuye en la misma magnitud.

La correlación de variables puede variar entre +1 y -1, con una gran escala de interpretaciones, según el autor Salvador (2010), la apreciación del resultado de correlación de variables depende de la significatividad estadística, dirección o sentido de la correlación, la naturaleza y variabilidad del grupo de los datos en estudio.

La correlación de variables indica la relación o asociación, mas no una relación causa-efecto necesariamente. Estas relaciones se deberán determinar en base a las características propias de los datos estudiados. Salvador (2010), en su estudio Estadística Elemental con la orientación de los índices de correlación que se presenta a continuación:

Tabla 3. Interpretación de índices de correlación

Rango	Interpretación
>0,80	Muy alta
0,60 – 0,79	Alta
0,40 – 0,59	Moderada
0,20 – 0,39	Baja
< 0,20 m	Muy baja

Fuente:.(Salvador, 2018)

4.4.2. Análisis de Regresión.

El análisis de regresión se basa en las observaciones que se realizan para cada una de las variables, donde se da a conocer una ecuación matemática que indica la relación de estas variables, cuando se tiene una ecuación esta se utiliza para poder estimar valores futuros que puede tener una variable. En cualquier tipo de problema se deben tener muy bien estudiadas e identificadas las variables que existen en dicho problema a estas variables se les conoce como variable dependiente (Y), y variable independiente (X) (Stevenson, 2017).

Cuando es usada la regresión, permite encontrar una ecuación y trazar una línea que se acerque lo más posible a los puntos dados. La regresión se emplea en la estimación de una relación que puede existir en una población.

4.4.2.1. Regresión lineal.

Regresión es el proceso general de predecir una variable a partir de otra con medios estadísticos, usando datos anteriores, y linealidad es la línea ajustada a un conjunto de puntos de datos para estimar la relación entre dos variables. Por lo que la regresión lineal es el desarrollo de una ecuación de estimación que describe la relación entre dos variables. La regresión lineal tiene una finalidad muy importante que es la de estimar los valores de una variable con base a los conocidos de la otra (Levin, 2015).

Cuando se utilizado este modelo para las predicciones, es importante que solo se considere lo relevante de la variable independiente, los valores de la variable dependiente se predicen cuando es conocida la variable independiente.

Algunas de las características de la ecuación lineal son:

1. La pendiente recta
2. La localización de la recta en algún punto

Con este análisis no se puede establecer si una variable puede influir en los valores de la otra.

4.4.2.2. Suposiciones de la Regresión Lineal.

- **Normalidad:** Todos los valores obtenidos para Y, deben ser distribuidos normalmente en cada valor de X
- **Homoscedasticidad:** Los valores de los puntos alrededor de la línea de regresión, son constantes para todos los valores de X
- **Independencia del error:** Es necesario que el valor se independice de cada valor de Y.
- **Linealidad:** La relación existente entre las variables es lineal.

5. Metodología

5.1. Área de estudio.

Los datos para la presente investigación se generaron en la estación experimental “El Padmi” de la Universidad Nacional de Loja; ubicada en la parroquia Los Encuentros, cantón Yantzaza, provincia de Zamora Chinchipe. La Estación, cuenta con una extensión de 102,95 ha, está ubicada a una altitud que varía de 775 a 1150 msnm, temperatura media anual de 22,8 °C, precipitación media anual de 1984 mm, el clima varía de subhúmedo a tropical húmedo; además cuenta con un 70% de vegetación natural en diversas etapas de sucesión.

5.2. Procedimiento.

5.2.1. Recopilación de datos

Se trabajó con datos de algunas variables de crecimiento y composición bromatológica del Botón de oro (*Tithonia diversifolia*) y Quiebra barriga (*Trichanthera gigantea*) generados en cultivos previamente establecidos en la estación experimental “El Padmi”, como parte del proyecto de investigación: Implementación de tecnologías apropiadas para la mejora de los sistemas nutricionales bovinos, de pequeños y medianos productores, en la provincia de Zamora Chinchipe; que se ejecuta con financiamiento institucional. Para el presente estudio se tomaron en cuenta algunas variables de crecimiento y de composición bromatológica, como se detalla en la siguiente tabla.

Tabla 4. Variables de crecimiento.

Variables	Definición
Días de corte	Es el mejor momento para utilizar la planta o mezcla forrajera por parte de los animales; este momento tiene relación con la etapa del ciclo vegetativo, en la que el vegetal dispone del valor nutritivo, es más palatable, y mantiene su capacidad de rebrote.
Altura de planta	Distancia entre el suelo junto al tronco hasta el nivel más alto de la copa de la planta

Peso de hojas	Se realiza la separación de las hojas funcionales y después se pesa el total de hojas en una balanza digital en gramos.
Peso de tallos	Este proceso se realiza mediante el uso de una balanza digital en gramos, al momento de tener los tallos separados de las demás partes de la planta.
Peso de planta	Para obtener el peso de planta, incluye el peso de las hojas y tallos, de cada una de las plantas seleccionadas.

Tabla 5. *Variables bromatológicas.*

Variab les	Definición
Materia seca	Peso total de un alimento menos su contenido de agua.
Cenizas	Contenido de minerales totales o materiales inorgánico en la muestra.
Proteína cruda	Porcentaje de proteína que contiene un alimento.
Fibra detergente neutro	Material insoluble en solución detergente neutra, compuesta de celulosa, hemicelulosa y lignina. Además, la integran otros componentes minoritarios como residuos de almidón, cenizas y nitrógeno.
Fibra detergente ácido	Material insoluble en solución detergente ácida, constituida por celulosa y lignina, aunque la pueden integrar otros componentes minoritarios como nitrógeno y/o minerales.
Lignina	Compuesto fenólico de elevado peso molecular, adiciona rigidez a la pared de las células de las plantas, en particular en aquellas correspondientes a los tejidos vasculares y de la epidermis.

5.2.2. Procesamiento de datos.

Los datos de las variables en estudio se organizaron en matrices para facilitar su posterior análisis estadístico. Para el análisis de regresión se clasificaron las variables en independientes y dependientes, conforme se detalla en la siguiente tabla.

Tabla 6. *Clasificación de las variables en estudio.*

Variables independientes	Variables dependientes
Días de corte	Materia seca
Altura de planta	Ceniza
Peso de hojas	Proteína bruta
Peso de tallos	Fibra detergente neutra
Peso de planta	Fibra detergente ácida
	Lignina

5.3. Análisis estadístico.

Se determinaron los coeficientes de correlación (r) de Pearson, entre las características de crecimiento y los indicadores bromatológicos de las dos especies forrajeras en estudio; luego, se seleccionaron aquellos coeficientes que superaron el nivel 0,05 de significación estadística, para establecer los parámetros de regresión y construir los modelos (ecuaciones) de predicción. Se utilizó el programa estadístico Infostat (versión 2021).

6. Resultados

6.1. Relación entre indicadores de crecimiento y composición química de *Tithonia diversifolia*

En la tabla 7 se presentan los coeficientes de correlación entre los indicadores de crecimiento y composición bromatológica del Botón de Oro.

Tabla 7: Indicadores de crecimiento y composición química del Botón de Oro (*Tithonia diversifolia*).

Variables	Días corte	Altura planta	Nro. Hojas	Nro. tallos	Relación H: T	Materia seca	Cenizas	Proteína bruta	FDA	FDN	Lignina
Días de corte	1,00										
Altura planta	0,95	1,00									
Nro. Hojas	0,91	0,91	1,00								
Nro. Tallos	0,96	0,88	0,87	1,00							
Relación H: T	0,73	0,79	0,86	0,67	1,00						
Materia seca	0,93	0,96	0,97	0,90	0,89	1,00					
Cenizas	-0,98	-0,94	-0,96	-0,94	-0,80	-0,96	1,00				
Proteína bruta	-0,89	-0,93	0,93	-0,80	0,84	-0,93	0,91	1,00			
FDA	0,76	0,60	0,46	0,74	0,19	0,50	-0,66	-0,44	1,00		
FDN	0,72	0,56	0,40	0,71	0,12	0,44	-0,61	-0,39	1,00	1,00	
Lignina	0,90	0,90	0,97	0,84	0,83	0,93	-0,93	-0,93	0,47	0,40	1,00

La correlación es significativa en el nivel 0,05 bilateral. FDN: Fibra Detergente Neutra, FDA: Fibra Detergente Ácida .

