UEA Agropecuaria
PrePrint UEA

Sección Agropecuaria
Vol. AGP2324. ep18–135

| Recibido: 13/03/2024 |
| Aceptado: x17/04/2024 |
| Publicado: 30/10/2026 |

Análisis químico del botón de oro Thitonia diversifolia bajo las condiciones de la Amazonía ecuatoriana

Chemical analysis of the buttercup Thitonia diversifolia under the conditions of the Ecuadorian Amazon

Yajanua Sofia Alvarado Santi[1], Sasha Tais Villacis Villacres[1] Hernan Alberto Uvidia Cabadiana[1]

https://doi.org/10.59410/PREPRINT-UEA-vAGP2324ep18-135 Crossref

Resumen

El botón de oro, conocido científicamente como Thitonia diversifolia, es una planta de gran importancia en la Amazonía ecuatoriana, debido a sus propiedades medicinales y beneficios agrícolas. En el estudio realizado, se llevó a cabo un análisis químico detallado de hojas y tallos de esta planta para determinar su composición nutricional. Los contenidos de humedad y ceniza se determinaron siguiendo metodologías específicas descritas en la literatura científica. Para el análisis de proteína, grasa y fibra se siguieron los procedimientos establecidos por la normativa de la AOAC. Además, se destacó la influencia de factores climáticos como la precipitación, temperatura, humedad relativa y velocidad del viento en la región del Centro Experimental de Investigación y Producción Amazónica (CEIPA), proporcionando un contexto relevante para el estudio. Los resultados obtenidos del análisis químico revelaron información valiosa sobre la composición de las hojas de botón de oro a diferentes edades (15, 30 y 45 días) con niveles de proteína bruta que van desde 32,16%, 35,10% y 38,49%, lo que puede ser crucial para su uso en la alimentación animal y en la mejora de la salud intestinal de los animales. Este estudio contribuye a ampliar el conocimiento sobre las propiedades de esta planta, en la región amazónica, brindando datos útiles para su potencial aplicación en la industria agrícola y ganadera. En resumen, la investigación resalta la importancia del botón de oro como un recurso natural con potencial beneficio tanto para la salud animal como para la agricultura en la Amazonía ecuatoriana.

Palabras clave

composición química, beneficios agrícolas, tiempo de recolección, pastos forrajeros

Abstract

Buttercup, scientifically known as Thitonia diversifolia, is a plant of great importance in the Ecuadorian Amazon, due to its medicinal properties and agricultural benefits. In the study, a detailed chemical analysis of leaves and stems of this plant was carried out to determine its nutritional composition. The moisture and ash content were determined following specific methodologies described in the scientific literature. For the analysis of protein, fat and fiber, the procedures established by the AOAC regulations were followed. In addition, the influence of climatic factors such as precipitation, temperature, relative humidity, and wind speed in the region of the Experimental Center for Amazonian Research and Production (CEIPA) was highlighted, providing a relevant context for the study. The results obtained from the chemical analysis revealed valuable information on the composition of buttercup leaves at different ages (15, 30 and 45 days) with crude protein levels ranging from 32.16%, 35.10% and 38.49%, which can be crucial for their use in animal feed and in improving the intestinal health of animals. This study contributes to expand the knowledge about the properties of this plant in the Amazon region, providing useful data for its potential application in the agricultural and livestock industry. In summary, the research highlights the importance of buttercup as a natural resource with potential benefits for both animal health and agriculture in the Amazon region.

Keywords

chemical composition, agricultural benefits, harvest time, forage grasses

Direcciones

[1]Universidad Estatal Amazónica. Pastaza, Ecuador. Email: ys.alvarados@uea.edu.ec, st.villacisv@uea.edu.ec, huvidia@uea.edu.ec

Autor para la correspondencia

Yajanua Sofia Alvarado Santi. Universidad Estatal Amazónica. Pastaza, Ecuador. Email: ys.alvarados@uea.edu.ec

Cómo citar

ALVARADO SANTI, Yajanua Sofia, VILLACIS VILLACRES, Sasha Tais and UVIDIA CABADIANA, Hernan Alberto 2026. Análisis químico del botón de oro Thitonia diversifolia bajo las condiciones de la Amazonía ecuatoriana. PrePrint UEA. Vol. AGP2324. p. ep18–135. https://doi.org/10.59410/PREPRINT-UEA-vAGP2324ep18-135

Editores Académicos Jorge Antonio Freile Almeida

Editorial Editorial de la Universidad Estatal Amazónica 2026

Copyright

Derechos de autor 2026 | PrePrint UEA.

Esta obra está bajo una licencia internacional Creative Commons Atribución 4.0.

Los autores del artículo autorizan a la RACYT a que este artículo sea compartido bajo las condiciones de la Licencia Creative Commons 4.0 (CC-BY 4.0).

1. Introducción

El estudio del botón de oro, científicamente conocido como *Tithonia diversifolia*, bajo las condiciones de la Amazonía ecuatoriana, representa una investigación de suma importancia en los ámbitos científico, agrícola y ambiental. La Amazonía ecuatoriana, caracterizada por su biodiversidad única y su delicado equilibrio ecológico, alberga una variedad de especies vegetales que son objeto de interés tanto para la ciencia como para las comunidades locales debido a su potencial uso en medicina, agricultura y conservación del medio ambiente (Moyano et al. 2020).

El botón de oro, originario de América Central y México, ha captado la atención de investigadores y agricultores en diferentes partes del mundo debido a sus propiedades medicinales y su capacidad para mejorar la calidad del suelo (Elizondo-Salazar y Elizondo-Salazar 2021). En la Amazonía ecuatoriana, esta planta ha despertado un interés particular debido a su capacidad para adaptarse a las diversas condiciones ambientales de la región y su potencial para

proporcionar beneficios tanto agrícolas como ambientales (Marcela et al. 2021).

El análisis químico del botón de oro en el contexto de la Amazonía ecuatoriana abarca una serie de aspectos fundamentales que incluyen la identificación de compuestos bioactivos, la evaluación de su potencial farmacológico, así como su impacto en la fertilidad del suelo y la biodiversidad local (Rodríguez-Molano et al. 2023). Este análisis químico proporciona una comprensión más profunda de los mecanismos bioquímicos que subyacen a las propiedades medicinales y agronómicas de esta planta, lo que puede conducir al desarrollo de aplicaciones prácticas en medicina, agricultura sostenible y conservación ambiental (Angulo-Arizala et al. 2022).

La Amazonía ecuatoriana se ha convertido en un escenario de interés para la investigación botánica y ambiental debido a su riqueza natural y cultural (Nieto-Cañarte et al. 2023). La interacción entre los conocimientos tradicionales de las comunidades locales y los enfoques científicos modernos ofrece una oportunidad única para comprender y aprovechar el potencial de las plantas como el botón de oro de manera sostenible y respetuosa con el medio ambiente (Arronis, Abarca y Soto 2021).

El botón de oro ha sido objeto de interés en la Amazonía ecuatoriana debido a su potencial para proporcionar soluciones a desafíos agrícolas y ambientales (López, Cabrera y Hernández. 2022). Sin embargo, su estudio también plantea una serie de desafíos y problemáticas que deben abordarse para comprender completamente su papel en el ecosistema amazónico y su potencial para aplicaciones prácticas. Uno de los principales desafíos es la necesidad de investigar y comprender la diversidad química del botón de oro en diferentes hábitats de la Amazonía ecuatoriana (Ponce 2019). La variabilidad genética y ambiental puede influir significativamente en la composición química de la planta, lo que a su vez puede afectar sus propiedades medicinales y agronómicas (Devi et al. 2021). Por lo tanto, es fundamental realizar estudios exhaustivos que abarquen una amplia gama de condiciones ambientales y geográficas para obtener una imagen completa de la química del botón de oro en la región amazónica (Ríos y Salazar 2018).

