UEA Agropecuaria
PrePrint UEA

Sección Agropecuaria
Vol. AGP2324. ep08–182

| Recibido: 15/03/2024 |
| Aceptado: 17/04/2024 |
| Publicado: 28/10/2026 |

Análisis bromatológico de maní forrajero (Arachis pintoi) y botón de oro (Tithonia diversifolia) en la Amazonia

Bromatological analysis of forage peanut (Arachis pintoi) and mexican sunflower (Tithonia diversifolia) in the Amazon region

Liliana Abigail Quevedo Martínez[1], Johanna Michelle Mariño Neira[1] Hernán Alberto Uvidia Cabadiana[1]

https://doi.org/10.59410/PREPRINT-UEA-vAGP2324ep08-182 Crossref

Resumen

El análisis bromatológico de maní forrajero y botón de oro en la Amazonia revela datos significativos sobre la composición nutricional y morfología de estas especies vegetales. Se emplearon métodos precisos, que incluyen la digestión, destilación y titulación de muestras, garantizando la exactitud de los resultados. Se destacan diferencias morfológicas en ambas plantas, como hojas más pequeñas y tallos delgados en el maní forrajero en comparación con el botón de oro, que presenta mayor altura y número de hojas. Los resultados del análisis bromatológico muestran que el maní forrajero y el botón de oro poseen diferentes porcentajes de componentes como proteínas, grasas, fibra, humedad y cenizas. Estas cualidades son relevantes para evaluar el potencial nutricional de estas especies como forraje en la región amazónica. Además, se resalta la importancia de comprender las adaptaciones y características distintivas de cada planta en este ecosistema. Este estudio proporciona información valiosa para futuras investigaciones sobre el uso sostenible de recursos vegetales en la Amazonia, tanto para la alimentación animal como para la restauración de suelos. Además, busca contribuir al conocimiento científico sobre la calidad nutricional de plantas forrajeras específicas en la zona de estudio con implicaciones prácticas para la gestión agrícola y pecuaria igualmente la mejora de la producción local y regional en esta importante región ecológica.

Palabras clave

bromatología, maní forrajero, botón de oro, Amazonia, composición nutricional.

Abstract

Bromatological analysis of forage peanuts and buttercups in Amazonia reveals significant data on the nutritional composition and morphology of these plant species. Precise methods, were employed, including digestion, distillation and titration of samples, ensuring the accuracy of the results. Morphological differences between plants are highlighted, such as smaller leaves and thinner stems in the fodder peanut compared to the buttercup, which presents greater height and number of flowers. The results of the bromatological analysis show that forage peanut and buttercup have different percentages of components such as protein, fat, fiber, moisture, and ash. These findings are relevant to evaluate the nutritional potential of these species as forage in the Amazon region. In addition, it highlights the importance of understanding the adaptations and distinctive characteristics of each plant in this ecosystem. This study provides valuable information for future research on the sustainable use of plant resources in the Amazon, both for animal feed and soil restoration. In addition, it seeks to contribute to scientific knowledge on the nutritional quality of specific forage plants in Amazonia, with practical implications for sustainable agricultural management and improved livestock production in this important ecological region.

Keywords

bromatology, fodder peanut, botón de oro, Amazonia, nutritional composition.

Direcciones

[1]Universidad Estatal Amazónica. Pastaza, Ecuador. Email: la.quevedom@uea.edu.ec, jm.marinon@uea.edu.ec, huvidia@uea.edu.ec

Autor para la correspondencia

Liliana Abigail Quevedo Martínez. Universidad Estatal Amazónica. Pastaza, Ecuador. Email: la.quevedom@uea.edu.ec

Cómo citar

QUEVEDO MARTÍNEZ, Liliana Abigail, MARIÑO NEIRA, Johanna Michelle and UVIDIA CABADIANA, Hernán Alberto 2026. Análisis bromatológico de maní forrajero (Arachis pintoi) y botón de oro (Tithonia diversifolia) en la Amazonia . PrePrint UEA. Vol. AGP2324. p. ep08–182. https://doi.org/10.59410/PREPRINT-UEA-vAGP2324ep08-182

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

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), tienen un potencial significativo en diferentes áreas, como la alimentación animal y la restauración de suelos (Álava 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 significativos 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 en sistemas de

producción pecuarios. 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 capitulo y 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 medición de la planta con análisis químicos de composición nutricional, buscamos profundizar el estudio y potencialidades de estas especies vegetales y su contribución a la seguridad alimentaria y a 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 (Alemán-Pérez et al.2020).

