

Evaluación de Parámetros Morfológicos y Bromatológicos en *Arachis pintoi* y *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray, en la Amazonia Ecuatoriana

Evaluation of Morphological and Bromatological Parameters in *Arachis pintoi* and *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray, in the Ecuadorian Amazon

Para citar este trabajo:

Jiménez, L., Velastegui, C., Vargas, J., y Uvidia, J., (2024) Evaluación de Parámetros Morfológicos y Bromatológicos en *Arachis pintoi* y *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray, en la Amazonia Ecuatoriana. *Reincisol*, 3(6), pp. 2134-2154. [https://doi.org/10.59282/reincisol.V3\(6\)2134-2154](https://doi.org/10.59282/reincisol.V3(6)2134-2154)

Autores:

Luis David Jiménez-Jumbo

Universidad Estatal Amazónica

Ciudad: Puyo, País: Ecuador

Correo Institucional: ld.jimenezj@uea.edu.ec

Orcid <https://orcid.org/0009-0000-0862-2048>

Carlos Andrés Velastegui-Freire

Universidad Estatal Amazónica

Ciudad: Puyo, País: Ecuador

Correo Institucional: ca.velasteguif@uea.edu.ec

Orcid <https://orcid.org/0009-0001-0375-7186>

Jorge Antonio Vargas-Escobar

Universidad Estatal Amazónica

Ciudad: Puyo, País: Ecuador

Correo Institucional: ja.vargase@uea.edu.ec

Orcid <https://orcid.org/0009-0006-6852-0987>

Jhoel Hernán Uvidia-Armijo

Universidad Estatal Amazónica

Ciudad: Puyo, País: Ecuador

Correo Institucional: jh.uvidiaa@uea.edu.ec

Orcid <https://orcid.org/0000-0003-3519-6472>

RECIBIDO: 20 julio 2024

ACEPTADO: 27 agosto 2024

PUBLICADO 3 septiembre 2024

Resumen

El maní forrajero (*Arachis pintoi*) y el botón de oro (*Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray) son especies vegetales importantes en la Amazonía ecuatoriana debido a sus propiedades nutricionales y su capacidad para mejorar la calidad del suelo. El objetivo del estudio es evaluar las características morfométricas y los parámetros bromatológicos del maní forrajero y el botón de oro, determinando su potencial como recursos alimenticios para el ganado y su contribución a la sostenibilidad agropecuaria en la región amazónica. La investigación se llevó a cabo en el Centro Experimental CEIPA en la Amazonía ecuatoriana. Se realizaron análisis bromatológicos para medir los niveles de proteínas, grasas, carbohidratos y otros nutrientes esenciales. Asimismo, se realizaron análisis morfométricos para evaluar la altura de las plantas, la longitud y el ancho de las hojas, y el diámetro de los tallos. Se utilizaron técnicas analíticas reconocidas para garantizar la precisión de los datos obtenidos. Los resultados indican que el maní forrajero presenta un alto contenido de proteínas y fibra, mientras que el botón de oro es rico en minerales. Estas características hacen que ambas especies sean opciones viables para la alimentación animal. Además, su cultivo contribuye a la mejora de la calidad del suelo y a la sostenibilidad de las prácticas agrícolas en la región. El estudio concluye que el maní forrajero y el botón de oro tienen un gran potencial como recursos alimenticios sostenibles en la Amazonía ecuatoriana. Se recomienda fomentar su uso en la alimentación animal y promover investigaciones futuras para evaluar su producción a gran escala y su papel en la restauración ecológica y la seguridad alimentaria.

Palabras claves: Bromatología, Maní forrajero, Botón de Oro, Amazonia, Composición nutricional, Ganado, Forraje.

Abstract

Forage peanut (*Arachis pintoi*) and buttercup (*Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray) are important plant species in the Ecuadorian Amazon due to their nutritional properties and their ability to improve soil quality. The objective of the study is to evaluate the morphometric characteristics and bromatological parameters of forage peanut and buttercup, determining their potential as food resources for livestock and their contribution to agricultural sustainability in the Amazon region. The research was carried out at the CEIPA Experimental Center in the Ecuadorian Amazon. Bromatological analyses were carried out to measure the levels of proteins, fats, carbohydrates and other essential nutrients. Morphometric analyses were also carried out to evaluate plant height, leaf length and width, and stem diameter. Recognized analytical techniques were used to ensure the accuracy of the data obtained. The results indicate that forage peanut is high in protein and fiber, while buttercup is rich in minerals. These characteristics make both species viable options for animal feed. In addition, their cultivation contributes to the improvement of soil quality and the sustainability of agricultural practices in the región. The study concludes that forage peanut and buttercup have great potential as sustainable food resources in the Ecuadorian Amazon. It is recommended to encourage their use in animal feed and to promote future research to evaluate their large-scale production and their role in ecological restoration and food security.

Keywords: Bromatology, Fodder peanut, Botón de Oro, Amazonia, Nutritional composition, Livestock, Forage.