Otro desafío importante es la identificación y evaluación de los posibles efectos adversos del botón de oro en el ecosistema amazónico (Rojas-Oviedo et al. 2022). Aunque esta planta puede proporcionar beneficios agrícolas y medicinales, su introducción y propagación descontroladas pueden tener consecuencias no deseadas, como la competencia con especies nativas, la alteración de los ciclos biogeoquímicos y la pérdida de biodiversidad. Por lo tanto, es crucial evaluar cuidadosamente los posibles impactos ambientales de su uso y promover prácticas de manejo sostenible que minimicen los riesgos para el ecosistema (Londoño C et al. 2019)

Además, la explotación indiscriminada del botón de oro podría plantear desafíos socioeconómicos y culturales para las comunidades locales de la Amazonía ecuatoriana. Si bien esta planta puede proporcionar oportunidades económicas y mejorar la seguridad alimentaria de las poblaciones rurales, también es importante considerar los sistemas de conocimiento tradicional y las prácticas agrícolas locales para garantizar que su uso sea compatible con las necesidades y valores de las comunidades indígenas y campesinas (Cortes, Olarte y Timote 2019)

En este contexto, el análisis químico del botón de oro bajo las condiciones de la Amazonía ecuatoriana adquiere una importancia aún mayor. Además de contribuir al conocimiento científico sobre esta planta y su potencial aplicabilidad, este análisis puede proporcionar información clave para la formulación de políticas y estrategias de manejo que promuevan su uso sostenible y responsable en la región (Londoño C et al. 2019). Con estos antecedentes, el objetivo del presente estudio fue realizar un análisis químico del botón de oro *Thitonia diversifolia* bajo las condiciones de la Amazonía ecuatoriana.

1.1. Objetivos específicos

Evaluar el efecto del tiempo de recolección de la muestra sobre la composición química de la *Thitonia diversifolia*.

Comparar la composición química presente en las hojas y tallos de la *Thitonia diversifolia*.

1.2. Hipótesis de investigación

El tiempo de recolección de la muestra tiene un efecto significativo sobre la composición química de la hojas y tallos de *Thitonia diversifolia*.

2. Metodología

2.1. Localización y duración del experimento

La primera parte de la investigación se desarrolló en la región amazónica, específicamente en el Centro Experimental de Investigación y Producción Amazónica (CEIPA), ubicado en las coordenadas X: 178879; Y: 9863155, zona 18**.** Este centro forma parte de la Universidad Estatal Amazónica, localizado en el cantón Arosemena Tola, provincia de Napo, Ecuador.

La duración del experimento fue de 45 días, durante los cuales se recolectaron muestras de hojas y tallos en intervalos de 15 días, abarcando tres parcelas distintas. Cada una de las parcelas contó con una superficie de 25 m2. Se llevó a cabo un corte de igualación de 60 cm, seleccionándose una planta en cada una de ellas. Las parcelas 1 y 2 se dispusieron con una separación de 1 m entre sí, mientras que la parcela 3 se ubicó a una distancia de 5 m de las parcelas 1 y 2. Los tipos de suelo y condiciones climáticas del CEIPA se muestran respectivamente en las (**Tablas 1 y 2).**

Tabla 1 | Tipos de suelos del Centro de Investigaciones de la Universidad Estatal Amazónica. Tomado de (INAP,2018)

Principales tipos de suelos de la Amazonia Ecuatoriana				
Provincias	**Orden**	**Suborden**	**Textura**	**Características**
Napo	Entisol	TIPYC UDIFLUVENTS	Limoso	Suelos recientes, no tienen horizontes formados, poco contenido de materia orgánica.
Pastaza	Inceptisol	TROPEPT + ANDEPT	Franco Arcilloso	Superficiales a moderadamente profundos, topografía inclinada a muy empinada. Suelos de clima tropical húmedo

La segunda parte de la investigación que correspondió al análisis químico de las muestras de botón de oro se realizó en el Laboratorio de Bromatología de la Universidad Estatal Amazónica, situada en el kilómetro 2 $\{}frac{1}{2}$ de la vía a Tena, en el cantón y provincia de Pastaza, a una altitud de 940 metros sobre el nivel del mar. Las coordenadas geográficas del lugar son 00° 59´ -1" de latitud y 77º 49´0" de longitud Oeste.

Tabla 2 | Principales factores climáticos en el CEIPA. Tomado de (INAMHI,2015)

Provincias	Precipitación	Temperatura	Humedad relativa	Velocidad del viento	Sensación térmica
Napo	3600 mm	21.6°C	82%	5.6 km/h	21°C
Pastaza	4604 mm	22°C	95 %	5 km/h	22°C

2.1. Análisis Bromatológicos

2.2.1. Determinación del contenido de humedad

Se siguió el procedimiento descrito por (Serrano, Shahidian y da Silva 2019). Las muestras frescas fueron pesadas en una balanza marca OHAUS, luego se colocaron en una estufa a 40°C durante 4 días. Después, las muestras secas fueron pesadas y el contenido de humedad fue calculado por diferencia de peso mediante la ecuación 1. Finalmente, se pulverizaron en un molino KitchenAid, modelo BCG111OB y frecuencia nominal de 60 Hz. Se almacenaron en fundas ziploc hasta su posterior análisis.

$$\%H = 100 - \frac{ms}{mi} * 100 \quad (1)$$

Donde ms representa muestra seca (g) y mi la muestra fresca (g)

2.2.2. Determinación del contenido de ceniza

Los análisis se realizaron por triplicado, siguiendo la metodología descrita por (Galoc, Pérez y Bernal 2019). Se colocó 1 g de muestra en un crisol seco y previamente pesado. Posteriormente, se calcinó durante 10 minutos en una plancha calentadora y se sometió a una temperatura de 550°C en una mufla (Thermo scientific) durante 2 horas. Después de este proceso, la muestra se transfirió a un desecador para su enfriamiento y posteriormente se pesó. El porcentaje de ceniza se determinó utilizando la ecuación 2.

$$\%C = \frac{PC - C}{m} * 100 \quad (2)$$

Donde PC-indica el peso del crisol más ceniza (g), C-el peso del crisol vacío (g) y m-el peso de la muestra (g).

2.2.3. Determinación del contenido de proteína bruta

Se aplicó el método Kjeldahl, según la metodología descrita por la (AOAC 2023). Se pesó 1 gramo de muestra por triplicado en tubos de digestión a los cuales se les añadió un catalizador (pastilla Kjeldahl), 3 perlas de ebullición para proporcionar un medio de ebullición más uniforme y estable, y 20 mL de ácido sulfúrico concentrado. Luego los tubos se colocaron en un digestor por 2 h**.** Transcurrido este tiempo, se añadieron a los tubos 65 mL de agua destilada y 60 mL de hidróxido de sodio (45,4%) para destilar el contenido de nitrógeno presente en la muestra digerida, para esto se utilizó un destilador, el producto destilado se recogió en un matraz de Erlenmeyer, el mismo que contenía 35 mL de ácido bórico al 2% y 3 gotas del indicador de Tashiro. Finalmente, el contenido de nitrógeno fue titulado con ácido sulfúrico a 0.2 N. El porcentaje de proteína se calculó aplicando la ecuación 3.

$$\%P = \frac{(Vm - Vb) * N * 0,014 * FC}{m} * 100 \quad (3)$$

Donde Vm-volumen de gasto en la titulación de la muestra (mL), Vb-volumen de gasto del blanco (mL), N-normalidad del ácido usado en la titulación, Fc-factor de conversión de nitrógeno a proteína bruta (6,25) y m-peso de la muestra (g).