El análisis de correlación (r) de Pearson entre las variables de crecimiento y las variables bromatológicas de la *Tithonia diversifolia*, presentó relación de moderada a fuerte. Así tenemos que, entre los días de corte y la altura de planta, peso hojas, peso tallos, peso de planta, materia seca, FDN, FDA y lignina; la relación fue directa, con coeficientes de correlación (r) mayores a 0,72; mientras que, entre los días de corte y el contenido de cenizas, proteína bruta, la relación fue inversa o negativa.

Similar comportamiento se observó entre la altura de planta, peso de hojas, peso de tallas y peso de planta con las variables bromatológicas; con coeficientes de correlación que van de moderados a fuertes.

La relación entre el contenido de materia seca y el contenido de cenizas y proteína cruda fue fuerte y negativa, con valores superiores a -0,90; es decir que, a medida que el contenido de materia seca se incrementa, los niveles de estos nutrientes disminuyen. Se observó una débil relación positiva entre el contenido de materia seca y el contenido de FDN y FDA, con valores de r inferiores a 0,50; no así con el contenido de lignina que estuvo por el orden de 0,93.

Finalmente, se pudo verificar que entre el contenido de proteína bruta y la FDN y FNA existe un grado de asociación inverso moderado; mientras que con la presencia de lignina resultó muy fuerte.

6.2. Modelos de predicción de la composición química de *Tithonia diversifolia*.

En la figura 7 se observa que la variación en el contenido de materia seca en función de la altura de planta, se ajusta a una regresión lineal. El modelo ajustado señala que cuando la altura de planta se incrementa en 1 cm con respecto al promedio, el contenido de materia seca aumenta 1,49%; mientras que el coeficiente de determinación (R^2), indica que el 99% de la variación en el contenido de la materia seca, se debe a la altura de planta.

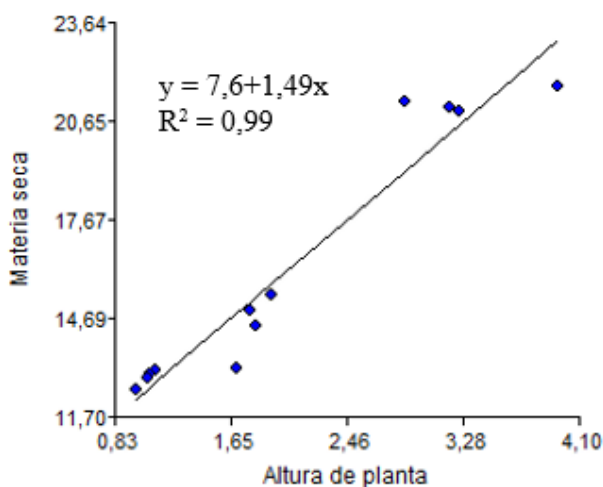


Figura 7. Relación entre altura de planta y contenido de materia seca de *Tithonia diversifolia*

El contenido de materia seca de la figura 8 muestra una correlación directa con el número de tallos de la planta, por lo tanto, la regresión lineal ajustada indica que, por cada tallo adicional, el contenido de materia seca aumenta en un 0,16 %, y el coeficiente de determinación (R^2) indica que el número de tallos de la planta explica el 99 % de la variación en el contenido de materia seca.

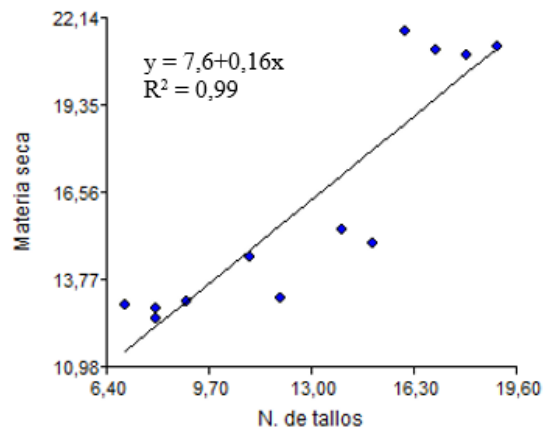


Figura 8. *Relación entre número de tallos y materia seca*

El análisis de regresión lineal de la figura 9, indica que existe una correlación inversa entre el contenido de cenizas y los días de corte, señala que cuando los días de corte se incrementa, el contenido de cenizas disminuye en 0,07 %; mientras que el coeficiente de determinación (R^2), indica que el 99% de la variación en el contenido de cenizas, se debe a los días de corte.

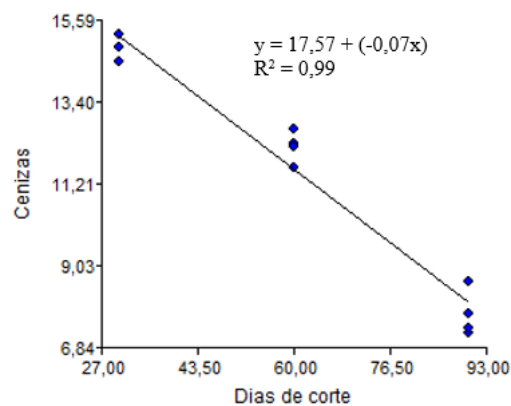


Figura 9. *Relación entre días de corte y cenizas*

En la figura 10 se observa que la variación en el contenido de proteína bruta en función de la altura de planta, se ajusta a una regresión lineal inversa. El modelo ajustado señala que cuando la altura de planta se incrementa en 1 cm con respecto al promedio, el contenido de proteína bruta

disminuye 1,11%; mientras que el coeficiente de determinación (R^2), indica que el 90% de la variación en el contenido de proteína bruta, se debe a la altura de planta.

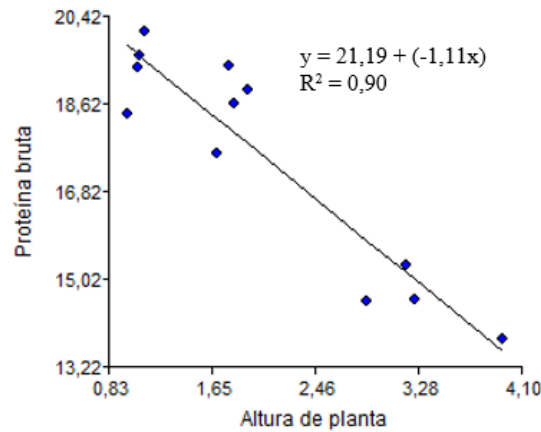


Figura 10. Relación entre altura de la planta y proteína bruta

El análisis de regresión lineal en la figura 11, indica que existe una correlación inversa entre el contenido de proteína bruta de la planta de maíz y el número de tallos de la planta, el modelo ajustado indica que el contenido de proteína bruta disminuye un 1% por cada tallo adicional. El coeficiente de determinación (R^2) indica que el 90 % de la variación en el contenido de proteína bruta se puede debe al número de tallos.

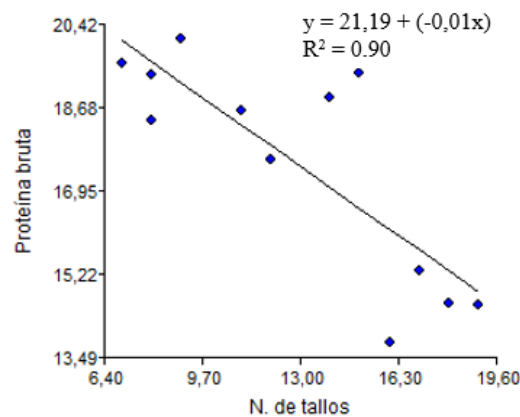


Figura 11. Relación entre número de tallos y proteína

En la figura número 12, se observa que el contenido de fibra detergente acida (FDA) de la planta incrementa a medida que aumenta el número de días de corte, por cada día adicional de

corte, el contenido de FDA aumenta en un 0,49 %. El coeficiente de determinación (R^2) indica que el 97 % de la variación en el contenido de FDA se puede explicar por el número de días de corte.