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. Mismas que 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 (Álava Rodríguez & Molina Mayorga, 2024).

2. Metodología

El Centro Experimental de Investigación y Producción Amazónica (CEIPA), perteneciente a la Universidad Estatal Amazónica (UEA), es el hogar de las plantas estudiadas. Se encuentra entre Puyo y Napo 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, para realizar los análisis bromatológicos se ocupó el laboratorio de química que se encuentra en la Universidad Estatal Amazónica (Tabla 1 y 2).

Tabla 1 | Tipos de suelos del Centro de Investigaciones de la Universidad Estatal Amazónica. Adaptada de (INIAP, 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

Tabla 2 | Principales factores climáticos en el CEIPA. Adaptada 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

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. Estos análisis nos proporcionaron 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 (Arachis pintoi) y el botón de oro (Tithonia diversifolia). Para ello, se tomaron diferentes mediciones de ambas especies, tales como altura, longitud y ancho de las hojas, así como también el diámetro del tallo, para medir cada una de las variables utilizamos con una cinta métrica, con el fin de tomar la altura de la planta colocamos la cinta en el crecimiento del tallo hasta su última hoja, en la medición de la longitud y ancho de las hojas tomamos una de las hojas de la planta al azar y la medimos desde donde la hoja se une con el tallo hasta la parte puntiaguda que sería el extremo de la hoja y para medir el ancho de la hoja se coloca la cinta métrica de forma horizontal de un lado al otro y por último con la finalidad de medir el diámetro del tallo se coloca la cinta métrica alrededor del mismo para poder obtener un valor preciso. Estas mediciones permitieron obtener datos precisos sobre la morfología de las plantas y establecer comparaciones entre las especies estudiadas (Álava Rodríguez & Molina Mayorga, 2024).

2.1.1. 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 al azar en diferentes etapas de crecimiento, asegurando la diversidad necesaria para obtener una muestra representativa. Las muestras fueron recolectadas cuidadosamente utilizando un machete, evitando contaminaciones las muestras fueron colocadas en fundas ziploc, y se registraron todos los detalles relevantes, como la ubicación geográfica, la fecha y las condiciones ambientales durante la recolección (Zúñiga et al.2023).

2.1.2. Determinación de los componentes bromatológicos

La determinación de los componentes bromatológicos en el maní forrajero y el botón de oro se realizó mediante 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).

2.2. Determinación de grasas

El procedimiento comienza con la preparación de los cartuchos, se mide aproximadamente 10 × 15 cm del papel filtro corrugado y se doblan en forma de un paquete en donde colocaremos la muestra posteriormente, para realizar el pesaje de la muestra que vamos a utilizar, se pesa con precisión en la balanza analítica 2 g de la muestra seca con la ayuda de una espátula, se coloca la muestra pesada en el cartucho de papel filtro corrugado previamente doblado en forma de paquetito.

Con la ayuda de la pinza pesamos el balón de base redonda o plana de cuello esmerilado se anota el peso del balón, colocamos el paquete de la muestra dentro del Soxhlet, ponemos en el balón 110 ml de éter de petróleo y adaptarlo el equipo de Soxhlet. Armamos con el refrigerante que ya debe tener acoplada las mangueras para entrada y salida de agua, cuando el equipo esté armado, abrir la llave para que haya constante ingreso y salida de agua al extractor, encender el equipo en escala de temperatura de 6,5, mantener constante el volumen de éter y efectuar la extracción a reflujo por 2–4 horas dependiendo el contenido de grasa de la muestra.