2.2.4. Determinación del contenido de grasa bruta

Se utilizó un determinador de grasa automático de marca Ankom. Las condiciones de trabajo establecidas en el equipo fueron: tiempo de extracción 2 h, temperatura 90°C y como solvente se utilizó hexano (AOAC, 2023). Se pesó por triplicado 1 g de muestra en fundas especiales para grasa previamente pesadas, luego se colocaron dentro del equipo para la extracción de la grasa. Al finalizar la extracción, las fundas se pusieron en estufa a 105°C por 20 min para eliminar restos del solvente utilizado; finalmente se pesaron y el porcentaje de grasa bruta se determinó por diferencia de peso aplicando la ecuación 4.

$$\%G = \frac{m - (Fg - F)}{m} * 100 \quad (4)$$

Donde Fg-peso de la funda más la muestra desengrasada (g), F-peso de la funda vacía (g) y m-peso de la muestra (g)

2.2.5. Determinación del contenido de fibra bruta

Se comenzó el proceso pesando 1 gramo de muestra y colocándolo en una funda previamente pesada. Posteriormente, la muestra se introdujo en un vaso de precipitado y se humedeció con agua destilada. Las fundas se trasladaron a un equipo automatizado de determinación de fibra de la marca Tecnal, donde se mezclaron con 3 litros de una disolución de ácido sulfúrico al 1,25%, mantenida a 90°C, y se agitaron durante 30 minutos. Después de este paso, las muestras fueron enjuagadas cuatro veces con 3 litros de agua destilada a 90°C, cada vez durante cinco minutos. A continuación, se añadieron 3 litros de una disolución de hidróxido de sodio al 1,25% a 90°C, y se mantuvieron en agitación durante 30 minutos. Seguidamente, las muestras se enjuagaron cuatro veces con agua destilada a 90°C. Una vez completado este proceso, las muestras fueron retiradas del equipo, enjuagadas con alcohol y luego con acetona. Posteriormente, cada muestra se colocó en un crisol y se mantuvo en una estufa durante 4 horas, para luego ser pesada y calcinada durante 2 horas en una mufla. Finalmente, se pesó el crisol junto con las cenizas, y se calculó el porcentaje de fibra bruta utilizando la ecuación 5 (AOAC 2023).

$$\%F = \frac{(C - A) - D}{B} * 100 \quad (5)$$

Donde A-peso de la bola vacía (g), B-masa de la muestra (g), C masa del conjunto crisol-bolsa-extracto y D-masa del conjunto crisol-ceniza

2.3. Análisis estadístico

Se aplicó un análisis de varianza mediante el software Design Expert para evaluar el efecto del tiempo de recolección sobre la composición química de la planta botón de oro.

3. Resultados y discusión

Los resultados del análisis químico **(Tabla 3)** en las hojas de botón de oro revelaron importantes datos sobre su composición. Se encontró un porcentaje de materia seca que osciló entre 11,36% y 13,91%, lo que sugiere un contenido significativo de nutrientes concentrados. En cuanto a las cenizas, se registró un intervalo entre el 14,38% y 15,98%, indicando la presencia de minerales y otros elementos inorgánicos. La grasa bruta mostró variaciones entre 10,80% y el 14,09%, lo que podría influir en su potencial para la extracción de compuestos lipídicos. La proteína bruta se encontró en un intervalo notable, desde el 30,93% hasta el 43,60%, lo que señala una fuente potencialmente rica en este macronutriente esencial. Por último, la fibra bruta presentó valores entre el 14,78% y el 17,34%, lo que indica la presencia de componentes estructurales y su posible implicación en la digestibilidad y la salud intestinal de los animales. Estos hallazgos proporcionan una visión detallada de la composición química de las hojas de botón de oro, lo que puede ser relevante para su uso en la alimentación animal.

Tabla 3 | Resultados del análisis químico en hojas de botón de oro. MS: materia seca, C: ceniza, Gb: grasa bruta, Pb: proteína bruta, Fb: fibra bruta

#Experimento	Tiempo (días)	MS (%)	C (%)	Gb (%)	Pb (%)	Fb (%)
1	15	11,37	14,49	10,80	33,38	15,84
2	15	11,36	14,38	10,90	31,99	14,80
3	15	12,03	14,78	11,04	31,11	14,78
4	30	13,03	14,99	11,50	30,96	16,99
5	30	11,77	14,74	12,078	37,10	15,99
6	30	12,86	15,45	12,68	37,25	15,72
7	45	13,91	15,47	13,13	35,92	17,34
8	45	12,03	14,97	13,55	35,96	16,56
9	45	13,68	15,98	14,09	43,60	16,04

El análisis de varianza reveló una significativa influencia del tiempo en la composición química de las muestras de botón de oro ($p < 0,05$). Se observó que las concentraciones más elevadas de componentes se alcanzaron a los 45 días de desarrollo. Esta relación temporal se manifestó de manera consistente y directamente proporcional en todas las variables estudiadas **(Figura 1A, 1B, 1C y 1D).** El contenido de MS, C, Gb, Pb y Fb aumentó de forma coherente con el transcurso del tiempo. Estos resultados subrayan la importancia de considerar el momento óptimo de recolección para obtener las máximas concentraciones de compuestos de interés en esta planta.

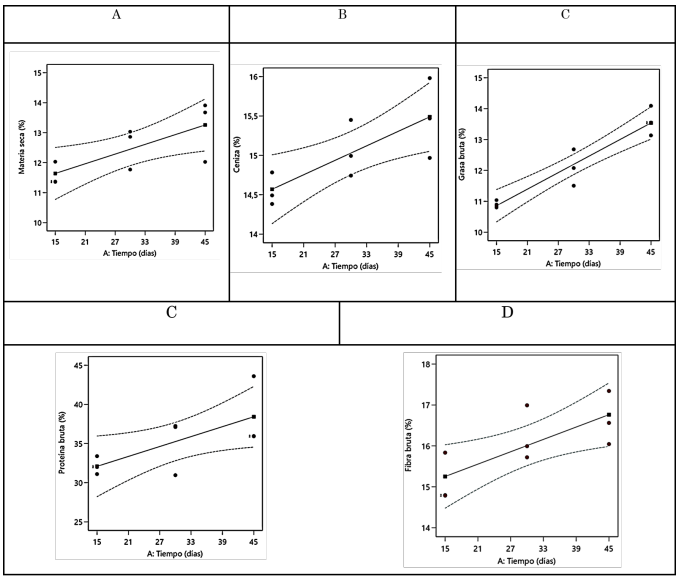


Figura 1 | Influencia del tiempo sobre el contenido de materia seca (A), ceniza (B), grasa bruta (C), proteína bruta (D) y fibra bruta (D) en las hojas de botón de oro

El software Design Expert generó 5 ecuaciones para estimar el contenido de MS, C, Gb, Pb y Fb en las hojas de botón de oro a niveles de tiempo que no fueron incluidos en este estudio.

$$MS = 10,83 + 0,054t \quad (6)$$

$$C = 14,11 + 0,031t \quad (7)$$

$$Gb = 9,52 + 0,089t \quad (8)$$

$$Pb = 28,92 + 0,211t \quad (9)$$

$$Fb = 14,50 + 0,050t \quad (10)$$

t representa el tiempo en días.

El análisis de la composición química **(Tabla 4)** de los tallos de la planta de botón de oro reveló variaciones significativas en comparación con las hojas. Se observaron diferencias notables en los porcentajes de los diferentes componentes. Por ejemplo, el contenido de MS osciló entre el 5,16% y el 9,72%, mientras que el contenido de C varió entre 11,35% y 17,50%. La Gb mostró intervalos entre el 12,18% y 15,87%, y la Pb entre el 26,33% y 30,75%. Además, la Fb presentó una variabilidad significativa, con valores que fluctuaron entre 18,78% y 43,55%. Estos hallazgos resaltan las diferencias en la composición química entre los tallos y las hojas de la planta de botón de oro, lo que sugiere posibles usos diferentes o complementarios para ambas partes de la planta en diversos campos, como la alimentación animal.

Tabla 4 | Resultados del análisis químico en tallos de botón de oro

#Experimento	Tiempo (días)	MS (%)	C (%)	Gb (%)	Pb (%)	Fb (%)
1	15	5,16	11,35	12,18	28,26	18,94
2	15	5,92	12,30	13,40	27,76	19,90
3	15	6,94	11,43	14,19	26,33	18,78
4	30	7,28	16,30	13,81	30,04	30,69
5	30	7,54	16,48	13,81	28,06	29,31
6	30	7,86	15,46	13,95	28,63	29,42
7	45	9,03	17,39	15,87	31,53	41,50
8	45	9,72	17,50	14,49	30,75	43,55
9	45	9,50	16,80	14,86	30,60	40,63

El análisis de varianza destacó el efecto significativo (p<0,05) del tiempo de recolección de las muestras en la composición química. Este descubrimiento resalta la influencia directa que el tiempo ejerce sobre los componentes químicos estudiados. Además, la relación proporcional de este factor se ilustra claramente en la **Figura 2**, donde se evidencia cómo la composición química incrementó con el aumento del tiempo.