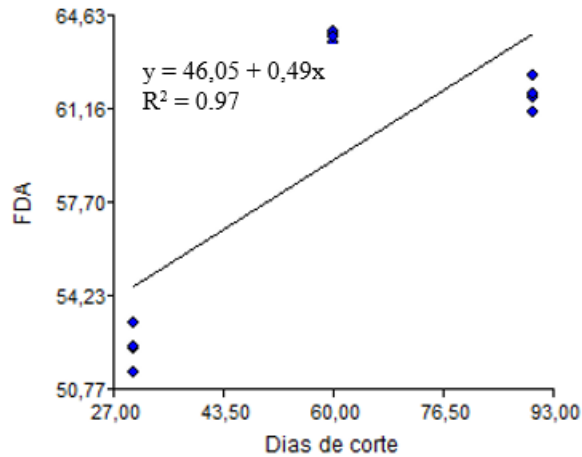


Figura 12. Relación entre días de corte y fibra detergente acida (FDA)

El análisis de regresión lineal de la figura 13 indica que existe una correlación positiva entre el contenido de fibra detergente acida (FDA) y la altura de la planta. Por cada centímetro adicional de altura de planta, el contenido de FDA aumenta en un 3,49 %. El coeficiente de determinación (R^2) indica que el 97 % de la variación en el contenido de FDA se debe a la altura de la planta.

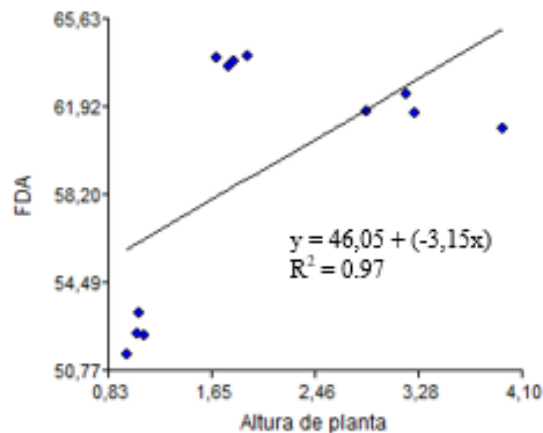


Figura 13. Relación entre altura de la planta y fibra detergente ácida (FDA)

En la figura 14 se observa que la variación en el contenido de fibra detergente neutra en función de los días de corte, se ajusta a una regresión lineal. El modelo ajustado señala que cuando los días de corte incrementa, el contenido de FDN aumenta 0,58%; mientras que el coeficiente de determinación (R^2), indica que el 98% de la variación en el contenido de la FDN, se debe a los días de corte.

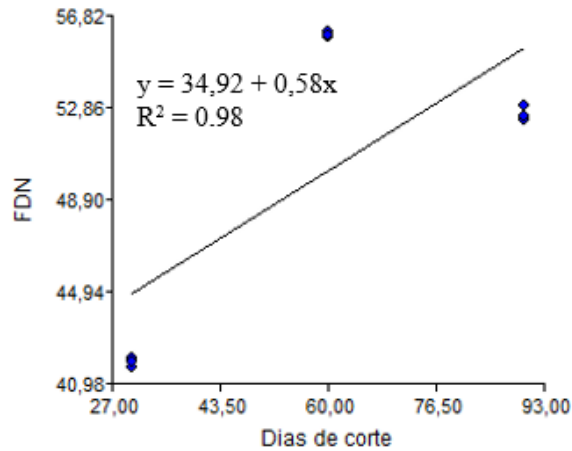


Figura 14. Relación entre días de corte y fibra detergente neutra (FDN)

El análisis de regresión lineal indica que existe una relación positiva entre el contenido de fibra detergente neutra (FDN) y la altura de la planta. Por cada centímetro adicional de altura de planta, el contenido de FDN aumenta en un 3,31 %. El coeficiente de determinación (R^2) indica que el 98 % de la variación en el contenido de FDN se debe a la altura de la planta (figura 15).

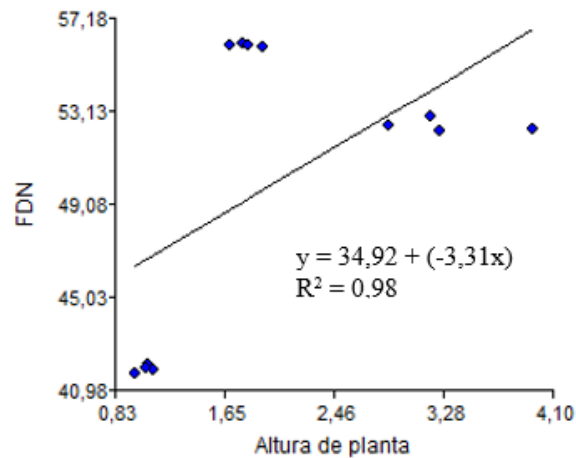


Figura 15: Relación entre altura de la planta y fibra detergente neutra (FDN)

6.3. Relación entre indicadores de crecimiento y composición química de *Trichanthera gigantea*)

En la tabla 6 se presentan los coeficientes de correlación entre los indicadores de crecimiento y composición bromatológicas y contenido nutricional de Quebra Barriga (*Trichanthera gigantea*),

Tabla 8. Indicadores de crecimiento y composición química de *Quiebra Barriga* (*Trichanthera gigantea*,

Variables	Días corte	Altura planta	Nro. hojas	Nro. Tallos	Relación H: T	Materia seca	Cenizas	Proteína bruta	FDA	FDN	Lignina
Días de corte	1,00										
Altura planta	0,92	1,00									
Nro. Hojas	0,80	0,91	1,00								
Nro. Tallos	0,79	0,89	0,94	1,00							
Relación H: T	-0,16	-0,22	-0,39	-0,08	1,00						
Materia seca	-0,26	-0,40	-0,30	-0,53	-0,51	1,00					
Cenizas	-0,55	-0,49	-0,24	-0,14	0,21	-0,14	1,00				
Proteína bruta	-0,71	-0,64	-0,40	-0,33	0,17	-0,03	0,97	1,00			
FDA	-0,25	-0,21	-0,42	-0,52	-0,08	0,33	-0,67	-0,49	1,00		
FDN	-0,81	-0,78	-0,80	-0,84	0,12	0,44	-0,03	0,18	0,74	1,00	
Lignina	-0,83	-0,79	-0,67	-0,66	0,01	0,05	-0,60	0,73	0,03	0,51	1,00

El nivel de asociación entre las variables de crecimiento y las variables bromatológicas de la *Trichanthera gigantea*, presentó variación en los coeficientes de correlación. Así tenemos, entre los días de corte y la altura de planta, número de hojas, número de tallos, la relación fue directa, con coeficientes de correlación (r) mayores a 0,79; mientras con el contenido de proteína bruta, FDA y lignina, la relación fue inversa o negativa; se observó débil asociación entre los días de corte y el contenido de materia seca y FDN.

Similar comportamiento se observó entre la altura de planta, con las demás variables de crecimiento y bromatológicas, con coeficientes de correlación que van de moderados a fuertes. La relación entre el contenido de materia seca y las demás variables bromatológicas resultó de moderada a débil, con valores que no superan los -0,40; de igual manera se pudo verificar que entre el contenido de proteína bruta y la FDN y FNA existe un débil grado de asociación; mientras que con el contenido de lignina el coeficiente de correlación fue de -0,79, lo que significa que a medida que el contenido de materia seca se incrementa, los niveles de lignina disminuyen.

6.4. Modelos de predicción de la composición química de *Trichanthera gigantea*.

En la figura 16 se observa que la variación en el contenido de materia seca en función del número de tallos se ajusta a una regresión lineal inversa. El modelo ajustado señala que cuando el número de tallos incrementa, el contenido de materia seca disminuye 0,38%; mientras que el coeficiente de determinación (R^2), indica que el 67% de la variación en el contenido de la materia seca, se debe a la altura de planta.