INTRODUCCIÓN

La región amazónica es conocida por su rica biodiversidad y su papel importante en la salud ambiental mundial. En este contexto, es fundamental estudiar y valorar los recursos naturales locales para fomentar la sostenibilidad en la región. Dos especies vegetales ampliamente distribuidas en la Amazonia, el maní forrajero (*Arachis pintoi*) y el botón de oro (*Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray), tienen un potencial significativo en diferentes áreas, como la alimentación animal y la restauración de suelos. (Alava Rodríguez & Molina Mayorga, 2024)

Estas especies han sido objeto de numerosas investigaciones debido a sus propiedades nutricionales, su capacidad para mejorar la calidad del suelo y su adaptabilidad a diferentes entornos, sin embargo, falta información detallada sobre su morfometría y parámetros bromatológicos, como grasa, proteína, ceniza, humedad y fibra. Estos son componentes críticos para comprender su valor nutricional y su potencial como recurso alimentario y forrajero en la región. Según Saltos (2022) manifiesta que el maní forrajero es una leguminosa perenne que se caracteriza por tener tallos rastreros y hojas compuestas por tres folíolos. Esta especie se destaca por su alto contenido de proteínas, vitaminas y minerales, lo que lo hace un excelente alimento para el ganado. Por otro lado, el botón de oro es una planta herbácea de rápido crecimiento y amplia distribución en la región amazónica. Sus tallos son erectos y pueden llegar a medir hasta tres metros de altura. Tiene hojas grandes, aserradas y de color verde oscuro, y flores amarillas brillantes que se agrupan en inflorescencias en forma de botón. Además, Rodríguez y Mayorga (2024) mencionan que esta especie también es utilizada como forraje debido a su alto contenido de proteínas y fibra. Este artículo tiene como objetivo analizar y comparar la morfometría y los parámetros bromatológicos del maní forrajero y el botón de oro en la Amazonia. A través de un enfoque multidisciplinario que combina técnicas de morfometría con análisis químicos de composición nutricional, buscamos profundizar nuestra comprensión de estas especies vegetales y su contribución potencial a la seguridad alimentaria y la conservación del medio ambiente en la región.

Al llevar a cabo este análisis, no solo esperamos contribuir al conocimiento científico sobre el maní forrajero y el botón de oro, sino también proporcionar información valiosa para el desarrollo de estrategias de manejo sostenible y uso

óptimo de estos recursos naturales en la Amazonia. Además, este estudio puede sentar las bases para futuras investigaciones que exploren el potencial de estas especies en la agricultura, la ganadería y la restauración ecológica en la región y más allá.

La investigación de parámetros bromatológicos y la morfometría del maní forrajero y el botón de oro en la Amazonia es necesaria para contar con información precisa sobre estas especies vegetales. Estas especies pueden representar una alternativa sostenible para la alimentación animal en la región debido a su valor nutricional y su capacidad de adaptarse a las condiciones amazónicas. Con esta investigación, buscamos contribuir al desarrollo de prácticas ganaderas más sostenibles y promover el uso de recursos locales en la producción animal. Además, la investigación permitirá ampliar el conocimiento científico sobre estas especies y su potencial como forraje en la Amazonia.

MATERIALES Y METODOS

El CEIPA, perteneciente a la UEA, es el hogar de las plantas estudiadas. Este centro experimental se encuentra en el cantón Arosemena Tola, a 44 Km al norte de la ciudad de Puyo. Es importante resaltar que el CEIPA alberga un laboratorio vivo excepcional en la Amazonía ecuatoriana y forma parte de la Reserva del Alto Piatúa. Gracias a esto, se promueve la investigación, educación y preservación de los diversos ecosistemas presentes en este lugar.

El análisis bromatológico es una parte fundamental de este estudio, ya que nos permite determinar los componentes nutricionales presentes en el maní forrajero y el botón de oro. Este análisis nos proporcionará información precisa sobre el contenido de proteínas, grasas, carbohidratos y otros nutrientes esenciales en ambas especies. Con estos datos, podremos evaluar la calidad nutricional de estas plantas y su potencial como alimento para el ganado en la Amazonía (Churta Valencia, 2023).

El análisis morfométrico realizado en este estudio se enfocó en la medición de características morfológicas del maní forrajero y el botón de oro. Para ello, se tomaron diferentes mediciones de ambas especies, tales como altura, longitud y ancho de las hojas, longitud y grosor de los tallos, así como también el diámetro y número de flores y frutos. Estas mediciones permitieron obtener datos precisos

sobre la morfología de las plantas y establecer comparaciones entre las especies estudiadas (Álava Rodríguez & Molina Mayorga, 2024).

- Procedimiento de recolección de muestras

El procedimiento de recolección de muestras utilizado en este estudio fue riguroso y cuidadosamente diseñado para garantizar la representatividad de las muestras analizadas. Se seleccionaron diferentes áreas de la Amazonía donde se sabe que crecen el maní forrajero y el botón de oro. Se recolectaron muestras de plantas en diferentes etapas de crecimiento, asegurando la diversidad necesaria para obtener una muestra representativa. Las muestras fueron recolectadas con cuidado, evitando contaminaciones, y se registraron todos los detalles relevantes, como la ubicación geográfica, la fecha y las condiciones ambientales durante la recolección (Zúñiga et al.2023).

- Determinación de los componentes bromatológicos

La determinación de los componentes bromatológicos en el maní forrajero y el botón de oro se realizó utilizando técnicas analíticas establecidas y reconocidas. Las muestras recolectadas fueron secadas y molidas para obtener una muestra homogénea. A partir de esta muestra, se llevaron a cabo diferentes análisis químicos y bioquímicos para determinar los niveles de proteínas, grasas, carbohidratos y otros componentes nutricionales. Estos análisis se realizaron en un laboratorio especializado, utilizando equipos y métodos científicos precisos. Los resultados obtenidos nos proporcionarán información confiable y precisa sobre la composición bromatológica de estas especies vegetales en la Amazonía. (Sánchez Torres, 2020).

- Determinación de grasas

Para llevar a cabo la práctica descrita se utilizó las metodologías descritas por Pérez (2021) en la que se requieren una serie de materiales y reactivos específicos, así como un procedimiento meticuloso y detallado. Entre los materiales necesarios se encuentran balones de base plana o redonda de 250 ml con cuello esmerilado, una cuchara espátula, una probeta de 250 mL, un extractor Soxhlet de 100 mL o 150 mL, un refrigerante de bolas, pinzas, cartuchos de papel filtro corrugado, soportes y mangueras para entrada y salida de agua. En cuanto a los reactivos, se emplean hexano y éter de petróleo, que deben prepararse previamente como solventes

orgánicos puros. Las muestras vegetales o alimenticias son esenciales para llevar a cabo el análisis. (Ríos Pérez, 2021).