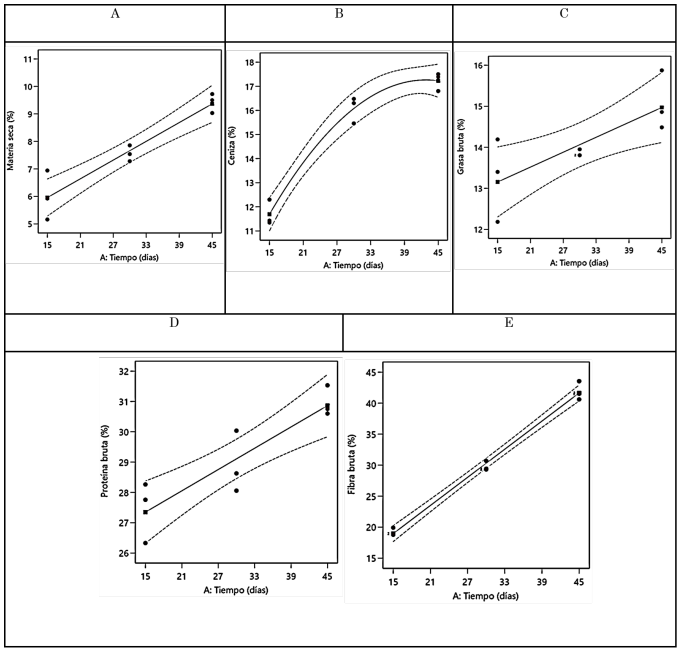


Figura 2 | Influencia del tiempo sobre el contenido de materia seca (A), ceniza (B), grasa bruta (C), proteína bruta (D) y fibra bruta (D) en tallos de botón de oro

El software Design Expert proporcionó 5 ecuaciones diseñadas específicamente para estimar el contenido de MS, C, Gb, Pb y Fb en los tallos de botón de oro. Estas ecuaciones son útiles para su aplicación en niveles de tiempo que no fueron contemplados en el presente estudio. Este enfoque proporciona una herramienta valiosa para la extrapolación de datos y la proyección de la composición química de los tallos en diferentes momentos temporales, ampliando así el alcance y la utilidad de la investigación.

$$MS = 4,25 + 0,114t \quad (11)$$

$$C = 4,07 + 0,616t - 0,007t^2 \quad (12)$$

$$Gb = 12,25 + 0,061t \quad (13)$$

$$Pb = 25,59 + 0,117t \quad (14)$$

$$Fb = 7,62 + 0,756t \quad (15)$$

t representa el tiempo en días

3.1. Discusión

La variabilidad de la composición química de diferentes plantas forrajeras ha sido reportada en estudios previos. Por ejemplo, Lindon Willy et al. (2021) demostraron en su investigación que la época en la que recolectaron muestras de 25 especies forrajeras influyó significativamente en la composición química. Méndez-Martínez et al. (2020) en su estudio sobre el efecto del clima y edad de rebrote en la composición química de *Cenchrus purpureu*s indicaron variaciones en el contenido de nutrientes obteniendo mejores resultados para materia seca, proteína y fibra en climas lluviosos. García et al. (2019) investigaron la influencia del tiempo en la composición bromatológica de muestras en 11 especies del género *Albizia* los resultados mostraron una elevada variabilidad en el contenido de materia seca, proteína, fibra y ceniza, así mismo, la composición de P, K, Na, Ca y Mg tuvo diferencias significativas en las especies estudiadas. Las diferencias en la composición química en pastos forrajeros puede deberse a diferentes factores como edad de la planta (Mancipe-Muñoz, Vargas-Martínez y Avellaneda 2020), parte de la planta usada (Sinchipa, Cárdenas y Paspuel 2021), contenido mineral del suelo (Elizondo-Salazar y Espinoza-Fonseca 2021) y factores ambientales (Julieta et al. 2021).

El contenido de materia seca encontrado en la presente investigación concuerda con lo reportado por Ríos y Salazar (2018) y Ponce (2019). Según Méndez, Chilibroste y Aguerre (2020) la materia seca es importante para determinar el valor nutricional del forraje. Por otro lado, Bretas et al. (2021) indicaron que, cuanto mayor es el porcentaje de materia seca, mayor será la concentración de nutrientes como proteínas, carbohidratos, minerales y grasas. Karunaratne et al. (2020) han mostrado que el análisis de la materia seca en pastos forrajeros es esencial para los ganaderos y agricultores, ya que les permite calcular la cantidad de alimento disponible para el ganado y determinar su valor nutritivo. Además, Melo et al. (2022) han mencionado que la materia seca es un factor importante en la conservación del forraje, ya que la descomposición y la fermentación son procesos que ocurren más lentamente en materiales con menor contenido de agua. Alvarez, Zaracho y Ortiz (2023) demostraron en su investigación que los pastos más jóvenes y tiernos tienen un contenido de materia seca más bajo que los pastos maduros. Zhu et al. (2020) indicaron que un mayor contenido de materia seca en pastos generalmente se correlaciona con un mayor contenido de nutrientes concentrados, como proteínas, carbohidratos y minerales. Sin embargo, Gurgel et al. (2021) manifestaron una disminución en la digestibilidad de la fibra vegetal a medida que aumenta el contenido de materia seca. Así mismo, Lukas et al. (2021) aluden que el contenido de materia seca afecta la digestibilidad del forraje ya que los pastos con un contenido de materia seca más alto

suelen ser más fibrosos y, por lo tanto, pueden ser más difíciles de digerir para el ganado. Raiesi (2021) manifiesta que la materia seca de los pastos juega un papel fundamental en la alimentación animal al influir en la calidad nutricional, la digestibilidad, la disponibilidad de alimento y la gestión del pastoreo.

Los valores de ceniza reportados en este estudio fueron superiores a los informados por Herrera, Verdecia y Ramírez (2020) y Devi et al. (2021). Diferentes investigaciones han recalcado la importancia de este componente en plantas forrajeras. Según Mganga et al. (2021) el contenido de ceniza presente en pastos forrajeros destinados a la alimentación animal es un aspecto crucial que influye en la calidad nutricional de la dieta del ganado. Faji et al. (2021) manifiestan que los minerales presentes en la ceniza son fundamentales para el mantenimiento de la salud y el desarrollo adecuado del ganado, así mismo, Khan et al. (2020) han señalado que minerales como el calcio y fósforo, son esenciales para la formación y fortaleza de los huesos, mientras que el potasio y el sodio son cruciales para el equilibrio electrolítico y la función muscular, en este sentido, Bantihun, Asmare y Mekuriaw (2022) han señalado que una deficiencia de estos minerales puede conducir a problemas de salud y un rendimiento deficiente en el ganado.

En la investigación realizada por Omolola (2019) informó valores de grasa bruta inferiores a los obtenidos en este estudio. Por otro lado, Espens et al. (2023) reportaron resultados superiores. Muhakka et al. (2020) han señalado que la grasa bruta en los pastos forrajeros consiste en una mezcla de ácidos grasos saturados, insaturados y otros lípidos presentes en las hojas y tallos de las plantas, así mismo, Faji et al. (2022) manifiestan que estos lípidos son una fuente importante de energía para el ganado y pueden variar en cantidad y composición según el tipo de pasto, el clima, la estación del año y las prácticas de manejo agrícola. Según Ma et al. (2021) la grasa presente en pastos forrajeros es necesaria para la síntesis de hormonas y la salud metabólica del ganado. Por lo tanto, el contenido de grasa bruta en el pasto botón de oro contribuye significativamente a la nutrición y el rendimiento del ganado. En otro estudio se ha señalado que las prácticas agrícolas, como la fertilización, el riego y la calidad del suelo, pueden influir en el contenido de grasa bruta en el pasto botón de oro. Por ejemplo, la fertilización adecuada puede mejorar la calidad nutricional del pasto, mientras que el estrés hídrico o la degradación del suelo pueden disminuir su contenido de grasa bruta (Karbivska et al. 2020).