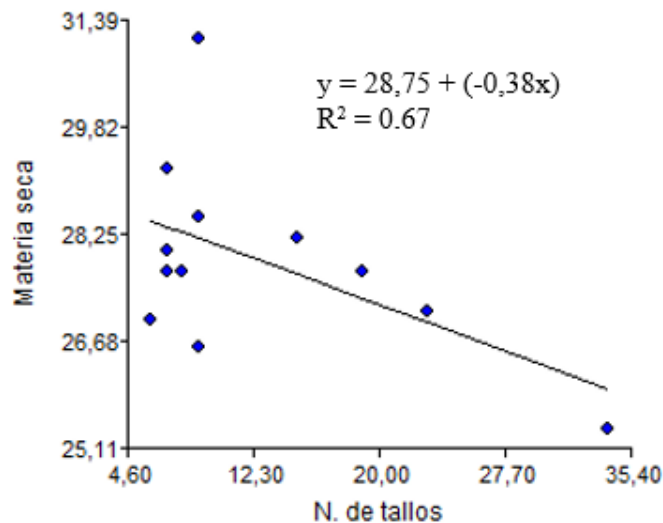


Figura 16. Relación entre número de tallos y materia seca

El análisis de regresión lineal inversa indica que existe una correlación negativa entre el contenido de cenizas y el número de días de corte de la planta, de manera que por cada día adicional de corte, el contenido de cenizas disminuye en un 0,04 %. El coeficiente de determinación (R^2) indica que el 66 % de la variación en el contenido de cenizas se debe al número de días de corte (Figura 17).

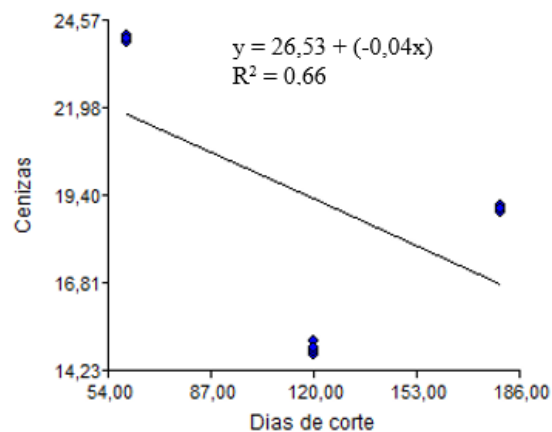


Figura 17. Relación entre días de corte y cenizas

El contenido de cenizas de la planta de maíz disminuye a medida que aumenta la altura de la planta. Por cada centímetro adicional de altura de planta, el contenido de cenizas disminuye en un 10,61 %; de manera que, el 66 % de la variación en el contenido de cenizas se debe a la altura de la planta (Figura 18).

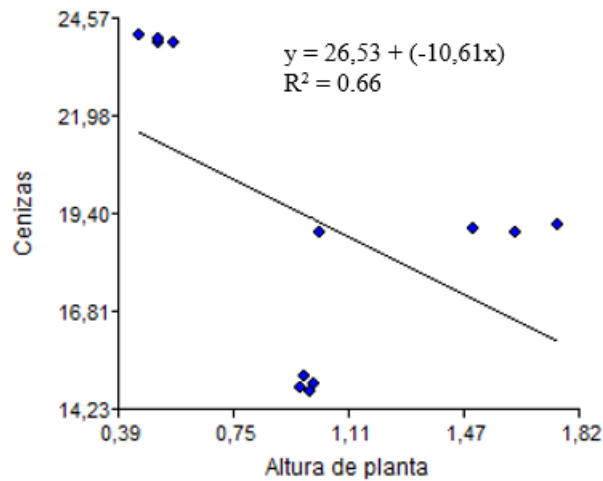


Figura 18. Relación entre altura de la planta y cenizas

En la figura 19, se observa que la variación en el contenido de proteína bruta en función de los días de corte se ajusta a una regresión lineal inversa. El modelo ajustado señala que a medida que los días de corte se incrementan, el contenido de materia seca disminuye 0,13%; mientras que el coeficiente de determinación (R^2), indica que el 66% de la variación en el contenido de proteína bruta, se debe a los días de corte.

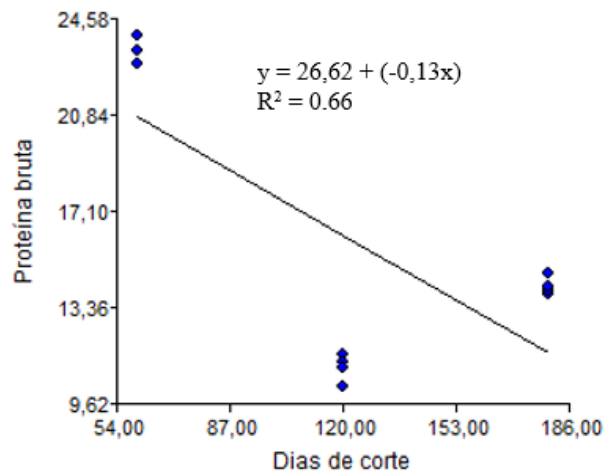


Figura 19. Relación entre días de corte y proteína bruta

En la figura 20, se observa que la variación en el contenido de proteína bruta en función del número de tallos, se ajusta a una regresión lineal. El modelo ajustado señala que cuando el número de tallos se incrementan, el contenido de proteína bruta aumenta 0,41%; mientras que el coeficiente de determinación (R^2), indica que el 66% de la variación en el contenido de proteína bruta, se debe al número de tallos.

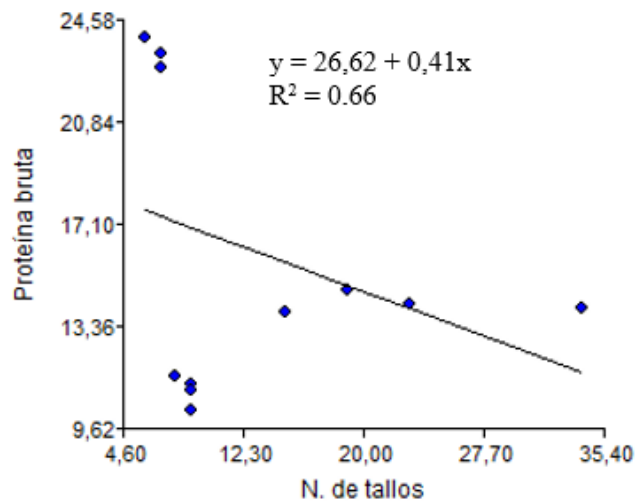


Figura 20. *Relación entre número de tallos y proteína bruta*

En la figura 21, se observa que la variación en el contenido de fibra detergente acida en función de la altura de planta, se ajusta a una regresión lineal. El modelo ajustado señala que cuando la altura de la planta incrementa, el contenido de FDA aumenta 4,50%; mientras que el coeficiente de determinación (R^2), indica que el 0,56% de la variación en el contenido de cenizas, se debe a los días de corte.

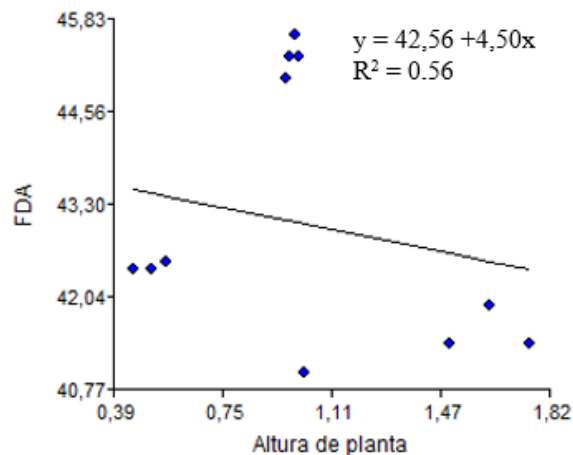


Figura 21. *Relación entre altura de la planta y fibra detergente acida (FDA)*

El contenido de fibra detergente neutra está inversamente relacionado con el número de tallos, por cada tallo adicional, el contenido de FDN disminuye en un 0,15 %, esta relación se explica por el hecho de que una planta con más tallos tiene menor proporción de fibra en sus tejidos, finalmente el 71 % de la variación en el contenido de FDN se puede explicar por el número de tallos.