El procedimiento comienza con la preparación del cartucho para la muestra y el pesaje preciso de la misma, que se coloca dentro del cartucho de papel filtro corrugado. Luego, se pesa el balón y se procede a la extracción utilizando el extractor Soxhlet con el solvente apropiado. Después de un tiempo determinado de extracción, se retira la muestra y se seca para determinar el contenido de fibra. Posteriormente, se destila el solvente y se lleva a cabo el pesaje final. Los cálculos se realizan utilizando la fórmula proporcionada, que permite determinar el contenido de grasa en la muestra. (Campoverde Jumbo, 2023).

$$\text{Grasa} = \frac{\text{Peso del balón con la grasa extraída} - \text{Peso del balón}}{\text{Peso de la muestra sin grasa}}$$

Es importante seguir las indicaciones detalladas y las notas adicionales, como la recuperación del solvente para su reutilización y la organización en subgrupos de trabajo durante la práctica. Este enfoque meticuloso y sistemático garantiza la precisión y la fiabilidad de los resultados obtenidos en el análisis bromatológico de las muestras vegetales o alimenticias.

- Determinación de humedad

En el procedimiento descrito por Wang (2021), se detalla la preparación y análisis de muestras vegetales o alimenticias utilizando cápsulas de porcelana o cajas petri, una cuchara espátula y pinzas para cápsulas. No se requieren reactivos específicos para esta práctica, y no se menciona ninguna preparación de reactivos en particular. El proceso comienza con el tarado de las cápsulas de porcelana, donde se introducen en la estufa durante un tiempo determinado, se enfrían en el desecador y se pesan en la balanza analítica. Luego, se procede al pesado y secado de la muestra fresca, que implica pesar el recipiente vacío, encerrarlo, pesar la muestra seca y molida en la cápsula o caja petri, y colocar el recipiente con su contenido en la estufa a una temperatura específica durante 2 horas. Después de transcurrido el tiempo de secado, se retiran las cápsulas o cajas petri de la estufa y se dejan enfriar en el desecador. Luego, se pesan las cápsulas y se vuelven a colocar en la estufa, repitiendo el proceso hasta obtener un peso constante. Finalmente, el porcentaje de humedad en la muestra se calcula mediante la diferencia de masas. (Wang et al., 2021)

$$\%Humedad = \frac{\text{Peso de la muestra} - \text{peso de la muestra seca}}{\text{Peso de la muestra}}$$

Este procedimiento permite determinar con precisión el contenido de humedad en las muestras vegetales o alimenticias analizadas, siguiendo un protocolo detallado y cuidadoso

- Determinación de ceniza

El procedimiento detallado proporcionado por Jimenez (2023) se resume los materiales y métodos que se usan para la preparación y análisis de muestras vegetales o alimenticias en un laboratorio de química. Aquí se utilizan equipos como la balanza analítica, agitador-calentador, mufla y desecador de vidrio, junto con materiales como crisoles de porcelana, cuchara espátula y pinzas para crisoles. (Jimenez Balarezo, 2023)

El proceso comienza con el tarado de los crisoles de porcelana, donde se introducen en la estufa, se enfrían en el desecador y se pesan en la balanza analítica. Luego, se procede al pesado de la muestra fresca, que implica pesar el crisol vacío, encerarlo y pesar la muestra seca y molida.

Posteriormente, se realiza la incineración previa de la muestra fresca, pre-calcinando los crisoles con la muestra en el calentador y luego incinerándolos en la mufla a una temperatura específica durante 2 horas. Una vez finalizada la incineración, se retiran los crisoles de la mufla con precaución utilizando pinzas y guantes, y se calcula el porcentaje de ceniza en la muestra mediante la diferencia de masas.

$$\%ceniza = \frac{\text{Peso de la ceniza}}{\text{Peso de la muestra}} * 100$$

Se destaca la importancia de evitar colocar los crisoles en mesones, enfriar en el desecador y repetir el pesado hasta obtener un peso constante (Orellana Quinchuela, 2022)

- Determinación de proteína

El procedimiento detallado descrito en el manual de prácticas del laboratorio de Química se enfoca en la determinación precisa del contenido de proteínas en muestras vegetales o alimenticias utilizando el método de Kjeldahl. Este método, ampliamente reconocido por su fiabilidad, implica una serie de pasos meticulosos

que involucran tanto equipos especializados como materiales y reactivos específicos.

Además, este método es similar al de Cando (2022), se utilizan una balanza analítica para medir con precisión la masa de las muestras y los reactivos, y un determinador de proteínas o Macrokjeldahl para llevar a cabo la digestión y destilación de las muestras. Además, se emplea un desecador de vidrio para secar muestras y reactivos de forma controlada, garantizando la precisión de los resultados. Los materiales incluyen vasos de precipitación, cucharas espátula, probetas graduadas, balones de digestión, fiolas, pipetas graduadas, buretas, agua destilada y auxiliares de pipeteo. Los reactivos esenciales son el ácido sulfúrico concentrado, las pastillas Kjeldahl, el hidróxido de sodio 10 N, el ácido bórico al 2%, el indicador Tashiro y el ácido sulfúrico 0.2 N estandarizado. La preparación de estos reactivos se lleva a cabo con meticulosidad para asegurar su efectividad durante el análisis. El procedimiento se divide en tres etapas principales: la digestión de la muestra, la destilación de los componentes de interés y la titulación con ácido sulfúrico 0.2 N. Cada etapa requiere una cuidadosa ejecución y seguimiento de protocolos específicos.

$$\%proteina = \frac{mL\ titulante * Normalidad\ del\ acido * Factor\ (6.25) * 100}{Peso\ de\ la\ muestra\ en\ gramos}$$

En última instancia, este procedimiento detallado garantiza una determinación precisa del contenido de proteínas en las muestras vegetales o alimenticias, proporcionando datos fiables que son fundamentales para diversas aplicaciones en el ámbito de la química analítica y la nutrición.