Una vez terminada la extracción, desacoplar el equipo con mucho cuidado usando guantes, y proceda a retirar el paquete de muestra con una pinza y colocar en la estufa por 3–5 minutos (esta muestra sirve para determinar el contenido de Fibra). Destilar el solvente en el mismo equipo y colocar el balón y su contenido en la estufa a 100–110 °C por media hora, enfriar en el desecador por una media hora aprox. y pesar.

Para llevar a cabo este análisis 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 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 grasa. 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).

Grasa=

$$\frac{\text{Peso del balon con la grasa extraida} - \text{Peso del balon}}{\text{Pero de la muestrasingrasa}} \times 100 \quad (1)$$

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. (Campoverde Jumbo, 2023).

2.3. Determinación de humedad

Se introducen en la estufa dos o tres cápsulas de porcelana limpias (dependiendo si se hará el análisis por duplicado o triplicado) durante unos 15 min. A continuación, se extraen y se enfrían en desecador durante otros 15 min y se pesan en la balanza analítica.

En el procedimiento y secado de la muestra procedemos a pesar el recipiente vacío (cápsula o caja petri) en la balanza Analítica, anotamos el peso luego enceramos. Procedemos a pesar sobre el recipiente 2 g de muestra seca y molida en la cápsula o caja petri previamente secado y pesado, (Anotar). Colocar el recipiente y su contenido en la estufa a 100–105 °C por 2 horas.

Pesado de muestra seca: Transcurrido ese tiempo se extraen las cápsulas o cajas petri de la estufa y se dejan en desecador unos 15 min hasta que se enfríen. Se pesan las cápsulas posteriormente se introducen nuevamente en la estufa, repitiendo el proceso cuantas veces sea necesario hasta alcanzar peso constante.

El porcentaje de humedad en la muestra se calcula por diferencia de masas.

% Humedad=

$$\frac{\text{Peso de la muestra} - \text{peso de la muestra seca}}{\text{Peso de la muestra}} \times 100 \quad (2)$$

2.4. Determinación de ceniza

Se introducen en la estufa dos o tres crisoles de porcelana limpios (dependiendo si se hará el análisis por duplicado o triplicado) durante unos 15 min. A continuación, se extraen y se enfrían en desecador durante otros 15 min. Finalmente se pesan en la balanza analítica. Para el pesado de la muestra fresca pesamos el crisol vacío en la balanza analítica (anotamos y enceramos). posteriormente, pesamos sobre el recipiente 2 g de muestra seca y molida en el crisol previamente secado y pesado (anotar). El equipo debe estar ya calibrado y listo a esa temperatura de trabajo.

Los crisoles con la muestra se colocan en el calentador eléctrico y se pre calcinan por media hora o hasta que la muestra este bien ennegrecida. Una vez que esté lista la muestra, con mucho cuidado y con ayuda de guantes y pinzas se introducen los crisoles y su contenido en la mufla de manera diagonal para evitar quemarse. Esta muestra se calcina a 550–600 °C por 2 horas.

Pesado de muestra calcinada: se retiran los crisoles de la mufla con ayuda de una pinza y guantes para calor. Al abrir la puerta de la mufla, el operador debe estar en posición diagonal a la misma, para evitar quemarse el rostro con los vapores calientes que emanan del equipo. Debe evitar colocar los crisoles en los mesones, ya que se manchan, hay que poner directamente en el desecador con ayuda de la pinza, con mucho cuidado. Transcurrido ese tiempo se extraen los crisoles y se dejan en desecador por 1 hora hasta que se enfríen. Luego, se pesan los crisoles y se introducen nuevamente en la mufla repitiendo el proceso cuantas veces sea necesario hasta alcanzar peso constante.

El porcentaje de ceniza en la muestra se calcula por diferencia de masas

$$\%C = \frac{m2 - m}{m1 - m} \times 100 \tag{3}$$

2.5. Determinación de proteína

El procedimiento detallado descrito en el manual de prácticas del laboratorio de Química se empieza con el pesaje de las muestras en donde deberíamos pesar 0,200 g aproximadamente de muestra previamente molida en papel graso y colocar en el tubo de digestión en forma de paquete de tal forma no se adhiere al tubo la muestra, adicionamos la pastilla 1.1 g Kjeldahl y añadimos 3 ml de ácido sulfúrico concentrado, colocamos los tubos en el digestor el cual debe estar a 370–400°C, abrir la llave de extracción de gases al vacío y esperamos que realice la digestión por 2 horas.