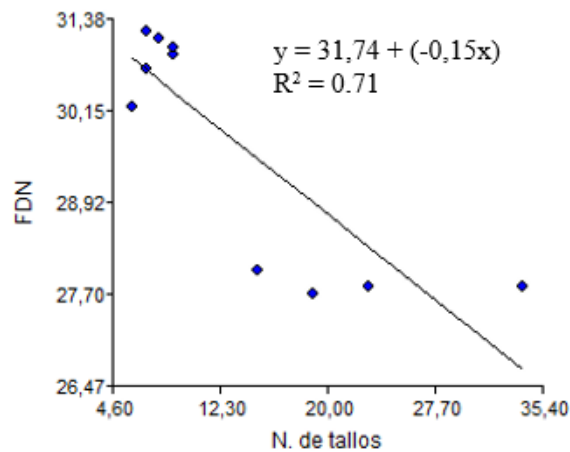


Figura 22. Relación entre número de tallos y fibra detergente neutra (FDN)

En la representación gráfica número 23, se evidencia una relación inversa entre la cantidad de lignina y los días de corte. Según el modelo de regresión lineal ajustado, un incremento en los días de corte conlleva a una disminución del 0,02% en el contenido de lignina. Asimismo, el coeficiente de determinación (R^2) indica que el 69% de la variabilidad en el contenido de lignina está influenciada por los días de corte.

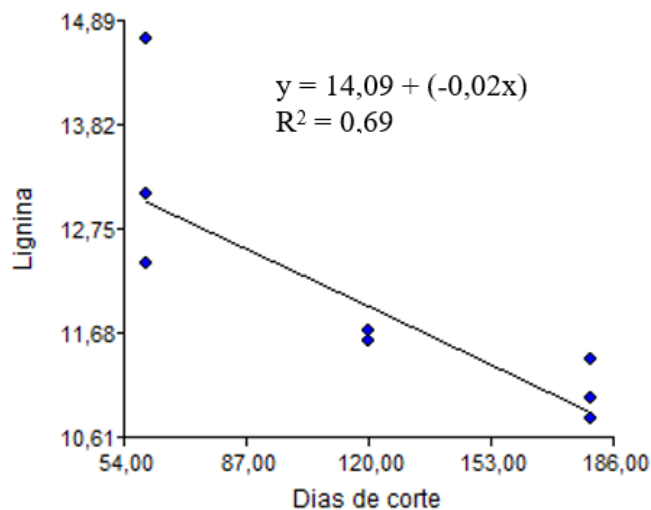


Figura 23. Relación entre días de corte y lignina

7. Discusión

Las arbustivas forrajeras son especies promisorias que pueden utilizarse como fuente proteica para complementar la dieta en rumiantes mantenidos en pasturas de baja calidad, sobre todo en los países del trópico. (Mejía-Díaz et al. 2017). Tienen la capacidad de transformar la energía solar, nutrientes, dióxido de carbono y agua en otras biomoléculas como carbohidratos, proteínas y fibra, que son requeridas por los animales (rumiantes y no rumiantes) para su desarrollo y producción. El crecimiento y valor nutritivo de estas especies depende de varios factores relacionados con las condiciones edafoclimáticas y el manejo (Pezo, 2018). Varios autores (Gallego, Mahecha, & Angulo, 2009) mencionan que la composición química depende en gran medida de las partes de la planta, la edad de cosecha y el manejo agronómico del cultivo.

Mediante análisis de correlación y regresión se puede determinar la relación existente entre las variables agronómicas y la composición química y generar modelos que permita predecir valores futuros a partir de resultados conocidos. El análisis de correlación entre los indicadores de crecimiento y la composición bromatológica de *Tithonia diversifolia* y *Trichantera gigantea*, mostró diferentes niveles de asociación. Se observó que los días de corte influye de manera directa sobre la altura de planta, peso tallos, peso de hojas, peso de planta, contenido de materia seca; FDN, FDA y lignina; mientras que con el contenido de cenizas y proteína la relación es inversa; es decir que a medida que avanza el estado de madurez se incrementa su rendimiento, pero se disminuye la calidad. Un comportamiento similar fue reportado por (Herrera, Verdecia, & Ramirez, 2017) en el estudio del efecto de los factores climáticos (lluvia) en la composición química de *Tithonia diversifolia*.

En el caso del contenido de proteína bruta, se afirma que diversos factores de la planta y del ambiente pueden incidir en la variación de su contenido. Así mismo, los componentes de la pared celular, constituidos principalmente por celulosa, hemicelulosa y lignina presentan variación según su etapa de crecimiento y en las diferentes fracciones de la planta, lo que incide en el consumo voluntario (FDN) y digestibilidad (FDA) (Agritotal, 2015).

Por otra parte, el análisis de regresión entre las variables en estudio demostró una tendencia lineal altamente significativa; así tenemos, en el caso de *Tithonia diversifolia* el contenido de materia seca varió en función de la altura de planta, es decir que cuando la altura de planta se

incrementa en 1 cm con respecto al promedio, el contenido de materia seca aumenta 1,49%; el coeficiente de determinación ($R^2 = 99\%$) indica que el 99% de la variación en el contenido de la materia seca, se debe a la altura de planta. Resultados similares fueron reportados por Partey (2011) y Villarreal & Velasco et al. (2011) quienes observaron que la materia seca se incrementa conforme avanza la edad o crecimiento de la planta, siendo mayor la producción de materia seca de las especies tropicales cuando se registra la máxima precipitación pluvial. En otros estudios (Ramírez et al., 2009) observaron correlación positiva entre el nivel de precipitación, la altura y producción de materia seca en pastos tropicales, explicado por el balance entre la tasa fotosintética y la tasa de respiración de la planta para la acumulación de esta.

Así mismo, Martínez et al. (2022) en su trabajo sobre la composición química y el valor nutritivo de *Tithonia diversifolia* y *Trichantera gigantea* en diferentes edades de corte, observaron que el contenido de proteína, cenizas y FDN varía con la edad de corte; para el caso de *Tithonia diversifolia*, el modelo de regresión lineal simple fue: $15,7 - 0,26 * \text{Edad de corte}$; lo que indica que el contenido de proteína disminuye en 0,26 % por cada día adicional de edad de corte y para *Trichantera gigantea*, el modelo de regresión lineal simple fue: $\text{Proteína} = 14,5 - 0,22 * \text{Edad de corte}$; es decir que, el contenido de proteína disminuye en 0,22 % por cada día adicional de edad de corte. Para el contenido de FDN en *Tithonia diversifolia*, el modelo de regresión lineal simple menciona que aumenta en 0,08 y 0,09 % por cada día adicional de edad de corte. Estos resultados están en correspondencia con los obtenidos en nuestro estudio, puesto que las variables analizadas, dependen en su mayoría de los días de corte; por lo tanto, es importante considerar la edad óptima de corte para mantener un equilibrio entre la producción de biomasa y el valor nutritivo de estas especies.

8. Conclusiones

En base a los resultados y discusión, se proponen las siguientes conclusiones:

- Las características agronómicas y el valor nutritivo de *Tithonia diversifolia* y *Trichantera gigantea* están relacionadas entre sí, con un marcado efecto de la edad de corte, sobre la altura planta, peso tallos, peso de hojas, peso planta, contenido materia seca, cenizas, proteína cruda, FDN, FDA y Lignina.
- La correlación entre edad de corte, altura planta, peso tallos, peso de hojas, peso planta, contenido materia seca, FDN, FDA y Lignina, es directa o positiva, con valores de r superiores a 0,72; mientras que, con el contenido de cenizas y proteína cruda (PC) es inversa o negativa, con valores superiores a -0,89; es decir que, a medida que avanza la edad de corte se incrementa el rendimiento, pero se disminuye la calidad de los pastos.
- El análisis de regresión simple demuestra una tendencia lineal entre la edad de corte y las características agronómicas y composición química; situación que puede ser aprovechada para establecer mecanismos que contribuyan a mejorar el manejo y aprovechamiento eficiente de estas especies.

9. Recomendaciones

En base a los resultados y conclusiones alcanzados en el presente trabajo de investigación, se plantean las siguientes recomendaciones:

- Propiciar la aplicación práctica de las ecuaciones de predicción generados mediante regresión lineal, en variables relacionadas con las características agronómicas y calidad nutritiva de *Tithonia diversifolia* y *Trichantera gigantea*, con el propósito de mejorar su manejo y aprovechamiento, como alternativa para complementar la alimentación del ganado bovino en la Amazonia Sur ecuatoriana.
- Desarrollar nuevos trabajos de investigación orientados a estudiar el comportamiento agronómico y valor nutritivo de otras especies forrajeras existentes en la región, durante las dos épocas de año, en otros estadios fenológicos y condiciones de manejo, que permitan generar alternativas para la alimentación bovina.