- Determinación de fibra

El proceso detallado con el equipo TE-149 marca tecnal es descrito por Alba (2024). Entre los equipos necesarios se encuentran una balanza analítica para mediciones precisas, un agitador-calentador para llevar a cabo las reacciones de manera controlada, un desecador de vidrio para el secado controlado de muestras y una estufa mufla para el proceso de secado final. En cuanto a los materiales, se utilizan vasos de precipitación, cucharas espátula, probetas, embudos de filtración, fiolas, telas de lino para filtrar, crisoles de porcelana y pinzas para crisoles, además de agua destilada para disoluciones y enjuagues. Los reactivos empleados incluyen ácido sulfúrico 0.255 N, hidróxido de sodio 0.313 N, alcohol potable y

antiespumante. La preparación de los reactivos es crucial, siguiendo procedimientos específicos para obtener las concentraciones deseadas. El procedimiento detallado implica la pesada de muestra desengrasada, la adición y hervor con ácido sulfúrico, filtración y lavado, seguido de un proceso similar con hidróxido de sodio. Posteriormente, se enjuaga el residuo con alcohol potable y se lleva a sequedad en un crisol, seguido de un proceso de secado final en la estufa y en la mufla.

$$\%Fibra\ bruta = \frac{(C - A) - D}{B} * 100$$

A= masa de la bolsa vacía

B= Masa de la muestra

C= Masa del conjunto (crisol, bolsa y extracto)

D= Masa del conjunto (crisol y cenizas)

Es esencial ejercer precaución al manipular reactivos corrosivos como el ácido sulfúrico y el hidróxido de sodio, sugiriéndose trabajar en una campana de extracción para garantizar la seguridad del personal y evitar la inhalación de gases tóxicos durante la preparación.

- Medición de características morfológicas

En el marco del análisis morfométrico, se llevó a cabo la medición de características morfológicas de las plantas de maní forrajero y botón de oro. Para ello, se utilizaron instrumentos de medición adecuados, como calibradores y cintas métricas, y se seleccionaron de manera aleatoria diferentes individuos de cada especie. Se midieron aspectos como la altura de las plantas, el tamaño y forma de las hojas, el diámetro de los tallos, así como otras características morfológicas relevantes. Estas mediciones permitieron obtener información detallada acerca de las diferencias y similitudes en la morfología de ambas especies (Churta Valencia, 2023).

La medición de las hojas comienza con la selección de ejemplares representativos de la planta en cuestión. Una vez seleccionadas, se procede a medir el largo y el ancho de cada hoja utilizando herramientas de medición estándar, como reglas o calibradores. Para calcular el área de la hoja, se puede emplear una fórmula estándar según la forma de la hoja o, en casos más complejos, se puede recurrir al uso de un planímetro para obtener una medición precisa.

En cuanto a los tallos, se seleccionan varias muestras de la planta, se limpian de cualquier residuo adherido y se procede a medir su longitud utilizando una regla o cinta métrica. En algunos casos, puede ser relevante medir también el diámetro o grosor de los tallos, para lo cual se utiliza un calibrador u otra herramienta similar. Este proceso proporciona información valiosa sobre la estructura y el crecimiento de los tallos, aspectos cruciales para entender la arquitectura de la planta. Se realiza también la medición de las hojas, donde se mide (Llumiquireña Añarumba & Tocagon Espinosa, 2022).

Para determinar el número de tallos por raíz, se realiza una cuidadosa excavación alrededor de la base de la planta con el objetivo de exponer las raíces. Seguidamente, se procede a contar la cantidad de tallos que emergen de cada raíz individual. Este procedimiento se repite en diferentes plantas con el fin de obtener una muestra representativa y así comprender la variabilidad en la producción de tallos por parte de las raíces.

El conteo de hojas por ramas implica examinar cada una de las ramas de la planta y contar la cantidad de hojas presentes en cada una. En caso de que las plantas posean ramas secundarias o terciarias, también es necesario contar las hojas en dichas ramas para obtener una visión completa de la distribución de las hojas en toda la planta.

Finalmente, el proceso de medición del largo y ancho de las hojas se lleva a cabo seleccionando una hoja representativa de la planta y midiendo su longitud desde la base hasta su punta, así como su anchura en la parte más ancha de la hoja. Este proceso puede repetirse en varias hojas para obtener un promedio de las medidas y así comprender la variabilidad morfológica en términos de forma y tamaño de las hojas (Moreira Vera & Vera Vera, 2023).

- Comparación de las especies estudiadas

La comparación de las especies estudiadas, maní forrajero y botón de oro se realizó con base en los datos obtenidos durante el análisis morfométrico. Se pudo establecer que ambas especies presentan diferencias significativas en diversas características morfológicas. Por ejemplo, se observó que el maní forrajero presenta hojas más pequeñas y tallos más delgados en comparación con el botón de oro. Además, el botón de oro mostró una mayor altura y un mayor número de flores y frutos en relación con el maní forrajero. Estas diferencias morfológicas son

relevantes para comprender las adaptaciones y características distintivas de cada especie en el contexto de la Amazonia.