La proteína bruta en el pasto botón de oro se compone de una variedad de aminoácidos esenciales y no esenciales que son fundamentales para el crecimiento, desarrollo y mantenimiento del ganado (Salazar-Cubillas, Khaterine C. y Dickhoefer 2021). En el estudio realizado por Otemuyiwa et al. (2020) encontraron valores de proteína bruta acordes a los encontrados en esta investigación. Thers et al. (2021) han señalado que la inclusión del follaje de botón de oro puede elevar la calidad de la nutrición del ganado dado que su nivel de proteína cruda es el doble que el de las hierbas tropicales. Así mismo, Faji et al. (2022) mencionan que la proteína es esencial para el crecimiento muscular, la producción de leche, la salud inmunológica y otros procesos metabólicos en el ganado. Por otro lado, Núñez et al. (2022) manifiestan que una dieta equilibrada en proteínas es crucial para maximizar el rendimiento del ganado en términos de ganancia de peso, producción de leche y reproducción. Los animales que reciben una adecuada ingesta de proteínas tienen un crecimiento más saludable, una mayor eficiencia alimenticia y una mejor respuesta inmune, lo que se traduce en un mayor rendimiento económico para los productores (Zhang et al. 2020). Una deficiencia de proteínas en la dieta puede conducir a una serie de problemas de salud en el ganado, como retraso en el crecimiento, pérdida de peso, debilidad del sistema inmunológico y mayor susceptibilidad a enfermedades (Leite et al. 2021)

Algunos autores (Selvaraj y Mylsamy 2023; Pérez-Márquez et al. 2023 y Arias-Gamboa et al. 2023) han reportado valores inferiores de fibra bruta. Salazar y Dickhoefer (2021) han señalado que la presencia de fibra bruta en la dieta de animales ayuda a regular el movimiento de los alimentos a lo largo del tracto digestivo y puede prevenir problemas como la constipación o la diarrea, manteniendo un tránsito intestinal saludable. Hassan et al. (2022) mencionan que este componente en la dieta estimula la masticación y el proceso de rumia, lo que mejora la eficiencia digestiva y la salud ruminal; sin embargo, otros autores (Indah, Permana y Despal 2020 y Romero 2017) han manifestado que la fibra bruta en exceso puede reducir la digestibilidad de otros nutrientes presentes en la dieta, como los carbohidratos y las proteínas. Esto puede llevar a una menor absorción de nutrientes y a una menor eficiencia alimenticia. Por otro lado, algunas fuentes de fibra bruta pueden fermentarse en el intestino grueso, lo que produce gases como metano y dióxido de carbono (Ihediwa et al. 2022). Un exceso de producción de gas puede provocar distensión abdominal, cólicos y malestar en los animales (Botero-Londoño, Celis-Celis y Botero-Londoño 2021)

4. Conclusiones

En la presente investigación se demostró que el tiempo tuvo influencia significativa en la composición química del botón de oro y los mejores resultados se obtuvieron a los 45 días de recolección de las muestras. Se destaca el importante aporte de nutrientes de esta especie lo cual es una opción prometedora en la alimentación animal.

Contribuciones de los autores

Yajanua Sofia Alvarado Santi: Adquisición, y análisis de los datos; redactó el manuscrito, aprobó la versión enviada y la versión sustancialmente editada

Sasha Tais Villacis Villacres: Adquisición, y análisis de los datos; redactó el manuscrito, aprobó la versión enviada y la versión sustancialmente editada

Hernan Alberto Uvidia Cabadiana: Concepción del trabajo; aprobó la versión enviada y la versión sustancialmente editada

Todos los autores aporbaron la version enviada y editada.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

5. Referencias

ALVAREZ, R., ZARACHO, J. y ORTIZ, H., 2023. Evaluación de rendimiento de materia verde, materia seca y proteína bruta del pasto elefante Pennisetum purpureum, con la aplicación de dos tipos de fertilizantes (orgánico y químico). *COMPENDIO DE CIENCIAS VETERINARIAS* [en línea], vol. 13, no. 1, [consulta: 26 marzo 2024]. ISSN 2226-1761. Disponible en: https://revistascientificas.una.py/index.php/comp/article/view/3875.

ANGULO-ARIZALA, J., NEMOCÓN-COBOS, A.M., POSADA-OCHOA, S.L., MAHECHA-LEDESMA, L., ANGULO-ARIZALA, J., NEMOCÓN-COBOS, A.M., POSADA-OCHOA, S.L. y MAHECHA-LEDESMA, L., 2022. Producción, calidad de leche y análisis económico de vacas holstein suplementadas con ensilaje de botón de oro (Tithonia diversifolia) o ensilaje de maíz. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial* [en línea], vol. 20, no. 1, [consulta: 13 marzo 2024]. ISSN 1692-3561. DOI 10.18684/BSAA.V20.N1.2022.1535. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1692-35612022000100027&lng=en&nrm=iso&tlng=es.

AOAC, 2023. Annual Meeting & Exposition - AOAC International. [en línea]. S.l.: [consulta: 12 diciembre 2023]. Disponible en: https://www.aoac.org/2023-annual-meeting-exposition/.

ARIAS-GAMBOA, L.M., LÓPEZ-HERRERA, M., CASTILLO-UMAÑA, M. y ALPÍZAR-NARANJO, A., 2023. Fertilization and regrowth age on yield and bromatological composition of Tithonia diversifolia. *Agronomía Mesoamericana* [en línea], vol. 34, no. 3, [consulta: 13 marzo 2024]. ISSN 1659-1321. DOI 10.15517/AM.2023.53172. Disponible en: http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1659-13212023000300027&lng=en&nrm=iso&tlng=en.

ARRONIS, V., ABARCA, S. y SOTO, R., 2021. Degradación ruminal efectiva de botón de oro (Tithonia diversifolia). *Alcances Tecnológicos* [en línea], vol. 14, no. 1, [consulta: 13 marzo 2024]. ISSN 2215-5481. Disponible en: http://revista.inta.go.cr/index.php/alcances_tecnologicos/article/view/198.

BANTIHUN, A., ASMARE, B. y MEKURIAW, Y., 2022. Comparative Evaluation of Selected Grass Species for Agronomic Performance, Forage Yield, and Chemical Composition in the Highlands of Ethiopia. *Advances in Agriculture*, vol. 2022, ISSN 23147539. DOI 10.1155/2022/6974681.

BOTERO-LONDOÑO, J.M., CELIS-CELIS, E.M. y BOTERO-LONDOÑO, M.A., 2021. Nutritional quality, nutrient uptake and biomass production of Pennisetum purpureum cv. King grass. *Scientific Reports* [en línea], vol. 11, no. 1, [consulta: 13 marzo 2024]. ISSN 2045-2322. DOI 10.1038/s41598-021-93301-w. Disponible en: https://www.nature.com/articles/s41598-021-93301-w.

BRETAS, I.L., VALENTE, D.S.M., SILVA, F.F., CHIZZOTTI, M.L., PAULINO, M.F., D'ÁUREA, A.P., PACIULLO, D.S.C., PEDREIRA, B.C. y CHIZZOTTI, F.H.M., 2021. Prediction of aboveground biomass and dry-matter content in Brachiaria pastures by combining meteorological data and satellite imagery. *Grass and Forage Science* [en línea], vol. 76, no. 3, [consulta: 13 marzo 2024]. ISSN 1365-2494. DOI 10.1111/GFS.12517. Disponible en: https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/gfs.12517.

CORTES, D., OLARTE, O. y TIMOTE, S., 2019. Experiencias en campo a partir de la reproducción sexual de botón de oro thitonia diversifolia – semillero de investigación sipass. *Agricolae & Habitat* [en línea], vol. 2, no. 1, [consulta: 13 marzo 2024]. ISSN 2665-3176. DOI 10.22490/26653176.3522. Disponible en: https://hemeroteca.unad.edu.co/index.php/agricolae/article/view/3522.

DEVI, T.B., RAINA, V., SAHOO, D. y RAJASHEKAR, Y., 2021. Chemical composition and fumigant toxicity of the essential oil from Tithonia diversifolia (Hemsl.) A. Grey against two major stored grain insect pests. *Journal of Plant Diseases and Protection* [en línea], vol. 128, no. 2, [consulta: 12 marzo 2024]. ISSN 18613837. DOI 10.1007/S41348-020-00424-9/METRICS. Disponible en: https://link.springer.com/article/10.1007/s41348-020-00424-9.