- FAO. (2018). *Integrando la reversión de la degradación de tierras y reduciendo los riesgos de desertificación en provincias vulnerable*. Obtenido de Proyecto de Ganadería climáticamente inteligente.
- Flores, O., Bolivar, M., & Botero, J. (2018). *Parámetros nutricionales de algunas arbóreas leguminosas y no leguminosas con potencialforrajera para la suplementación de ruminantes en el trópico*. Obtenido de <http://www.lrrd.cipav.org.co/lrrd10/1/cati101.htm>
- Gallego, L., Mahecha, L., & Angulo, J. (2009). *Calidad nutricional de Tithonia diversifolia y Trichanthera Gigantea*. Obtenido de Scielo : http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-72692009000200003
- García , D., Medina, M., & Cova, J. (2009). *Preferencia de vacunos por el follaje de doce especies con potencial para sistemas agrosilvopastoriles*. Venezuela: Soca.
- García, D., Medina, M., Cova, J., A, T., Soca, M., Pizzani, P., . . . Dominguez, C. (Septiembre de 2009). Preferencia de vacunos por el follaje de doce especies con potencial para sistemas agrosilvopastoriles en el estado Trujillo, Venezuela. *Pastos y Forrajes*, 31(3), 255-270.
- Herrera, R., Verdecia, D., & Ramirez, J. (2017). *Cuban Journal of Agricultural Science*. Obtenido de Relación entre algunos factores climáticos y la composición química de Tithonia diversifolia: <https://www.redalyc.org/pdf/6537/653768174007.pdf>
- Hess, H., & Dominguez, J. (1998). Past. Trop : Leaves ofTrichanthera giganteaas a nutritional supplement for sheep. Obtenido de Leaves ofTrichanthera giganteaas a nutritional supplement for sheep.
- Inayat, A., & Gordon, O. (2009). *Influencia de las fases lunares (Menguante y Luna llena) sobre la propagación vegetativa del botón de oro Tithonia diversifolia para la formación de un banco de proteína*. Obtenido de , Facultad de Ingeniería de Ciencias Agropecuarias del Ecuador - Quito: <http://repositorio.espe.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/21000/2600/T-ESPE-IASA%20I-004190.pdf?sequence=8&isAllowed=y>
- INIAPE-EN. (2009). *Banco proteico y bloque Nutricional* . Obtenido de http://www.agronet.gov.co/www/docs_si2/2006112795432_Bancos%20de%20proteinas.pdf
- Ivory, D. (2015). *Major characteristics and nutritionalvalue of shrubs and tree fodders*. 2238th. Ottawa, Canada: Workshop in Denpasar.

- Jung, H. (2013). *Forage Cell Wall Structure and Digestibility*. American Society of Agronomy-Crop. <https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/2712/1/T-UTEQ-120.pdf>: Science Society of America-Soil Science Society of America.
- Kato, C. (Marzo de 2014). *Tithonia diversifolia - HEMSL - Gray: Una planta con potencial para la producción sostenible en el trópico*. Obtenido de <http://www.fao.org/AG/Aga/AGAP/FRG/AGROFOR1/Rios14.PDF>.
- Laboratorio de Bromatología y Nutrición Animal. (2008). *Contenido de Nutrientes de Quiebra barriga*. Riobamba: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
- León, R., & Bonifaz, N. (2018). *Pastos y Forrajes del Ecuador*. Obtenido de Siembra y producción de pasturas: [file:///D:/Descargas/PASTOS%20Y%20FORRAJES%20DEL%20ECUADOR%202021%20\(7\).pdf](file:///D:/Descargas/PASTOS%20Y%20FORRAJES%20DEL%20ECUADOR%202021%20(7).pdf)
- Levin, R. (2015). *Estadística para administración y economía*. Obtenido de <https://profefily.com/wp-content/uploads/2017/12/Estad%C3%ADstica-para-administraci%C3%B3n-y-economia-Richard-I.-Levin.pdf>
- Mahecha, L. (2005). *Valor nutricional del follaje de Botón de Oro (Tithonia diversifolia) en la producción animal en el trópico*. Livestock Research for Rural Development.
- Martínez, C., León, G., Gómez, L., & Mendoza, E. G. (2022). *Revista Agronomía Mesoamericana*. Obtenido de Composición química y valor nutritivo de Tithonia diversifolia y Trichanthera gigantea en diferentes edades de corte: https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0254-27422022000100028&lng=es&nrm=iso
- Murgueitto, E. (2014). *COLCIENCIAS-CAB-CIPAV*. Obtenido de Tres especies vegetales promisoras: Nacedero (Trichanthera gigantea), Botón de oro (Tithonia diversifolia) y Bore (Alocasia macrorrhiza): <https://repositorio.fedepalma.org/handle/123456789/109104>
- Nash. (2006). *Árboles y arbustos utilizados en alimentación animal como fuente Proteica*. Obtenido de <https://bit.ly/2PLgImS>
- Pardo, N. (2007). *Manual de Nutrición Animal 2da Edición*. Bogotá, Colombia: Grupo Latino.
- Pérez, A., Montejo, I., Iglesias, J., & López, O. (2009). *Pastos y Forrajes (Tithonia diversifolia)*. A. Gray.

- Perez, J. (1990). *Uso de las leguminosas arbustivas en los sistemas de producción animal en el trópico*. Medellín, Colombia: REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria.
- Ramón, G. (2016). *Correlación de variables*. Obtenido de http://viref.udea.edu.co/contenido/menu_alterno/apuntes/ac36-correlacion-variables.pdf
- Ríos, C. (2008). *Fundación Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria (CIPAV)*. Obtenido de *Tithonia diversifolia* (hemsl.) Gray, una planta con potencial para la producción sostenible en el trópico.: <https://bit.ly/38y8JSq>
- Ríos, K. (1994). *Árboles y arbustos utilizados en alimentación animal como fuente Proteica*. Obtenido de Apuntes etnobotánicos y aportes al conocimiento del nacedero *Trichanthera gigantea*: Obtenido de <https://bit.ly/2YGHRv6>
- Ríos, K. (2002). *CIPAV (Centro para la investigación en sistemas sostenibles de producción agropecuaria)*. Obtenido de *Árboles y arbustos utilizados en alimentación animal como fuente Proteica: El Nacedero Trichanthera gigantea un árbol con potencial para la construcción de sistema sostenibles de producción*: https://www.agronet.gov.co/Paginas/PageNotFoundError.aspx?requestUrl=https://www.agronet.gov.co/www/docs_si2/20061024152517_Arboles%20y
- Ríos, K. (2003). *Árboles y arbustos utilizados en alimentación animal como fuente proteica*. Obtenido de *El Nacedero Trichanthera gigantea un árbol con potencial para la construcción de sistema sostenibles de producción*: <https://bit.ly/36w7uBz>
- Rodríguez, N. (2009). *Pastos y Forrajes*. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/2691/269119696001.pdf>
- Rosales, M. (2010). *FAO*. Obtenido de *Trichanthera gigantea* (Humboldt & Bonpland.): <https://colombia.inaturalist.org/taxa/431693-Trichanthera-gigantea>
- Salvador. (2018). *Ditutor - Estadística 2*. Obtenido de Interpretacion de índices de correlación: http://www.ditutor.com/estadistica_2/correlacion_estadistica.html
- Sanabria, E. (2015). *Producción de follaje de la especie botón de oro (Tithonia diversifolia) utilizando 5 tipos de siembra con fines de alimentación animal*. Obtenido de <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/3713/86047820.pdf;jsessionid=C1E334C9A6B4925DCC27629AFB3DDFF7.jvm1?sequence=1>