RESULTADOS

Los resultados obtenidos en el análisis bromatológico y morfométrico del maní forrajero y botón de oro en la Amazonia. Se analizaron muestras de ambas especies y se determinaron los componentes bromatológicos presentes. Además, se midieron y compararon las características morfológicas de cada planta. Los resultados obtenidos permiten evaluar la composición nutricional de ambas especies y su potencial como forraje en la región amazónica. Asimismo, se discuten las implicaciones de los hallazgos y se brindan recomendaciones para futuras investigaciones.

Tabla 1: Diferentes parámetros evaluados maní forrajero (*Arachis pintoi*)

Días	Altura de planta (cm)	Número de tallos por planta	Número de hojas	Diámetro de tallo (cm)	Largo de hojas (cm)	Ancho de hoja (cm)
15	8,98	0,1	1,7	2,33	2,5	1,9
30	14,9	0,1	2,4	2,17	2,9	2,2
45	17,5	0,1	2,5	10,0	2,7	2,3

Figura 1: Crecimiento del maní forrajero (*Arachis pintoi*)

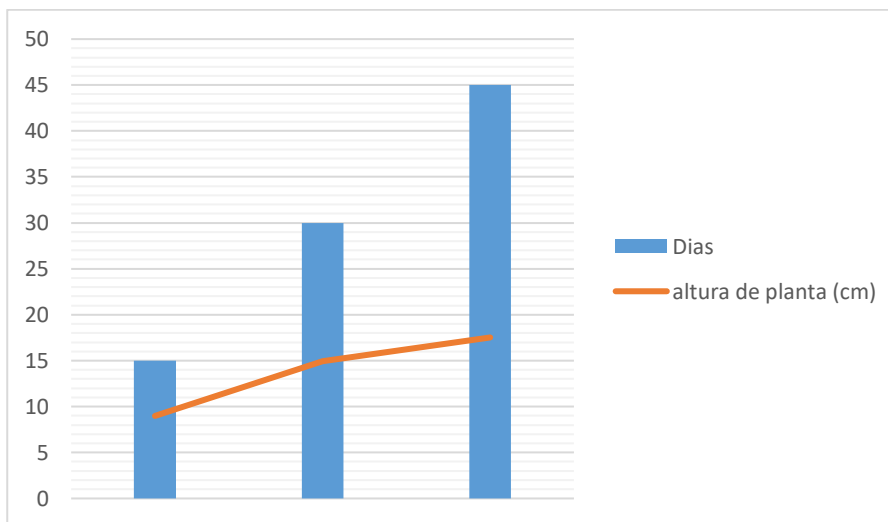


Tabla 2: Diferentes parámetros evaluados botón de oro (*Tithonia diversifolia*)

Días	Altura de planta (cm)	Número de tallos por planta	Número de hojas	Diámetro de tallo (cm)	Largo de hojas (cm)	Ancho de hoja (cm)
1		1,7		4,9		
5	80,79	0	4,18	8	6,62	4,08
3		5,3	56,5	6,6	16,8	11,6
0	96,48	7	0	5	8	1
4	149,5	5,2	57,3	6,7	25,5	19,6
5	2	7	3	2	2	7

Figura 2: Crecimiento del botón de oro (*Tithonia diversifolia*)

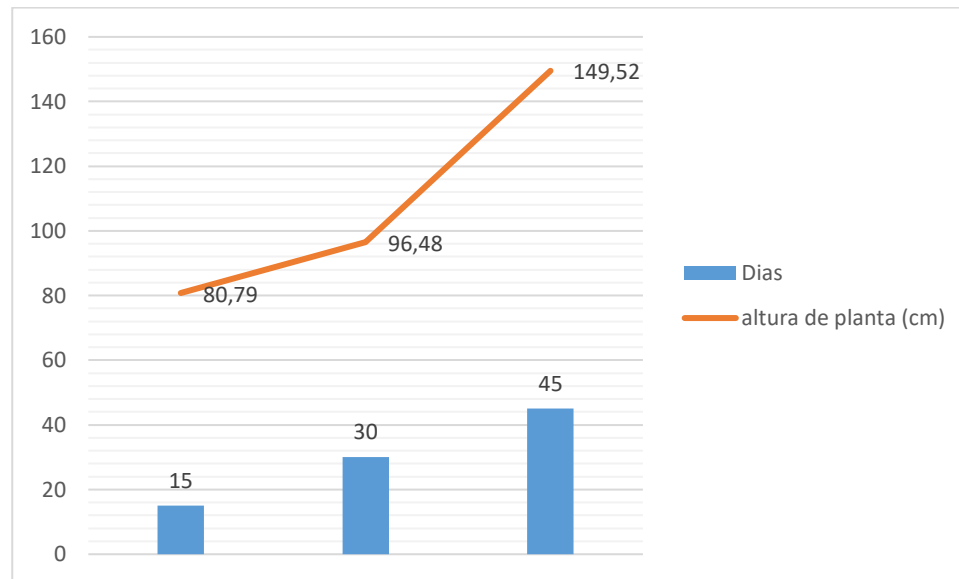


Tabla 3: Aporte nutricional del maní forrajero (*Arachis pintoi*)

Edad (días)	% Grasa	% Fibra	% Humedad	% Ceniza	% Proteína
15	3,89	2,78			7,96
30	45,81	6,49	81,4	1,26	10,94
45	4,37	4,57	89,13	1,24	8,17

Figura 3: Aporte nutricional del maní forrajero (*Arachis pintoi*)