ELIZONDO-SALAZAR, J.A. y ELIZONDO-SALAZAR, J.A., 2021. Calidad nutricional y consumo por cabras de forrajede botón de oro (tithonia diversifolia). *Agronomía Costarricense* [en línea], vol. 45, no. 2, [consulta: 13 marzo 2024]. ISSN 0377-9424. DOI 10.15517/RAC.V45I2.47774. Disponible en: http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0377-94242021000200135&lng=en&nrm=iso&tlng=es.

ELIZONDO-SALAZAR, J.A. y ESPINOZA-FONSECA, H., 2021. Evaluación de los purines como una alternativa de fertilización orgánica en pasto estrella africana. *Nutrición Animal Tropical* [en línea], vol. 15, no. 2, [consulta: 12 marzo 2024]. ISSN 2215-3527. DOI 10.15517/NAT.V15I2.48001. Disponible en: https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/nutrianimal/article/view/48001/47616.

ESPENS, C., POZO-LEYVA, D., ARYAL, D.R., DZIB-CASTILLO, B., VILLANUEVA-LÓPEZ, G., CASANOVA-LUGO, F., CHAY-CANUL, A. y CANÚL-SOLÍS, J., 2023. biomass production and chemical composition of tithonia diversifolia by the date of harvesting at different cutting HEIGHTS. *Tropical and Subtropical Agroecosystems* [en línea], vol. 26, no. 3, [consulta: 12 marzo 2024]. ISSN 1870-0462. DOI 10.56369/tsaes.4888. Disponible en: https://www.revista.ccba.uady.mx/ojs/index.php/TSA/article/view/4888.

FAJI, M., KEBEDE, G., FEYISSA, F., MOHAMMED, K. y MENGISTU, G., 2022. Yield, Yield Components, and Nutritive Value of Perennial Forage Grass Grown under Supplementary Irrigation. *Advances in Agriculture*, vol. 2022, no. 23, ISSN 23147539. DOI 10.1155/2022/5471533.

FAJI, M., KEBEDE, G., FEYISSA, F., MOHAMMED, K., MINTA, M., MENGISTU, S. y TSEGAHUN, A., 2021. Evaluation of ten perennial forage grasses for biomass and nutritional quality. *Tropical Grasslands-Forrajes Tropicales* [en línea], vol. 9, no. 3, [consulta: 13 marzo 2024]. ISSN 2346-3775. DOI 10.17138/TGFT(9)292-299. Disponible en: https://www.tropicalgrasslands.info/index.php/tgft/article/view/932.

GALOC, N., PÉREZ, H.V.V. y BERNAL, W., 2019. Caracterización nutricional de trece variedades de pastos naturalizados de la región Amazonas. *Revista Científica UNTRM: Ciencias Naturales e Ingeniería* [en línea], vol. 2, no. 3, [consulta: 13 marzo 2024]. ISSN 2520-0356. DOI 10.25127/UCNI.V2I3.601. Disponible en: https://revistas.untrm.edu.pe/index.php/CNI/article/view/601.

GARCÍA, D.., MEDINA, M.G., OJEDA, F., HUMBRÍA, J., DOMÍNGUEZ, C., BALDIZÁN, A. y TORAL, O., 2019. Variabilidad fitoquímica y repercusión antinutricional potencial en especies del género Albizia. *Pastos y Forrajes* [en línea], vol. 30, no. 1, [consulta: 12 marzo 2024]. ISSN 0864-0394. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03942007000100004&lng=es&nrm=iso&tlng=en.

GURGEL, A.L.C., DOS SANTOS DIFANTE, G., NETO, J.V.E., SANTANA, J.C.S., FERNANDES, P.B., DOS SANTOS, G.T., DIAS, A.M., ÍTAVO, L.C.V., ÍTAVO, C.C.B.F. y DE MEDEIROS, H.R., 2021. Prediction of dry matter intake by meat sheep on tropical pastures. *Tropical Animal Health and Production* [en línea], vol. 53, no. 5, [consulta: 13 marzo 2024]. ISSN 15737438. DOI 10.1007/S11250-021-02916-8/METRICS. Disponible en: https://link.springer.com/article/10.1007/s11250-021-02916-8.

HASSAN, H.H.M., EL-SOBKY, E.S.E.A., MANSOUR, E., EL-KHOLY, A.S.M., AWAD, M.F., ULLAH, H. y DATTA, A., 2022. Influence of preceding crop and tillage system on forage yield and quality of selected summer grass and legume forage crops under arid conditions. *Journal of Integrative Agriculture*, vol. 21, no. 11, ISSN 2095-3119. DOI 10.1016/J.JIA.2022.08.088.

HERRERA, R.S., VERDECIA, D.M. y RAMÍREZ, J.L., 2020. Chemical com-

position, secondary and primary metabolites of Tithonia diversifolia related to climate Composición química, metabolitos secundarios y primarios de Tithonia diversifolia relacionados con el clima. *Cuban Journal of Agricultural Science* [en línea], vol. 54, no. 3, [consulta: 12 marzo 2024]. Disponible en: https://orcid.org/0000-0002-4505-4438.

IHEDIWA, V.E., AKPAN, G.E., AKUWUEKE, L., ORIAKU, L., NDUBUISI, C.O., MBANASOR, J. y NDUKWU, M.C.C., 2022. Thermal dehydration of some forage grasses for livestock feeding: Effect of different methods on moisture diffusivity and the quality of dried leaves. *Energy Nexus*, vol. 8, ISSN 2772-4271. DOI 10.1016/J.NEXUS.2022.100156.

INDAH, A.S., PERMANA, I.G. y DESPAL, 2020. Determination dry matter digestibility of tropical forage using nutrient compisition. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* [en línea], vol. 484, no. 1, [consulta: 13 marzo 2024]. ISSN 1755-1315. DOI 10.1088/1755-1315/484/1/012113. Disponible en: https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/484/1/012113.

JULIETA, M., ARISTEGA, C., AUGUSTO, R., MURILLO, L., LUCIA, A. y CORONEL, E., 2021. Producción y composición química de megathyrsus máximus cultivares tanzania y mombasa bajo condiciones del subtrópico ecuatoriano. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar* [en línea], vol. 5, no. 4, [consulta: 12 marzo 2024]. ISSN 2707-2215. DOI 10.37811/CL_RCM.V5I4.777. Disponible en: https://www.ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/view/777/1064.

KARBIVSKA, U., KURGAK, V., GAMAYUNOVA, V., BUTENKO, A., MALYNKA, L., KOVALENKO, I., ONYCHKO, V., MASYK, I., CHYRVA, A., ZAKHARCHENKO, E., TKACHENKO, O. y PSHYCHENKO, O., 2020. Productivity and quality of diverse ripe pasture grass fodder depends on the method of soil cultivation. *Acta Agrobotanica* [en línea], vol. 73, no. 3, [consulta: 13 marzo 2024]. ISSN 0065-0951. DOI 10.5586/AA.7334. Disponible en: https://orcid.org/0000-0002-0190-9350.

KARUNARATNE, S., THOMSON, A., MORSE-MCNABB, E., WIJESINGHA, J., STAYCHES, D., COPLAND, A. y JACOBS, J., 2020. The Fusion of Spectral and Structural Datasets Derived from an Airborne Multispectral Sensor for Estimation of Pasture Dry Matter Yield at Paddock Scale with Time. *Remote Sensing* [en línea], vol. 12, no. 12, [consulta: 13 marzo 2024]. ISSN 2072-4292. DOI 10.3390/RS12122017. Disponible en: https://www.mdpi.com/2072-4292/12/12/2017/htm.

KHAN, M.N., ALI, S., YASEEN, T., ADNAN, M., ULLAH, S., ZAMAN, A., IQBAL, M., SHAH, S.N., ALI, A., RAZZAQ, A. y OZDEMIR, F.A., 2020. Assessment of Proximate and Nutritional Contents in Selected Weedy Grasses for Potential Use as Fodder in District Charsadda, KP. *Proceedings of the Pakistan Academy of Sciences: B. Life and Environmental Sciences* [en línea], vol. 57, no. 2, [consulta: 13 marzo 2024]. ISSN 2518-427X. Disponible en: http://www.ppaspk.org/index.php/PPAS-B/article/view/42.

LEITE, R.G., CARDOSO, A. da S., FONSECA, N.V.B., SILVA, M.L.C., TEDESCHI, L.O., DELEVATTI, L.M., RUGGIERI, A.C. y REIS, R.A., 2021. Effects of nitrogen fertilization on protein and carbohydrate fractions of Marandu palisadegrass. *Scientific Reports* [en línea], vol. 11, no. 1, [consulta: 13 marzo 2024]. ISSN 2045-2322. DOI 10.1038/s41598-021-94098-4. Disponible en: https://www.nature.com/articles/s41598-021-94098-4.

LINDON WILLY, M.-L., FAUSTINA, C.-R., 2021. Evaluación de la producción, composición botánica y contenido nutricional de pastos nativos en dos épocas del año en altiplano. *Journal of the Selva Andina Animal Science* [en línea], vol. 8, no. 2, [consulta: 12 marzo 2024]. ISSN 2311-2581. DOI 10.36610/J.JSAAS.2021.080200059. Disponible en: http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2311-25812021000200059&lng=es&nrm=iso&tlng=es.

LONDOÑO C, J., MAHECHA L, L., ANGULO A, J., LONDOÑO C, J., MAHECHA L, L. y ANGULO A, J., 2019. Desempeño agronómico y valor nutritivo de Tithonia diversifolia (Hemsl.) A Gray para la alimentación de bovinos. *Revista colombiana de ciencia animal recia* [en línea], vol. 11, no. 1, [consulta: 11 febrero 2023]. ISSN 2027-4297. DOI 10.24188/RECIA.V11.N1.2019.693. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2027-42972019000100028&lng=en&nrm=iso&tlng=es.

LÓPEZ, R.G., CABRERA, I.R. y HERNÁNDEZ., M.V., 2022. Respuesta al pastoreo de Boton de Oro (Tithonia Diversifolia) y baja suplementación de concentrados en vacas lecheras. *Revista Ecuatoriana de Ciencia Animal* [en línea], vol. 5, no. 3, [consulta: 13 marzo 2024]. ISSN 2602-8220. Disponible en: http://www.revistaecuatorianadecienciaanimal.com/index.php/RECA/article/view/284.

LUKAS, M., HARTINGER, T., SÜDEKUM, K.H. y SUSENBETH, A., 2021. Estimation of diet organic matter digestibility in grazing dairy cows. *Archives of Animal Nutrition* [en línea], vol. 75, no. 3, [consulta: 13 marzo 2024]. ISSN 14772817. DOI 10.1080/1745039X.2021.1935599. Disponible en: https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/1745039X.2021.1935599.

MA, Y., KHAN, M.Z., LIU, Y., XIAO, J., CHEN, X., JI, S., CAO, Z. y LI, S., 2021. Analysis of Nutrient Composition, Rumen Degradation Characteristics, and Feeding Value of Chinese Rye Grass, Barley Grass, and Naked Oat Straw. *Animals 2* [en línea], vol. 11, no. 9, [consulta: 13 marzo 2024]. ISSN 2076-2615. DOI 10.3390/ANI11092486. Disponible en: https://www.mdpi.com/2076-2615/11/9/2486/htm.

MANCIPE-MUÑOZ, E.A., VARGAS-MARTÍNEZ, J. de J. y AVELLANEDA, Y., 2020. Efecto de la edad de rebrote sobre el desarrollo morfológico y la composición química del pasto kikuyo (Cenchrus clandestinus) en el trópico alto colombiano. *CES Medicina Veterinaria y Zootecnia* [en línea], vol. 15, no. 2, [consulta: 12 marzo 2024]. ISSN 1900-9607. DOI 10.21615/CESMVZ.15.2.2. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1900-96072020000200023&lng=en&nrm=iso&tlng=es.

MARCELA, V., BEDOYA, C., VELÁSQUEZ VÉLEZ, R., ANGEL, M. y BENITEZ, C., 2021. Efecto de la suplementación con forrajes arbustivos sobre el desempeño productivo de conejos (Oryctolagus cuniculus). *Revista Politécnica* [en línea], vol. 17, no. 34, [consulta: 13 marzo 2024]. ISSN 2256-5353. DOI 10.33571/RPOLITEC.V17N34A2. Disponible en: https://revistas.elpoli.edu.co/index.php/pol/article/view/1835/1926.

MELO, C.D., MADURO DIAS, C.S.A.M., WALLON, S., BORBA, A.E.S., MADRUGA, J., BORGES, P.A.V., FERREIRA, M.T. y ELIAS, R.B., 2022. Influence of Climate Variability and Soil Fertility on the Forage Quality and Productivity in Azorean Pastures. *Agriculture 2022, Vol. 12, Page 358* [en línea], vol. 12, no. 3, [consulta: 13 marzo 2024]. ISSN 2077-0472. DOI 10.3390/AGRICULTURE12030358. Disponible en: https://www.mdpi.com/2077-0472/12/3/358/htm.

MÉNDEZ-MARTÍNEZ, Y., REYES-PÉREZ, J., LUNA-MURILLO, R.A. y LEDEA-RODRÍGUEZ, J.L., 2020. Efecto de la edad del rebrote y el clima en la composición química de Cenchrus purpureus en ecosistemas degradados de Cuba. *Scientia Agropecuaria* [en línea], vol. 11, no. 3, [consulta: 12 marzo 2024]. ISSN 2077-9917. DOI 10.17268/SCI.AGROPECU.2020.03.02. Disponible en: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2077-99172020000300301&lng=es&nrm=iso&tlng=en.

MÉNDEZ, M.N., CHILIBROSTE, P. y AGUERRE, M., 2020. Pasture dry matter intake per cow in intensive dairy production systems: effects of grazing and feeding management. *animal* [en línea], vol. 14, no. 4, [consulta: 13 marzo 2024]. ISSN 1751-7311. DOI 10.1017/S1751731119002349. Disponible en: https://www.cambridge.org/core/journals/animal/article/abs/pasture-dry-matter-intake-per-cow-in-intensive-dairy-production-systems-effects-of-grazing-and-feeding-management/B8105E52119A390A2A274C904EFFB860.

MGANGA, K.Z., NDATHI, A.J.N., WAMBUA, S.M., BOSMA, L., KAINDI, E.M., KIOKO, T., KADENYI, N., MUSYOKI, G.K., VAN STEENBERGEN, F. y MUSIMBA, N.K.R., 2021. Forage value of vegetative leaf and stem biomass fractions of selected grasses indigenous to African rangelands. *Animal Production Science* [en línea], vol. 61, no. 14, [consulta: 13 marzo 2024]. ISSN 1836-5787. DOI 10.1071/AN19597. Disponible en: https://www.publish.csiro.au/an/AN19597.

MOYANO, J., MIGUEZ, J.P., VIAFARA, D. y MARINI, P., 2020. Digestibilidad fecal aparente de ovinos Blackbelly en la etapa de engorde alimentados con forrajes amazónicos. *Revista Amazónica. Ciencia y Tecnología* [en línea], vol. 9, no. 2, [consulta: 13 marzo 2024]. ISSN 1390-8049. DOI 10.59410/RACYT-V09N02EP05-0133. Disponible en: https://revistas.uea.edu.ec/index.php/racyt/article/view/133/298.

MUHAKKA, SUWIGNYO, R.A., BUDIANTA, D. y YAKUP, 2020. Nutritional values of swamp grasses as feed for Pampangan Buffaloes in South Sumatra, Indonesia. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity* [en línea], vol. 21, no. 3, [consulta: 13 marzo 2024]. ISSN 2085-4722. DOI 10.13057/BIODIV/D210314. Disponible en: https://smujo.id/biodiv/article/view/4672.

NIETO CAÑARTE, C.A., JORDÁN HERNÁN, M.S., GUAMÁN SARANGO, V.M. y BURGOS CARPIO, B.A., 2023. Condiciones edafoclimáticas actuales y futuras para establecimiento de la balsa (Ochroma ssp.) con pastos en el Oriente Ecuatoriano. *Revista de Climatología* [en línea], vol. 23, [consulta: 13 marzo 2024]. ISSN 1578-8768. DOI 10.59427/RCLI/2023/V23.167-178. Disponible en: https://openurl.ebsco.com/contentitem/doi:10.59427%2Frcli%2F2023%2Fv23.167-178?sid=ebsco:plink:crawler&id=ebsco:doi:10.59427%2Frcli%2F2023%2Fv23.167-178.

NÚÑEZ, L., HIRIGOYEN, A., DURANTE, M., ARROYO, J.M., CAZZULI, F.,

BREMM, C. y JAURENA, M., 2022. What Factors Control the Crude Protein Content Variation of a Basaltic "Campos" Native Grassland of South America? *Agronomy 2022, Vol. 12, Page 1756* [en línea], vol. 12, no. 8, [consulta: 13 marzo 2024]. ISSN 2073-4395. DOI 10.3390/AGRONOMY12081756. Disponible en: https://www.mdpi.com/2073-4395/12/8/1756/htm.

OMOLOLA, T.O., 2019. Phytochemical, Proximate and Elemental Composition of Tithonia diversifolia (Hemsley) A. Gray leaves. *International Annals of Science* [en línea], vol. 8, no. 1, [consulta: 12 marzo 2024]. DOI 10.21467/ias.8.1.54-61. Disponible en: https://journals.aijr.org/index.php/ias/article/view/1807.

OTEMUYIWA, I.O., ADEKUNLE, A.S., ADEGBITE, J.F. y FALADE, O.S., 2020. Comparative study of physicochemical properties of Tithonia diversifolia and Sunflower seed oils. *Malaysian Journal of Applied Sciences* [en línea], vol. 5, no. 2, [consulta: 12 marzo 2024]. ISSN 0127-9246. DOI 10.37231/MYJAS.2020.5.2.236. Disponible en: https://journal.unisza.edu.my/myjas/index.php/myjas/article/view/236.

PÉREZ-MÁRQUEZ, S., OVANI, V.S., LIMA, P. de M.T., LANA, Â.M.Q., LOUVANDINI, H., ABDALLA, A.L. y MAURÍCIO, R.M., 2023. Tithonia diversifolia Improves In Vitro Rumen Microbial Synthesis of Sheep Diets without Changes in Total Gas and Methane Production. *Agronomy 2023, Vol. 13, Page 2768* [en línea], vol. 13, no. 11, [consulta: 13 marzo 2024]. ISSN 2073-4395. DOI 10.3390/AGRONOMY13112768. Disponible en: https://www.mdpi.com/2073-4395/13/11/2768/htm.

PONCE, J., 2019. Composición química, degradabilidad y cinética ruminal in situ del botón de oro (Tithonia diversifolia) en diferentes periodos de corte. *Nutrición Animal Tropical* [en línea], vol. 4, no. 2, [consulta: 12 marzo 2024]. Disponible en: https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/3726.

RAIESI, F., 2021. The quantity and quality of soil organic matter and humic substances following dry-farming and subsequent restoration in an upland pasture. *CATENA*, vol. 202, ISSN 0341-8162. DOI 10.1016/J.CATENA.2021.105249.

RÍOS, C. y SALAZAR, A., 2018. Botón de oro (Tithonia diversifolia (Hemsl.) Gray) una fuente proteica alternativa para el trópico. *Livestock Research for Rural Development* [en línea], vol. 6, no. 3, [consulta: 12 marzo 2024]. Disponible en: https://www.lrrd.org/lrrd6/3/9.htm#:~:text=En otro estudio realizado con,materia seca (Rosales 1992).

RODRÍGUEZ-MOLANO, C.E., NIÑO-MONROY, L.E., GARCÍA-GÓMEZ, H.A., RODRÍGUEZ-MOLANO, C.E., NIÑO-MONROY, L.E. y GARCÍA-GÓMEZ, H.A., 2023. Efecto de suplementación con forrajes verdes sobre parámetros productivos y calidad de huevo en gallinas. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial* [en línea], vol. 21, no. 1, [consulta: 13 marzo 2024]. ISSN 1692-3561. DOI 10.18684/RBSAA.V21.N1.2023.1915. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1692-35612023000100039&lng=en&nrm=iso&tlng=es.

ROJAS-OVIEDO, L.A., CARRASCO-POMA, J., CONDO-PLAZA, L.A. y JAPA-CANDO, C.C., 2022. Comportamiento biológico de cuyes en la fase de engorde alimentados con Axonopus scoparius y diferentes niveles de Arachis pintoy en la provincia Morona Santiago. *Polo del Conocimiento* [en línea], vol. 7, no. 7, [consulta: 13 marzo 2024]. ISSN 2550-682X. DOI 10.23857/pc.v7i7. Disponible en: https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9042917&info=resumen&idioma=SPA.

SALAZAR-CUBILLAS, K. y DICKHOEFER, U., 2021. Estimating the proportion of in situ rumen-undegraded crude protein from chemical crude protein and fiber fractions in tropical forage grasses and legumes. *Animal Feed Science and Technology*, vol. 282, ISSN 0377-8401. DOI 10.1016/J.ANIFEEDSCI.2021.115122.

SALAZAR-CUBILLAS, Khaterine C. y DICKHOEFER, U., 2021. Evaluating the Protein Value of Fresh Tropical Forage Grasses and Forage Legumes Using In Vitro and Chemical Fractionation Methods. *Animals* [en línea], vol. 11, no. 10, [consulta: 13 marzo 2024]. ISSN 2076-2615. DOI 10.3390/ANI11102853. Disponible en: https://www.mdpi.com/2076-2615/11/10/2853/htm.

SELVARAJ, M., S, A. y MYLSAMY, B., 2023. Characterization of New Natural Fiber from the Stem of Tithonia Diversifolia Plant. *Journal of Natural Fibers* [en línea], vol. 20, no. 1, [consulta: 13 marzo 2024]. ISSN 1544046X. DOI 10.1080/15440478.2023.2167144. Disponible en: https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/15440478.2023.2167144.

SERRANO, J., SHAHIDIAN, S. y DA SILVA, J.M., 2019. Evaluation of Normalized Difference Water Index as a Tool for Monitoring Pasture Seasonal and Inter-Annual Variability in a Mediterranean Agro-Silvo-Pastoral System. *Water 2019, Vol. 11, Page 62* [en línea], vol. 11, no. 1, [consulta: 13 marzo 2024]. ISSN 2073-4441. DOI 10.3390/W11010062. Disponible en: https://www.mdpi.com/2073-4441/11/1/62/htm.

SINCHIPA, O., CÁRDENAS, F. y PASPUEL, C., 2021. Valor nutricional y producción de los principales cultivos forrajeros en el cantón Guaranda – Bolívar - Ecuador. *Tesla Revista Científica* [en línea], vol. 3, no. 2, [consulta: 12 marzo 2024]. ISSN 2796-9320. DOI 10.55204/TRC.V3I2.E192. Disponible en: https://tesla.puertomaderoeditorial.com.ar/index.php/tesla/article/view/192.

THERS, H., STØDKILDE, L., JENSEN, S.K. y ERIKSEN, J., 2021. Linking Protein Quality in Biorefinery Output to Forage Crop Crude Protein Input via the Cornell Net Carbohydrate and Protein System. *Applied Biochemistry and Biotechnology* [en línea], vol. 193, no. 8, [consulta: 13 marzo 2024]. ISSN 15590291. DOI 10.1007/S12010-021-03496-X/METRICS. Disponible en: https://link.springer.com/article/10.1007/s12010-021-03496-x.

ZHANG, Y., YIN, Y., AMOMBO, E., LI, X. y FU, J., 2020. Different mowing frequencies affect nutritive value and recovery potential of forage bermudagrass. *Crop and Pasture Science* [en línea], vol. 71, no. 6, [consulta: 13 marzo 2024]. ISSN 1836-5795. DOI 10.1071/CP19369. Disponible en: https://www.publish.csiro.au/cp/CP19369.

ZHU, Y., MERBOLD, L., LEITNER, S., PELSTER, D.E., OKOMA, S.A., NGETICH, F., ONYANGO, A.A., PELLIKKA, P. y BUTTERBACH-BAHL, K., 2020. The effects of climate on decomposition of cattle, sheep and goat manure in Kenyan tropical pastures. *Plant and Soil* [en línea], vol. 451, no. 1-2, [consulta: 13 marzo 2024]. ISSN 15735036. DOI 10.1007/S11104-020-04528-X/TABLES/3. Disponible en: https://link.springer.com/article/10.1007/s11104-020-04528-x.