- Solarte, L. (2013). *Protocolo para la siembra de botón de oro y leucaena en potreros con praderas mejoradas para el establecimiento de sistemas silvopastoriles intensivos*. Bogota, Colombia: PRO-OFFSET.
- STDF. (2013). *Sistema de toma de decision para la selección de especies Forrajeras*. Obtenido de Cajeto, Quiebrabarriga, Nacedero: http://www.corpoica.org.co/NetCorpoicaMVC/STDF/Content/fichas/pdf/Ficha_11.pdf
- Stevenson, W. (2017). *Estadística para Administración y Economía*. Obtenido de <https://www.fcfm.buap.mx/jzacarias/cursos/estad2/libros/book5e2.pdf>
- Universidad Nacional de Loja. (2018). Obtenido de Estación Experimental El Padmi: <https://unl.edu.ec/investigacion/estacion-experimental-el-padmi#:~:text=La%20Estaci%C3%B3n%20Experimental%20El%20Padmi,entre%20775%20y%201150%20msnm>.
- Usca, V. (2009). *Escuela Superior Politécnica de Chimborazo*. Obtenido de CARACTERÍSTICAS Y MEJORAMIENTO DE LA PRODUCCIÓN DE HUEVOS PARA LA AMAZONÍA BAJO EL SISTEMA YACHANA – L.B’’: <http://dspace.espech.edu.ec/bitstream/123456789/1392/1/17T0891.pdf>
- Walter, S., & Guyatt, G. (2018). *Estadísticas básicas para médicos*. Obtenido de Correlacion y Regresion: https://smiba.org.ar/curso_medico_especialista/lecturas_2021/e%29.%204%20Correlaci%C3%B3n%20y%20regresi%C3%B3n.pdf

11. Anexos

Anexo 1. Coeficientes de correlación en Infostat.

Botón de Oro (*Tithonia diversifolia*).

Nueva tabla : 26/7/2023 - 15:46:32 - [Versión : 30/4/2020]

Coeficientes de correlación

Correlación de Pearson: Coeficientes\probabilidades

	Dias de corte	Altura de planta	N. de hojas	N. de tallos	Relación H:T	Materia seca	Cenizas	Proteína bruta	FDA	FDN	Lignina
Dias de corte	1,00	1,8E-06	3,8E-05	1,3E-06	0,01	9,1E-06	2,3E-08	9,4E-05	4,1E-03	0,01	8,4E-05
Altura de planta	0,95	1,00	3,1E-05	1,9E-04	2,1E-03	4,3E-07	5,6E-06	1,3E-05	0,04	0,06	7,7E-05
N. de hojas	0,91	0,91	1,00	2,2E-04	3,7E-04	2,9E-07	4,9E-07	1,3E-05	0,13	0,20	2,6E-07
N. de tallos	0,96	0,88	0,87	1,00	0,02	7,9E-05	4,7E-06	1,6E-03	0,01	0,01	7,2E-04
Relación H:T	0,73	0,79	0,86	0,67	1,00	1,3E-04	1,7E-03	6,3E-04	0,55	0,71	7,4E-04
Materia seca	0,93	0,96	0,97	0,90	0,89	1,00	1,0E-06	1,1E-05	0,10	0,15	1,1E-05
Cenizas	-0,98	-0,94	-0,96	-0,94	-0,80	-0,96	1,00	3,6E-05	0,02	0,04	1,3E-05
Proteína bruta	-0,89	-0,93	-0,93	-0,80	-0,84	-0,93	0,91	1,00	0,16	0,21	9,7E-06
FDA	0,76	0,60	0,46	0,74	0,19	0,50	-0,66	-0,44	1,00	1,9E-11	0,13
FDN	0,72	0,56	0,40	0,71	0,12	0,44	-0,61	-0,39	1,00	1,00	0,19
Lignina	0,90	0,90	0,97	0,84	0,83	0,93	-0,93	-0,93	0,47	0,40	1,00

Quiebra Barriga (*Trichanthera gigantea*).

Nueva tabla : 28/7/2023 - 16:48:46 - [Versión : 30/4/2020]

Coeficientes de correlación

Correlación de Pearson: Coeficientes\probabilidades

	Dias de corte	Altura de planta	N. de hojas	N. de tallos	Relación H:T	Materia seca	Cenizas	Proteína bruta	FDA	FDN	Lignina
Dias de corte	1,00	1,9E-05	1,8E-03	2,0E-03	0,62	0,41	0,06	0,01	0,44	1,4E-03	8,6E-04
Altura de planta	0,92	1,00	5,1E-05	1,3E-04	0,50	0,19	0,11	0,03	0,51	2,7E-03	2,3E-03
N. de hojas	0,80	0,91	1,00	3,8E-06	0,21	0,34	0,45	0,20	0,18	1,7E-03	0,02
N. de tallos	0,79	0,89	0,94	1,00	0,80	0,07	0,66	0,29	0,08	5,5E-04	0,02
Relación H:T	-0,16	-0,22	-0,39	-0,08	1,00	0,09	0,51	0,59	0,81	0,72	0,98
Materia seca	-0,26	-0,40	-0,30	-0,53	-0,51	1,00	0,67	0,94	0,29	0,15	0,87
Cenizas	-0,55	-0,49	-0,24	-0,14	0,21	-0,14	1,00	1,1E-07	0,02	0,93	0,04
Proteína bruta	-0,71	-0,64	-0,40	-0,33	0,17	-0,03	0,97	1,00	0,11	0,58	0,01
FDA	-0,25	-0,21	-0,42	-0,52	-0,08	0,33	-0,67	-0,49	1,00	0,01	0,93
FDN	-0,81	-0,78	-0,80	-0,84	0,12	0,44	-0,03	0,18	0,74	1,00	0,09
Lignina	-0,83	-0,79	-0,67	-0,66	0,01	0,05	0,60	0,73	0,03	0,51	1,00

Anexo 2. Análisis de regresión lineal.

Botón de Oro (*Tithonia diversifolia*).

Nueva tabla : 26/7/2023 - 15:49:29 - [Versión : 30/4/2020]

Materia seca

Variable	N	R ²	R ² Aj	ECMP	AIC	BIC
Materia seca	12	0,99	0,98	0,52	22,22	25,13

Selección Forward. Máximo p-valor para entrar: 0,15

Número original de regresoras: 5, regresoras retenidas en el modelo 4

Coefficientes de regresión y estadísticos asociados

Coef	Est.	E.E.	LI(95%)	LS(95%)	T	p-valor	CpMallows	VIF
const	7,60	0,86		5,56	9,64	8,83	<0,0001	
N. de hojas	0,01	2,8E-03	-1,3E-03	0,01	1,90	0,0998	6,59	11,16
Altura de planta	1,49	0,40	0,55	2,43	3,76	0,0071	17,15	7,48
Relación H:T	1,45	0,46	0,37	2,53	3,16	0,0159	13,00	4,27
N. de tallos	0,16	0,08	-0,04	0,35	1,92	0,0961	6,69	5,57

Error cuadrático medio: 0,235226

Cenizas

Variable	N	R ²	R ² Aj	ECMP	AIC	BIC
Cenizas	12	0,99	0,99	0,20	12,95	14,89

Selección Forward. Máximo p-valor para entrar: 0,15

Número original de regresoras: 5, regresoras retenidas en el modelo 2

Coefficientes de regresión y estadísticos asociados

Coef	Est.	E.E.	LI(95%)	LS(95%)	T	p-valor	CpMallows	VIF
const	17,57	0,34	16,79	18,35	51,05	<0,0001		
Días de corte	-0,07	0,01	-0,10	-0,05	-7,44	<0,0001	56,39	5,89
N. de hojas	-0,01	1,4E-03	-0,01	-4,0E-03	-5,09	0,0007	26,89	5,89

Error cuadrático medio: 0,117923

Proteína bruta

Variable	N	R ²	R ² Aj	ECMP	AIC	BIC
Proteína bruta	12	0,90	0,88	1,54	33,23	35,17

Selección Forward. Máximo p-valor para entrar: 0,15

Número original de regresoras: 5, regresoras retenidas en el modelo 2

Coefficientes de regresión y estadísticos asociados

Coef	Est.	E.E.	LI(95%)	LS(95%)	T	p-valor	CpMallows	VIF
const	21,19	0,66	19,70	22,67	32,32	<0,0001		
Altura de planta	-1,11	0,59	-2,44	0,23	-1,88	0,0932	4,53	6,12
N. de hojas	-0,01	3,4E-03	-0,01	1,4E-03	-1,85	0,0969	4,43	6,12