Retirar los tubos del digestor, dejar enfriar evitando que se endurezca, si eso ocurre caliente los tubos en baño María, colocamos 100 ml de agua destilada y agitar suavemente y dejar enfriar. Para la etapa de destilación en una Fiola de 250 ml agregamos 10 ml de ácido Bórico al 2% y 3 gotas de indicador Tashiro y colocamos en el aparato Destilador de tal forma que el tubo de condensado quede sumergido en dicha solución, se añadió 10 ml de hidróxido de sodio al 10 N al tubo de digestión y colocar en el equipo destilador, dejamos destilar por 10–15 minutos hasta que se haya recogido aproximadamente 50– 100 ml en la folia.

En el paso final llegamos a la etapa de la titulación en donde colocamos ácido sulfúrico 0,2 N hasta cambio de color de verde a púrpura, esto nos indica el punto final y por último anotamos el consumo y se realizan los cálculos.

Además, este método es similar al de Cando (2022), se utiliza 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=

$$\frac{\text{ml titulante} \cdot \text{Normalidad del acido} \cdot \text{Factor } 6.25 \cdot 100}{\text{Peso de la muestra en gramos}} \tag{4}$$

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. Cando (2022)

2.6. 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. Alba (2024)

$$\%Fibrabruta = \frac{C - A - D}{B} \times 100 \tag{5}$$

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. Alba (2024)

2.7. 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 (Llumiquinga 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).

2.8. 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 al maní forrajero. Estas diferencias morfológicas son relevantes para comprender las adaptaciones y características distintivas de cada especie en el contexto de la Amazonia.

3. Resultados y discusión

3.1. Resultados

En esta sección se presentan los resultados y la discusión 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 3-6) (Figura 1-4)**.

Tabla 3 | Diferentes parámetros evaluados maní forrajero (Arachis pintoi)

Días	Altura de planta (cm)	# de tallos por planta	# de hojas	diámetro de tallo (cm)	largo de hojas (cm)	ancho de hoja (cm)
15	8,98	2,33	1,73	0,10	2,51	1,90
30	14,93	2,17	2,40	0,10	2,99	2,23
45	17,52	2,25	2,50	0,10	2,76	2,32

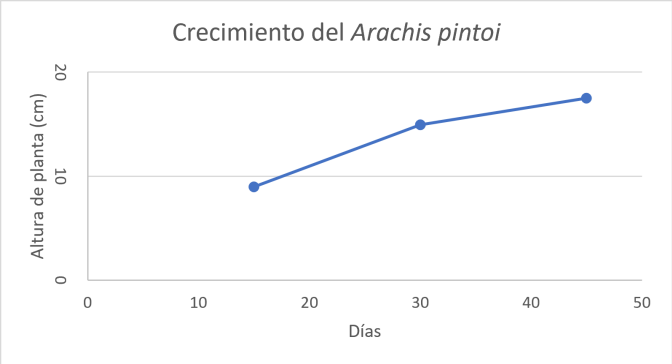


Figura 1 | Dinámica del crecimiento del maní forrajero (Arachis pintoi)

Tabla 4 | Diferentes parámetros evaluados en el botón de oro (Tithonia diversifolia).

Días	Altura de planta (cm)	# de tallos por planta	# de hojas	diámetro de tallo (cm)	largo de hojas (cm)	ancho de hoja (cm)
15	80,79	1,70	4,18	4,98	6,62	4,08
30	96,48	5,37	56,50	6,65	16,88	11,61
45	149,52	5,27	57,33	6,72	25,52	19,67