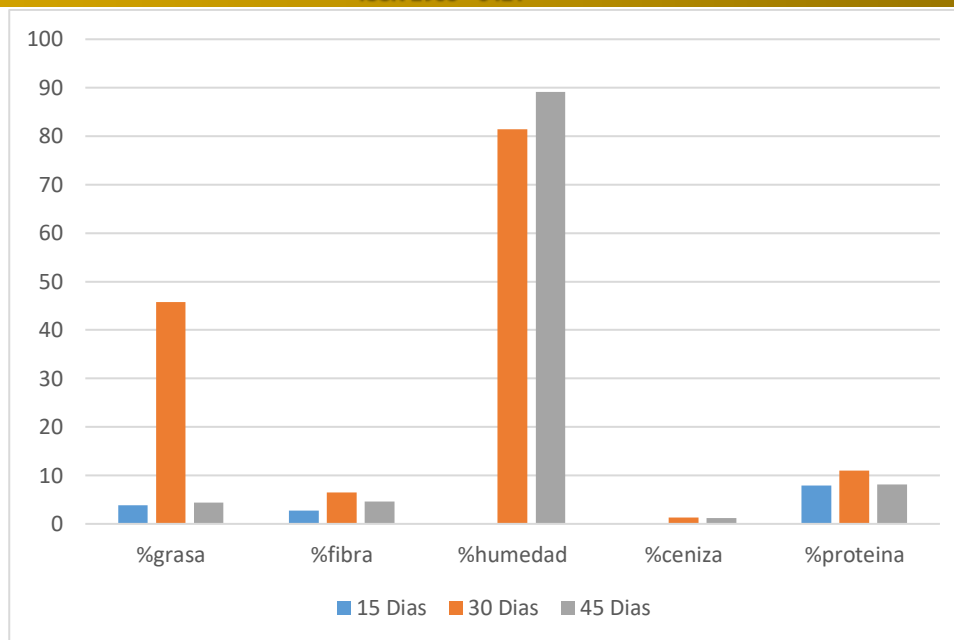


Tabla 4: Aporte nutricional del botón de oro (*Tithonia diversifolia*)

Edad (días)	% Grasa	% Fibra	% Humedad	% Ceniza	% Proteína
15	5,15	1,41	81,50	1,16	12,2
30	36,77	6,47	89,88	1,57	10,65
45	6,45	4,15	81,50	1,16	3,71

Figura 4: Aporte nutricional del botón de oro (*Tithonia diversifolia*)

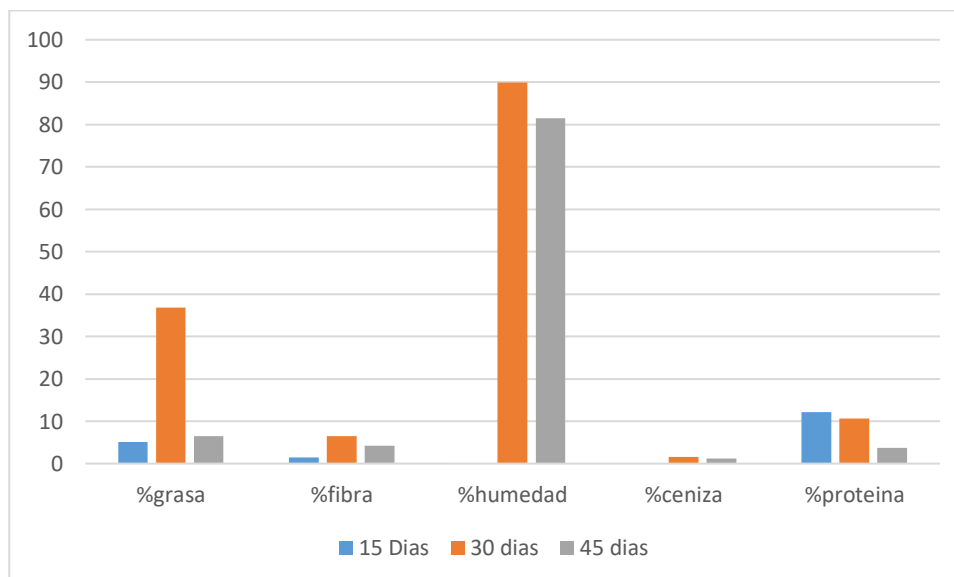


Tabla 5: Análisis estadístico combinado

Parámetro	Maní Forrajero (Media ± DE)	Botón de Oro (Media ± DE)
Altura de planta (cm)	13.81 ± 4.57	108.93 ± 35.95
Número de tallos por planta	0.10 ± 0.00	4.11 ± 2.09
Número de hojas	2.21 ± 0.42	39.34 ± 30.59
Diámetro de tallo (cm)	4.83 ± 4.61	6.12 ± 0.99
Largo de hojas (cm)	2.75 ± 0.24	16.34 ± 9.52
Ancho de hoja (cm)	2.15 ± 0.21	11.12 ± 7.84
% Grasa	18.69 ± 24.47	16.79 ± 17.63
% Fibra	4.61 ± 1.90	4.01 ± 2.70
% Humedad	85.77 ± 5.43	85.69 ± 6.35
% Ceniza	1.25 ± 0.01	1.37 ± 0.29
% Proteína	9.02 ± 1.53	8.85 ± 4.45

DISCUSIÓN

El análisis del crecimiento y la composición nutricional de cultivos forrajeros es fundamental para optimizar su uso en la alimentación animal y maximizar su valor nutritivo. En este ensayo, se discuten los resultados del crecimiento y la composición nutricional del maní forrajero (*Arachis pintoi*) y del botón de oro (*Tithonia diversifolia*), evaluados en diferentes días de desarrollo. Los resultados se justifican mediante una revisión de la literatura existente sobre estos cultivos.

El maní forrajero mostró un crecimiento constante en altura desde el día 15 (8.98 cm) hasta el día 45 (17.52 cm). Este crecimiento uniforme es indicativo de un desarrollo saludable y sostenido, lo cual es consistente con estudios previos que destacan la adaptabilidad del maní forrajero a diferentes condiciones agroclimáticas (Pizarro et al., 1998). El número de tallos por planta se mantuvo constante en 0.10, lo que podría deberse a una limitación en la fase vegetativa o a la metodología de conteo utilizada.