Error cuadrático medio: 0,639089

FDA

Variable	N	R ²	R ² Aj	ECMP	AIC	BIC
FDA	12	0,97	0,95	22,90	44,01	46,92

Selección Forward. Máximo p-valor para entrar: 0,15

Número original de regresoras: 5, regresoras retenidas en el modelo 4

Coefficientes de regresión y estadísticos asociados

Coef	Est.	E.E.	LI(95%)	LS(95%)	T	p-valor	CpMallows	VIF
const	46,05	1,80	41,79	50,31	25,54	<0,0001		

Días de corte	0,49	0,05	0,36	0,61	9,07	<0,0001	85,33	14,29
N. de hojas	-0,03	0,01	-0,04	-0,01	-3,97	0,0054	18,76	11,20
Altura de planta	-3,15	1,34	-6,32	0,02	-2,35	0,0513	8,51	13,94
Relación H:T	-2,12	1,16	-4,87	0,63	-1,82	0,1116	6,31	4,49

Error cuadrático medio: 1,445423

FDN

Variable	N	R ²	R ² Aj	ECMP	AIC	BIC
FDN	12	0,98	0,97	16,66	40,71	43,62

Selección Forward. Máximo p-valor para entrar: 0,15

Número original de regresoras: 5, regresoras retenidas en el modelo 4

Coefficientes de regresión y estadísticos asociados

Coef	Est.	E.E.	LI(95%)	LS(95%)	T	p-valor	CpMallows	VIF
const		34,92	1,57	31,21	38,64	22,23	<0,0001	
Días de corte	0,58	0,05	0,47	0,69	12,49	<0,0001	158,93	14,29
N. de hojas	-0,04	0,01	-0,05	-0,02	-5,91	0,0006	37,91	11,20
Relación H:T	-3,16	1,02	-5,56	-0,76	-3,12	0,0169	12,71	4,49
Altura de planta	-3,31	1,17	-6,08	-0,55	-2,84	0,0252	11,05	13,94

Error cuadrático medio: 1,098017

Lignina

Variable	N	R ²	R ² Aj	ECMP	AIC	BIC
Lignina	12	0,94	0,93	0,25	16,86	18,32

Selección Forward. Máximo p-valor para entrar: 0,15

Número original de regresoras: 5, regresoras retenidas en el modelo 1

Coefficientes de regresión y estadísticos asociados

Coef	Est.	E.E.	LI(95%)	LS(95%)	T	p-valor	CpMallows	VIF
const	15,50	0,20	15,06	15,94	78,37	<0,0001		
N. de hojas	0,01	7,1E-04	0,01	0,01	12,13	<0,0001	147,20	1,00

Error cuadrático medio: 0,173748

Quiebra Barriga (*Trichanthera gigantea*).

Nueva tabla : 28/7/2023 - 16:51:36 - [Versión : 30/4/2020]

Materia seca

Variable	N	R ²	R ² Aj	ECMP	AIC	BIC
Materia seca	12	0,67	0,60	1,67	35,78	37,72

Selección Forward. Máximo p-valor para entrar: 0,15

Número original de regresoras: 5, regresoras retenidas en el modelo 2

Coefficientes de regresión y estadísticos asociados

Coef	Est.	E.E.	LI(95%)	LS(95%)	T	p-valor	CpMallows	VIF
const	28,75	0,48	27,67	29,83	60,10	<0,0001		
N. de tallos	-0,38	0,10	-0,60	-0,17	-4,02	0,0030	17,18	9,27
N. de hojas	0,04	0,01	0,01	0,08	3,28	0,0095	11,76	9,27

Error cuadrático medio: 0,790405

Cenizas

Variable	N	R ²	R ² Aj	ECMP	AIC	BIC
Cenizas	12	0,66	0,53	38,91	62,61	65,04

Selección Forward. Máximo p-valor para entrar: 0,15

Número original de regresoras: 5, regresoras retenidas en el modelo 3

Coefficientes de regresión y estadísticos asociados

Coef	Est.	E.E.	LI(95%)	LS(95%)	T	p-valor	CpMallows	VIF
const	26,53	2,18	21,50	31,55	12,17	<0,0001		
Días de corte	-0,04	0,04	-0,13	0,06	-0,86	0,4129	2,75	6,86
N. de tallos	0,59	0,20	0,12	1,06	2,91	0,0196	10,46	4,72
Altura de planta	-10,61	6,18	-24,86	3,64	-1,72	0,1242	4,95	11,73

Error cuadrático medio: 7,041576

Proteína bruta

Variable	N	R ²	R ² Aj	ECMP	AIC	BIC
Proteína bruta	12	0,66	0,58	42,76	68,97	70,91

Selección Forward. Máximo p-valor para entrar: 0,15

Número original de regresoras: 5, regresoras retenidas en el modelo 2

Coefficientes de regresión y estadísticos asociados

Coef	Est.	E.E.	LI(95%)	LS(95%)	T	p-valor	CpMallows	VIF
const	26,62	2,79	20,31	32,93	9,55	<0,0001		
Días de corte	-0,13	0,03	-0,21	-0,05	-3,78	0,0043	15,32	2,72
N. de tallos	0,41	0,21	-0,06	0,87	1,98	0,0788	4,93	2,72

Error cuadrático medio: 12,566389

FDA

Variable	N	R ²	R ² Aj	ECMP	AIC	BIC
FDA	12	0,56	0,46	6,04	44,41	46,35

Selección Forward. Máximo p-valor para entrar: 0,15

Número original de regresoras: 5, regresoras retenidas en el modelo 2

Coefficientes de regresión y estadísticos asociados

Coef	Est.	E.E.	LI(95%)	LS(95%)	T	p-valor	CpMallows	VIF
const	42,56	1,02	40,25	44,86	41,72	<0,0001		
N. de tallos	-0,31	0,10	-0,53	-0,09	-3,22	0,0104	11,39	4,65
Altura de planta	4,50	1,87	0,27	8,72	2,41	0,0393	6,81	4,65

Error cuadrático medio: 1,622477

FDN

Variable	N	R ²	R ² Aj	ECMP	AIC	BIC
FDN	12	0,71	0,68	1,73	33,93	35,39

Selección Forward. Máximo p-valor para entrar: 0,15

Número original de regresoras: 5, regresoras retenidas en el modelo 1

Coefficientes de regresión y estadísticos asociados

Coef	Est.	E.E.	LI(95%)	LS(95%)	T	p-valor	CpMallows	VIF
const	31,74	0,45	30,73	32,75	70,16	<0,0001		
N. de tallos	-0,15	0,03	-0,22	-0,08	-4,99	0,0005	24,90	1,00

Error cuadrático medio: 0,720615

Lignina

Variable	N	R ²	R ² Aj	ECMP	AIC	BIC
Lignina	12	0,69	0,66	0,66	27,47	28,92

Selección Forward. Máximo p-valor para entrar: 0,15

Número original de regresoras: 5, regresoras retenidas en el modelo 1

Coefficientes de regresión y estadísticos asociados

Coef	Est.	E.E.	LI(95%)	LS(95%)	T	p-valor	CpMallows	VIF
const	14,09	0,50	12,99	15,20	28,46	<0,0001		
Días de corte	-0,02	3,8E-03	-0,03	-0,01	-4,69	0,0009	21,99	1,00

Error cuadrático medio: 0,420417

Anexo 3. Certificación de traducción de resumen.

Loja, 10 de Noviembre de 2023

Yo, **Alba Angamarca Guamán**, con cédula de identidad **1101574042**, Licenciada en Ciencias de la Educación en la Especialidad de: Idioma Inglés, graduada de la Universidad Nacional de Loja con registros de la Senecyt 1008-02-147809, respectivamente certifico:

Que tengo el conocimiento del idioma Inglés FCE B2, y que la traducción del resumen del Trabajo de Titulación: **“RELACIÓN ENTRE LAS CARACTERÍSTICAS DE CRECIMIENTO Y LA COMPOSICIÓN BROMATOLÓGICA DEL BOTÓN DE ORO (*Tithonia Diversifolia*) Y QUIEBRA BARRIGA (*Trichanthera Gigantea*) EN LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL EL PADMI, ZAMORA CHINCHIPE”**, cuya autoría de la estudiante Katherine del Cisne López Lalangui, con cédula de identidad 1150555488, es verdadero a mi mejor saber y entender.

Atentamente,



Lic. Alba Angamarca Guamán

EFL TEACHER