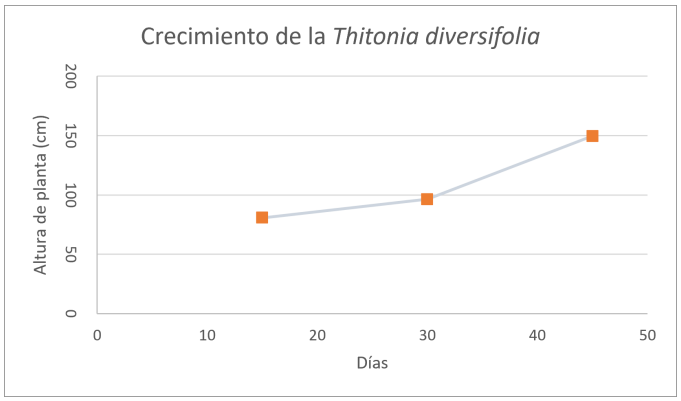


Figura 2 | Dinámica del crecimiento del botón de oro (Tithonia diversifolia)

Tabla 5 | Aporte nutricional del maní forrajero (Arachis pintoi), a diferentes edades (15,30 y 45 días) bajo las condiciones de la Amazonía Ecuatoriana

Edad (días)	%Grasa	%Fibra	%Humedad	%Ceniza	%Proteína
15	3,89	2,78	40,7	0,63	7,96
30	45,81	6,49	81,4	1,26	10,94
45	4,37	4,57	89,13	1,24	8,17

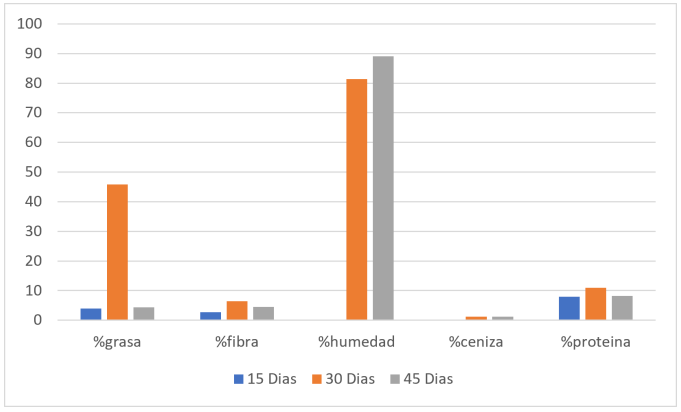


Figura 3 | Aporte nutricional del maní forrajero (Arachis pintoi)

Tabla 6 | Aporte nutricional del botón de oro (Tithonia diversifolia), a diferentes edades (15,30 y 45 días), bajo las condiciones de la Amazonía Ecuatoriana.

Edad (días)	%Grasa	%Fibra	%Humedad	%Ceniza	%Proteína
15	5,15	1,41	44,94	0,78	12,2
30	36,77	6,47	89,88	1,57	10,65
45	6,45	4,15	81,50	1,16	3,71

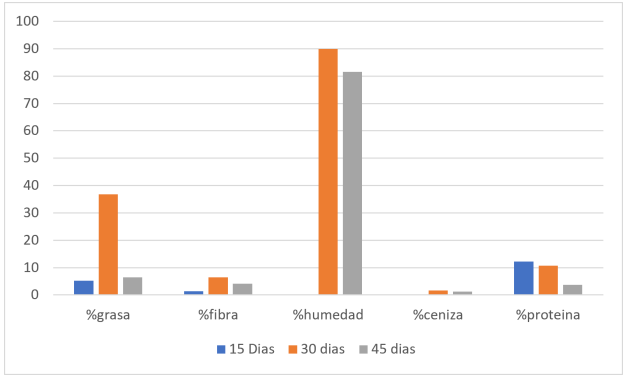


Figura 4 | Aporte nutricional del botón de oro (Tithonia diversifolia)

3.2. Discusión

La Tabla 3 presenta los diferentes parámetros evaluados en el maní forrajero (Arachis pintoi) a las edades de 15, 30 y 45 días. Se observa que la altura de la planta, el número de tallos por planta, el número de hojas, el diámetro del tallo, el largo de las hojas y el ancho de la hoja varían a lo largo del tiempo de crecimiento de la planta. Por ejemplo, la altura de la planta aumenta significativamente de 8,98 cm a los 15 días a 17,52 cm a los 45 días. Además, se puede notar que el número de hojas y el diámetro del tallo también aumentan con el tiempo, lo que indica un crecimiento saludable de la planta a medida que envejece. Esto es respaldado por Schnellmann (2020) que menciona que la variación de estas características de la planta a lo largo del tiempo de crecimiento de la planta es el resultado de una interacción compleja entre factores genéticos y ambientales. Esta comprensión es fundamental para el estudio y la manipulación de las plantas con fines agrícolas, ecológicos y de conservación.

La Tabla 4 muestra diferentes parámetros examinados en el botón de oro (Tithonia diversifolia) después de 15, 30 y 45 días de crecimiento. Se puede observar un incremento relevante en la altura de la planta, el número de tallos por planta, el grosor del tallo, la longitud y el ancho de las hojas a medida que pasa el tiempo. Por ejemplo, a los 15 días, la altura de la planta es de 80,79 cm, mientras que a los 45 días llega a los 149,52 cm. Igualmente, el número de tallos por planta aumenta de 1,70 a 5,27 durante el periodo evaluado. Estos resultados indican un crecimiento enérgico de la planta con el paso del tiempo; esto es esencial para varias aplicaciones, que incluyen la agricultura, la mejora del suelo, la salud de los ecosistemas, la estética del paisaje, la biorremediación y la producción de biomasa. Un crecimiento saludable demuestra la vitalidad de la planta y su capacidad para satisfacer necesidades alimentarias, ambientales, estéticas e industriales. (Álava Rodríguez & Molina Mayorga, 2024)

Por otro lado, se puede apreciar en la Tabla 5 el aporte nutricional del maní forrajero a diferentes edades (15, 30 y 45 días) en cuanto al porcentaje de grasa, fibra, humedad, ceniza y proteína. Notamos que el contenido de grasa y proteína varía de manera significativa de acuerdo a la etapa de crecimiento de la planta, siendo más alto a los 30 días en comparación con los dos periodos de tiempo restantes. Además, la fibra y la humedad tienden a reducirse a medida que la planta madura. Las diferentes bibliografías nos confirman los resultados ya que se afirma que el contenido de grasa y proteína en las plantas varía durante su ciclo de crecimiento debido a cambios en las necesidades metabólicas y en la asignación de nutrientes. En las etapas tempranas, se concentran más en el crecimiento vegetativo, mientras que, en etapas posteriores, se destinan recursos a la reproducción. Esto puede resultar en una reducción relativa de grasa y proteína a medida que la planta madura. Además, la fibra tiende a aumentar debido al desarrollo de tejidos más densos y fibrosos, mientras que la humedad disminuye a medida que la planta completa su ciclo, concentrando otros

nutrientes. (Tapia Cabrera, 2023).

En contraste, la Tabla 6 exhibe la contribución nutricional del botón de oro en diferentes etapas (15, 30 y 45 días), en términos porcentuales: grasa, fibra, humedad, ceniza y proteína. Es evidente que los niveles de grasa y fibra fluctúan significativamente a lo largo del proceso de crecimiento, siendo más elevados a los 30 días. Asimismo, el contenido de humedad disminuye con el transcurso del tiempo, indicando una mayor concentración de nutrientes a medida que la planta se desarrolla. Por otro lado, la cantidad de proteína presenta una merma notable a los 45 días, en comparación con los 15 y 30 días. Por lo tanto, se puede analizar que el contenido de humedad en las plantas se reduce con el tiempo debido a la madurez de los tejidos, menor absorción de agua y un metabolismo más activo. La disminución significativa en el contenido de proteínas a los 45 días, en contraste con los 15 y 30 días, puede ser resultado de la redistribución de los nutrientes para satisfacer las demandas de crecimiento y desarrollo, y de la acumulación de otras biomoléculas, como almidones y azúcares, durante la maduración de la planta. (Macías Molina, 2024)

En general, la combinación de los datos en la Tabla 3 y 5 sugiere que el maní forrajero experimenta cambios tanto en su crecimiento físico como en su composición nutricional a medida que crece. Estos hallazgos son importantes para comprender el desarrollo de la planta y su potencial como fuente de alimento para el ganado en la Amazonía Ecuatoriana, ya que proporcionan información valiosa sobre cómo varían los parámetros clave a lo largo del tiempo y cómo esto puede influir en su valor nutricional

En general, la combinación de los resultados de las Tablas 4 y 6 sugiere que el botón de oro experimenta un crecimiento vigoroso en términos de altura y desarrollo de tallos y hojas a medida que pasa el tiempo. Además, se observan cambios en su composición nutricional, lo que puede ser relevante para su uso en la alimentación animal o como fuente de nutrientes en la agricultura. Sin embargo, se requiere un análisis más detallado para comprender completamente el potencial de esta planta en diferentes aplicaciones.

4. Conclusiones

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.

Contribuciones de los autores

Liliana Abigail Quevedo Martínez: Adquisición, y análisis de los datos; redactó el manuscrito, aprobó la versión enviada y la versión sustancialmente editada

Johanna Michelle Mariño Neira: Adquisición, y análisis de los datos; redactó el manuscrito, aprobó la versión enviada y la versión sustancialmente editada

Hernán 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

Aguilar, J. C. (2023). Facultad de Ingeniería Química; Universidad Nacional del Altiplano; Puno–Perú. academia.edu.academia.edu

Álava Rodríguez, 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

Albán Albán, S. A. (2024). Determinación automática del tamaño de grano en microestructuras de aceros de bajo carbono mediante ASTM-E1382.utn.edu.ec

Alemán-Pérez, R., Bravo-Medina, C., Vargas-Burgos, J., & Chimborazo-Sarabia, C. (2020). Tipificación agroecológica de los sistemas ganaderos en la región amazónica ecuatoriana. Livest. Res. Rural Dev, 32(6).researchgate.net

Álvarez-Vázquez, P., Peña-Ramos, F. M., García-López, J. I., Hernández-Guzmán, F. J., Camposeco-Montejo, N., Martínez-Martínez, R., & Juanes-Márquez, S. (2023). RENDIMIENTO DE FORRAJE ESTACIONAL DE ALFALFA A DIFERENTES EDADES DE REBROTE EN EL SURESTE DE COAHUILA. Revista Fitotecnia Mexicana, 46(4A), 505-505.revfitotecnia.mx

Arteaga Díaz, A. I. (2020). Evaluación de un alimento peletizado a base de forraje para conejos en fase de levante y ceba en la Granja Experimental Villa Marina.unipamplona.edu.co

Barotto, A. J. (2021). Extracción verde de aceites esenciales. Investigación Joven.unlp.edu.ar

Campoverde Jumbo, V. R. (2023). Caracterización fisicoquímica y microbiológica de un concentrado proteico fermentado a partir del suero de quesería.unach.edu.ec

Carbajal Ordoñez, S. D. (2022). Biosorción con el bagazo de la caña de azúcar y hongo penicillium janthinellum para la recuperación de la arcilla residual generado en el proceso de blanqueo. unac.edu.pe

Castaño-Jiménez, G. A. (2023). Revisión de la calidad nutricional de botón de oro y de afrecho de yuca para la producción de ensilajes en ganadería de leche. researchgate.net.researchgate.net

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

Edwards, T., Ehlert, P., Hanotiaux, G., Johnston, A. E., Kuecke, M., Morel, C., & Vanvyve, (1999)D. INSTITUTE OF PLANT NUTRITION AND SOIL SCIENCE.researchgate.net

Epiquien Saavedra, M., Lavado Lázaro, K., Rojas, M. L., Lescano, L., Sánchez-González, J., Linares, G., ... & Vega Anticona, A. (2020). Polyester composite reinforced with fiber of Mauritia flexuosa treated with alkali: Impact energy, chemical composition and surface topography [Compuestos de poliéster reforzados con fibra de Mauritia flexuosa tratada con álcali: Energía de impacto, composición química y topografía superficial.].upn.edu.pe

Gómez-Lara, V. A., Jiménez-Pacheco, E., Barrera-García, V. D., Santiago-Gómez, M. P., & Salazar-Govea, A. Y. (2021). Capítulo 2. Obtención y caracterización de harina de hojas de Moringa oleifera de la comunidad de Mariscala de Juárez, Oaxaca. INFORME TÉCNICO FINAL, 20.utm.mx

INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS [INIAP], 2018. Fragilidad de los suelos en la amazonía ecuatoriana y potenciales alternativas agroforestales para el manejo sostenible. Agroforestería Sostenible En la Amazonía Ecuatoriana, N.º 2 [en línea], vol. 2, no. 2, Disponible en: `https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/5446/1/Caracterizaci%c3%b3n%20de%20los%20suelos%20de%20la%20Amazon%c3%ada%20ecuatoriana.pdf`.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA [INAMHI], 2015. BOLETIN CLIMATOLOGICO ANUAL 2015. Boletín Climatológico Anual [en línea], vol. 2, no. 2, Disponible en: `https://www.inamhi.gob.ec/meteorologia/boletines/bol_anu.pdf`.

Japa Cando, C. C. (2022). productivo en cuyes alimentados a base de gramalote (Axonopus scoparius), con diferentes niveles de maní forrajero (Arachis pintoi), provincia de Morona Santiago..espoch.edu.ec

Jimenez Balarezo, L. P. (2023). Efecto de extractos vegetales en el control de ácaros en condiciones de laboratorio.utc.edu.ec

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

Macías Molina, S. M. (2024). Evaluación de los parámetros productivos en codornices (Coturnix japonica) alimentados parcialmente con botón de oro.. unesum.edu.ec

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

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. espoch.edu.ec

Parraga Espinoza, M. G. (2022). Obtención del Contenido de Humedad de Diferentes Tipos de Suelos Usando Nuevas Tecnologías, Huancayo 2021. upla.edu.pe

Quimis Moreira, O. J., Reyna Arias, K. S., Lainez López, S., & Flores Holguín, L.(2020).ACEPTABILIDAD DE GALLETAS CON DIFERENTES CONCENTRACIONES DE HARINAS DE QUINUA, PLÁTANO, AVENA Y ENDULZANTES ACCEPTABILITY OF BISCUITS WITH DIFFERENT CONCENTRATIONS OF FLOWERS FROM QUINOA.amelica.org

Ríos Pérez, S. F. (2021). Producción de glucosa a partir de residuos lignocelulósicos de cajonerías.unas.edu.pe

Rosa, O. L., José, A., Augusto Elías-Peñafiel, C. C., Contreras-López, E., Arias-Arroyo, G. C., & Bracamonte-Romero, M. (2021). Características fisicoquímicas, nutricionales y morfológicas de frutas nativas. Revista de Investigaciones Altoandinas, 23(1), 17-25.scielo.org.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.espoch.edu.ec

Sánchez Auris, M. M. (2023). Validación del uso del ultrasonido para la extracción de extracto etéreo en 2 variedades de frutos secos: pecana y maní.unica.edu.pe

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

Sareen, B., Bhattacharya, A., & Srivatsan, V. (2021). Nutritional characterization and chemical composition of Diplazium maximum (D. Don) C. Chr. Journal of Food Science and Technology, 58, 844-854.nih.gov

Schnellmann, L. P., Verdoljak, J. J., Bernardis, A. C., Martínez-González, J. C., Castillo-Rodríguez, S. P., & Limas-Martínez, A. G. (2020). Frecuencia y altura de corte sobre la calidad del Megathyrsus maximus (cv. Gatton panic). Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria-Agrosavia. inta.gob.ar

Tapia Cabrera, N. E. (2023). ...) en la etapa de crecimiento y engorde alimentados a base de maralfalfa (pennisetum sp.) con diferentes niveles de harina de maní forrajero (arachis pintoi) en el .... espoch.edu.ec

Valencia Chavita, L. G. & Ospina Sánchez, F. M. Caracterización de gases producidos por el ganado vacuno e impactos y alternativas para la mitigación y mejora en Colombia. repository.unad.edu.co.unad.edu.co

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