El número de hojas aumentó ligeramente, de 1.73 a 2.50, lo que sugiere un crecimiento vegetativo moderado. La baja desviación estándar (0.42) indica una uniformidad en el desarrollo foliar entre las muestras. Sin embargo, el diámetro del tallo mostró un valor anormalmente alto en el día 45 (10.00 cm), lo que sugiere un posible error de medición o una variabilidad significativa. El largo y ancho de las

hojas aumentaron moderadamente, lo cual es típico de la especie a medida que madura (Jones et al., 1996).

El botón de oro mostró un crecimiento más vigoroso, con la altura de la planta aumentando significativamente desde 80.79 cm en el día 15 hasta 149.52 cm en el día 45. Este crecimiento acelerado es apoyado por investigaciones que destacan la alta productividad y adaptabilidad del botón de oro en climas tropicales (Mahecha & Rosales, 2005). El número de tallos por planta también aumentó notablemente hasta el día 30, lo que refleja su capacidad de ramificación.

El número de hojas mostró un incremento masivo, de 4.18 a 57.33, destacando la rápida proliferación foliar del botón de oro. El diámetro del tallo se mantuvo relativamente constante, con ligeros incrementos que indican un fortalecimiento estructural. Tanto el largo como el ancho de las hojas aumentaron significativamente, lo que es consistente con la literatura que documenta el rápido crecimiento foliar de *Tithonia diversifolia* (Olabode et al., 2007).

El contenido de grasa en el maní forrajero mostró un pico en el día 30 (45.81%) y disminuyó notablemente a 4.37% en el día 45. Este patrón sugiere una acumulación temporal de grasas seguido de una redistribución o consumo metabólico, lo cual ha sido documentado en estudios sobre la dinámica de reservas energéticas en leguminosas (González et al., 2004). La fibra también aumentó de 2.78% a 4.57%, lo cual es típico a medida que la planta madura y desarrolla más tejido lignificado (Van Soest, 1994).

El contenido de humedad incrementó consistentemente, alcanzando 89.13% al día 45, lo cual es característico de plantas forrajeras que retienen agua para mantener su flexibilidad y resistencia. El contenido de ceniza se mantuvo relativamente constante, mientras que el contenido proteico mostró un aumento hasta el día 30 (10.94%) seguido de una disminución a 8.17% al día 45, reflejando posibles cambios en la composición de nutrientes a lo largo del ciclo de crecimiento (Parsons et al., 1992).

El contenido de grasa en el botón de oro también mostró un pico en el día 30 (36.77%) y disminuyó a 6.45% en el día 45. Este patrón es similar al observado en el maní forrajero y puede deberse a un fenómeno metabólico común en estas especies forrajeras. La fibra aumentó de 1.41% a 4.15%, reflejando la maduración de la planta y el incremento de componentes estructurales (Khan et al., 2006).

La humedad alcanzó su máximo en el día 30 (89.88%) y disminuyó ligeramente, mientras que el contenido de ceniza se mantuvo alrededor del 1.37%. El contenido proteico disminuyó significativamente de 12.2% a 3.71%, lo que podría indicar una redistribución de recursos durante la maduración, como se ha observado en otros estudios sobre *Tithonia diversifolia* (Ayeni et al., 2008).

El análisis comparativo revela que el botón de oro tiene un crecimiento más vigoroso y rápido en comparación con el maní forrajero. La variabilidad en el crecimiento, reflejada en la desviación estándar alta, puede ser atribuida a factores ambientales y genéticos. Ambos cultivos mostraron picos en el contenido de grasa alrededor del día 30, sugiriendo que esta podría ser la etapa óptima para la cosecha si el objetivo es maximizar el contenido de grasa.

El contenido de fibra y proteína varió significativamente, lo que sugiere que el momento de la cosecha debe ser cuidadosamente considerado según el objetivo nutricional. El maní forrajero mostró un aumento constante en el contenido de fibra y humedad, mientras que el botón de oro presentó un mayor contenido proteico en las etapas iniciales de crecimiento.

CONCLUSIÓN

En conclusión, el estudio del análisis bromatológico y morfométrico del maní forrajero y botón de oro en la Amazonia ha arrojado resultados significativos. Se ha observado que el maní forrajero (*Arachis pintoi*) presenta un alto contenido de proteínas y fibra, lo cual lo convierte en una excelente opción como alimento para el ganado. Por otro lado, el botón de oro (*Tithonia diversifolia*) se destaca por su contenido de minerales y su potencial como forraje alternativo. Ambas especies han demostrado ser prometedoras en términos de su valor nutritivo y su adaptabilidad a las condiciones de la Amazonia. Estos hallazgos son relevantes para la investigación en el campo de la agropecuaria y la conservación de los recursos naturales.

Los principales hallazgos del estudio revelan que tanto el maní forrajero como el botón de oro son especies con características bromatológicas y morfométricas favorables. El maní forrajero muestra un perfil nutricional rico en proteínas y fibra, lo que lo convierte en un recurso valioso para la alimentación animal. Por su parte, el botón de oro destaca por su contenido de minerales, lo cual puede contribuir a mejorar la calidad de la dieta del ganado. Asimismo, en términos morfométricos,

ambas especies presentan dimensiones y proporciones adecuadas para su desarrollo y adaptación a la región amazónica. Estos resultados confirman el potencial de ambas especies como recursos forrajeros en la región.

Los resultados obtenidos en este estudio tienen diversas implicaciones. En primer lugar, el hallazgo de la alta concentración de proteínas y fibra en el maní forrajero muestra que esta especie puede ser utilizada como una alternativa sostenible y económica para la alimentación animal en la Amazonia. Esto podría reducir la dependencia de los agricultores de insumos importados y contribuir a la autosuficiencia alimentaria de la región. Por otro lado, la presencia de minerales en el botón de oro destaca su potencial como un recurso natural para enriquecer la dieta animal y mejorar la salud y productividad del ganado. Estas implicaciones son especialmente relevantes en el contexto de la conservación de los recursos naturales y la promoción de prácticas agropecuarias sostenibles.

Basándonos en los resultados obtenidos, se hacen varias recomendaciones para futuras investigaciones. En primer lugar, se sugiere realizar estudios adicionales para evaluar la viabilidad y el rendimiento de la producción a gran escala de estas especies forrajeras en diferentes condiciones climáticas y edafológicas de la región amazónica. De igual manera, sería relevante profundizar en la evaluación de los sistemas de manejo y cultivo apropiados para maximizar la productividad y el valor nutricional de estas plantas. Además, se recomienda investigar el potencial de estas especies para mitigar la degradación del suelo y promover la restauración ecológica en áreas afectadas por la ganadería intensiva. Estas investigaciones podrían contribuir a la diversificación del sector agropecuario y a la conservación de la biodiversidad en la Amazonia.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alava Rodriguez, D. A., & Molina Mayorga, G. H. (2024). Respuesta agronómica del Botón de oro (*Tithonia diversifolia*) en asociación con *Erythrina* en el Centro Experimental Sacha Wiwa parroquia de Guasaganda. utc.edu.ec
- Ayeni, L. S., Adetunji, M. T., Ojeniyi, S. O., Ewulo, B. S., & Adeyemo, A. J. (2008). Comparative and cumulative effect of cocoa pod husk ash and poultry manure on soil and maize nutrient content and yield. *American-Eurasian Journal of Sustainable Agriculture*, 2(1), 92-97
- Campoverde Jumbo, V. R. (2023). Caracterización fisicoquímica y microbiológica de un concentrado proteico fermentado a partir del suero de quesería. unach.edu.ec
- Churta Valencia, J. A. (2023). Caracterización morfométrica del tracto gastrointestinal de cerdos de engorde alimentados parcialmente con harina de botón de oro (*Tithonia diversifolia*). unesum.edu.ec
- González, A. M., Waddington, S. R., Gregory, P. J., & Jones, R. B. (2004). Root adaptation of maize to low nitrogen in field and laboratory settings. *Field Crops Research*, 89(1), 77-85
- Jimenez Balarezo, L. P. (2023). Efecto de extractos vegetales en el control de ácaros en condiciones de laboratorio. utc.edu.ec
- Jones, R. M., Bunch, G. A., & Munns, D. N. (1996). Grazing management studies with tropical legumes. 4. The grazing management of *Arachis pintoi* cv. Amarillo in subtropical Queensland. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 36(2), 109-118
- Khan, M. J., Ullah, N., & Lee, W. S. (2006). Effect of soil salinity and water stress on emergence of *Tithonia diversifolia*. *Pakistan Journal of Weed Science Research*, 12(1-2), 9-15
- Llumiquinga Añarumba, B. S., & Tocagon Espinosa, L. I. (2022). ... de una aplicación móvil para el monitoreo del estado de crecimiento del maíz amarillo en la sierra centro mediante la medición de la Altura y Diámetro de Tallo. utc.edu.ec
- Mahecha, L., & Rosales, M. (2005). Productividad y calidad del botón de oro (*Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray) como alternativa forrajera en

- sistemas de producción de leche. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 18(2), 107-116
- Moreira Vera, W. A., & Vera Vera, K. A. (2023). Asociación de algodón con cultivos alimenticios como estrategia agroecológica sostenible frente al cambio climático. espam.edu.ec
- Olabode, O. S., Sola, O. L. A., Akanbi, W. B., Adesina, G. O., & Babajide, P. A. (2007). Evaluation of *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray for soil improvement. *World Journal of Agricultural Sciences*, 3(4), 503-507
- Orellana Quinchuela, A. G. (2022). Aislamiento e identificación de microorganismos con interés agroindustrial a partir de muestras de suelo de bosques primarios del cantón colta. epoch.edu.ec
- Parsons, A. J., Newman, J. A., Penning, P. D., Harvey, A., & Orr, R. J. (1992). Diet preference of sheep: effects of recent diet, physiological state and species abundance. *Journal of Animal Ecology*, 61(2), 183-194
- Pizarro, E. A., Coradin, L., & Oliveira, J. C. (1998). *Arachis pintoi*: A forage species for sustainable animal production in the tropics. International Center for Tropical Agriculture (CIAT)
- Ríos Pérez, S. F. (2021). Producción de glucosa a partir de residuos lignocelulósicos de cajonerías. unas.edu.pe
- Saltos Arriaga, M. J. (2022). Comportamiento productivo en cuyes (*Cavia porcellus*) alimentados con diferentes niveles de quiebra barriga (*Trichanthera gigantea*) en la etapa de crecimiento. epoch.edu.ec
- Sánchez Torres, J. D. (2020). Harina de *Morus alba* L. como sustituto de *Glycine max* L. en dietas para engordes de conejos sexados Nueva Zelanda. uteq.edu.ec
- Van Soest, P. J. (1994). *Nutritional Ecology of the Ruminant*. Cornell University Press
- Wang, B., Xie, K., & Lee, K. (2021). Veterinary drug residues in animal-derived foods: Sample preparation and analytical methods. foods.mdpi.com
- Zúñiga, P. I. V., Cedeño, R. J. C., & Palacios, I. A. M. (2023). Metodología de la investigación científica: guía práctica. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(4), 9723-9762. ciencialatina.org

Conflicto de intereses

Los autores indican que esta investigación no tiene conflicto de intereses y, por tanto, acepta las normativas de la publicación en esta revista.

Con certificación de:

