

## **Caracterización en hojas y rizomas de sagu *Maranta arundinacea* (L.)**

### **Characterization of sagu leaves and rhizomes *Maranta arundinacea* (L.)**

Magda Piedad Valdés Restrepo<sup>1,6</sup>

Sanin Ortiz Grisales<sup>2,7</sup>

Liliana Londoño Hernández<sup>3,6</sup>

Andrea Vásquez García<sup>4,6</sup>

Ginna Alejandra Ordóñez Narváez<sup>5,6</sup>

*Universidad Nacional Abierta y a Distancia*<sup>6</sup> / *Universidad Nacional de Colombia*<sup>7</sup>

#### **Resumen**

*Sagu (Maranta arundinacea)*, es una planta que se caracteriza por sus rizomas cilíndricos y tuberosos de los cuales se extrae almidón, sin embargo, poco se ha reportado sobre las bondades que pueden brindar sus hojas para la alimentación animal. Por tanto, el objetivo de esta investigación fue determinar la presencia o ausencia de metabolitos secundarios en hojas y rizomas de sagu y caracterizar la fibra de las hojas con el fin de determinar su valor nutricional. Se realizó a las hojas y rizomas de sagu, un análisis proximal (materia seca (MS), proteína cruda (PC), extracto etéreo (EE), cenizas, fibra cruda (FC) y extracto libre de nitrógeno (ELN)), se empleó la tecnología ANKOM para determinar la fibra detergente neutra (FDN), fibra detergente ácida (FDA), lignina detergente ácida (LDA) y energía bruta (EB). Se verificó la ausencia de metabolitos

---

<sup>1</sup> Ingeniera agrónoma, ingeniera agroindustrial, magister en Ciencias Agrarias-Fitomejoramiento, doctora en Ciencias Agrarias-Mejoramiento Genético Vegetal. <https://orcid.org/0000-0001-9594-0289/> magda.valdes@unad.edu.co

<sup>2</sup> Zootecnista, magister en semillas, doctor en Ciencias Agrarias- Mejoramiento Genético Vegetal. <https://orcid.org/0000-0002-7237-0815/> sortizg@unal.edu.co

<sup>3</sup> Ingeniera de alimentos, magíster en Ciencia y Tecnología de Alimentos, doctora en Ciencia y Tecnología de Alimentos. <https://orcid.org/0000-0002-5288-5272/> liliana.londono@unad.edu.co

<sup>4</sup> Ingeniera agroindustrial, magíster y doctora en Ingeniería de Alimentos. <https://orcid.org/0000-0002-6387-3269/> andrea.vasquez@unad.edu.co

<sup>5</sup> Ingeniera agroindustrial, magister y doctora en Ciencias Agrarias. <https://orcid.org/0000-0002-1890-9875/> ginna.ordonez@unad.edu.co

secundarios en hojas y rizomas; las hojas presentaron alto contenido de PC 22.01 % y el análisis Vas Soest realizado a las hojas determinó una FDN de 57.13 %, FDA 32.33 % y lignina de 9.20 % lo que indica que es un material de excelente calidad para la alimentación animal.

**Palabras clave:** fibra, rizomas, metabolitos, forraje.

### **Abstract**

Sagu (*Maranta arundinacea*), is a plant that is characterized by its cylindrical and tuberous rhizomes from which starch is extracted, however, little has been reported about the benefits that its leaves can provide for animal feed. Therefore, the objective of this research was to determine the presence or absence of secondary metabolites in sago leaves and rhizomes and to characterize the fiber of the leaves in order to determine its nutritional value. A proximal analysis (dry matter (DM), crude protein (PC), ethereal extract (EE), ash, crude fiber (FC) and free nitrogen extract (ELN)) was carried out on sago leaves and rhizomes. ANKOM technology to determine Neutral Detergent Fiber (NDF), Acid Detergent Fiber (ADF), Acid Detergent Lignin (LDA) and Gross Energy (EB). The absence of secondary metabolites in leaves and rhizomes was verified; the leaves had a high PC content of 22.01 % and the Vas Soest analysis carried out on the leaves determined an NDF of 57.13 %, FDA 32.33 % and lignin of 9.20 %, which indicates that it is an excellent quality material for animal feed.

**Key words:** Fiber, rhizomes, metabolites, forage.

## 1. Introducción

Sagú *Maranta arundinacea* (L.), es una manifestación de la biodiversidad silvestre y cultivada del neotrópico (Valdés *et al.*, 2010); es una planta que se propaga por rizomas (tallos subterráneos), cilíndricos, tuberosos y carnosos; de manera tradicional, se ha extraído harina, almidón y afrechode los rizomas, utilizados como fuente nutricional para humanos y animales (Casanovas *et al.*, 2022); Hernando García Barriga en su libro *Flora medicinal de Colombia* señaló esta especie para los departamentos de Magdalena y Meta (Colombia), que crece formando colonias en lugares sombreados, y describe a la planta de sagu como una especie perteneciente a la familia *Marantaceae*, una hierba de 1.50m. a 2.0m. de altura, con tallos delgados, hojas ovado lanceoladas y panículas de pequeñas flores blancas (García, 1974; Valdés *et al.*, 2010; Acevedo *et al.*, 2014).

La información que se conoce acerca de la agronomía del sagu (*Maranta arundinacea*) es exigua, escasa, dispersa y confusa, se dice “confusa” por que como lo anota Patiño (1964), el nombre de “sagu” en varias partes de Suramérica es el de una palma del género *Metroxylon*, oriunda del Asia sur oriental y del archipiélago polinésico. Del tallo de dicha palma se extrae una fécula, de allí la denominación “pan de palo” que le dieron los españoles, sin embargo, son dos especies diferentes (Valdés *et al.*, 2010).

Sagú es una planta que en su fruto *edulis*, los rizomas, rinde entre 10 y 15 % de almidón nativo (Valdés *et al.*, 2010). Y el hecho de ser una planta amilácea la convierte en un recurso filogenético importante, pues en la actualidad el empleo de almidón se ha acentuado múltiples procesos, pero en especial en la elaboración de alimentos preparados que requieren ser estabilizados con almidón, obligando a identificar nuevas fuentes amiláceas que presenten propiedades diferentes a los ya posicionados en el mercado, convirtiéndose en atractivo por parte del mercado productivo y consumidor (Casanovas *et al.*, 2022), sin embargo, la parte menos investigada son sus hojas como material verde disponible que podría ser un recurso para incorporar en las raciones para animales.

El objetivo de esta investigación fue determinar la presencia o ausencia de metabolitos secundarios en hojas y rizomas de sagu y caracterizar la fibra de las hojas con el fin de determinar su valor nutricional.

## **2. Metodología**

### **2.1 Localización**

El material foliar y los rizomas de sagu (*M. arundinacea*), se obtuvieron de la Granja Mario González Aranda de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Palmira, Valle del Cauca, a 03°30'26,8" N y 76°18'47,6" O, altitud de 998 m s.n.m., temperatura promedio de 24 °C, humedad relativa del 72 % y precipitación pluvial anual de 1.000 mm (Valdés *et al.* 2014). Se seleccionaron 18 plantas de sagú al azar de un campo de 300 plantas, todas de 10 meses, a las cuales se les realizó un análisis fitoquímico, cuya determinación presuntiva de metabolitos secundarios fueron alcaloides, derivados de coumarina, esteroides y triterpenoides, flovonoides, saponinas espumídica, glicósidos cianogénicos y taninos, los cuales se determinaron mediante reacciones químicas de precipitación y coloración.

### **2.2 Análisis proximal (Weende): material foliar y rizomas**

A las muestras liofilizadas y molinadas se les realizó un análisis proximal "Weende": proteína cruda (PC) por el método Kjeldahl (1883); materia seca (MS) método N° 934.01 (A.O.A.C.; 1990), extracto etéreo (EE) - método N° 920.39 (A.O.A.C.; 1990); cenizas - método N° 942.05 (A.O.A.C.; 1990); fibra cruda (FC) y extracto libre de nitrógeno (ELN) AOAC (1990).

### **2.3 Análisis de fibras: material foliar**

Se empleó el método de digestión de fibras por detergente ácido y neutro ideado por Peter Van Soest y mecanizado por la tecnología ANKOM para determinar: fibra detergente neutra (FDN), fibra detergente ácida (FDA), lignina detergente ácida (LDA). En donde: FDN-FDA= hemicelulosa, FDA-LDA= celulosa (Van Soest *et al.*, 1991).

## 2.4 Análisis del valor relativo del alimento (RFV)

El índice del valor relativo del alimento se estimó teniendo en cuenta la digestibilidad de la materia seca (DMS) así como la FDA y se calculó la succión de (MS) potencial de FDN. El índice es entonces calculado como DMS multiplicado por la succión de la materia seca y dividido por 1.29 Jeranyama & Garcia,(2004).

$$\begin{aligned} \text{DMS} &= \text{Digestibilidad de la materia seca} = 88.9 - (0.779 \times \% \\ \text{FDA}) & \text{CMS} = \text{Consumo de la materia seca} = 120 / (\% \text{ FDN}) \\ \text{RFV} &= (\text{DMS} \times \text{CMS}) / 1.29 \end{aligned}$$

DMS y CMS son las constantes supuestas para todos los forrajes. FDA y FNA son los únicos valores del laboratorio usados en el cálculo.

## 2.5 Energía bruta del material foliar

La cantidad de energía bruta presente en la muestra (Cal/g) se midió en una bomba calorimétrica según la metodología de Nielsen (1998).

## 3. Resultados y discusión

### 3.1 Análisis químico de las hojas y rizomas de sagú *M. arundinacea*

La prueba fitoquímica realizada a las hojas y rizomas de sagú *M. arundinacea*, muestran la ausencia de metabolitos secundarios, indicando la posibilidad de utilizar la biomasa de la planta de sagú como material forrajero en animales de digestión enzimática y rumiantes de todas las categorías sin riesgo de daño por toxicidad (Tabla 1).

**Tabla 1. Prueba fitoquímica realizada a las hojas y rizomas de Sagú *Maranta arundinacea***

Metabolitos	Prueba etanólica	Prueba clorofórmica
Alcaloides	Negativo	Negativo
Derivados de cumarina	Negativo	Negativo
Esteroides y triterpenoides	Negativo	Negativo
Flovonoides	Negativo	Negativo
Glicósidos cardiotónicos	Negativo	Negativo
Saponina espumídica	Negativo	Negativo
Heterósido cianogénico	Negativo	Negativo
Taninos	Negativo	Negativo

### **3.2 Prueba Weende y Van Soest realizada a las hojas de sagú *M. arundinacea***

El análisis químico proximal, muestra una de las formas de medir calidad en una biomasa vegetal, de manera que el material foliar de sagú *M. arundinacea*, es promisorio como forraje verde fresco disponible (FVFD), puesto que contiene una alta proporción de PC 22.01 % (Tabla 2) en comparación con otras especies forrajeras: 17.14 %, 17.3 %, 17.5 % y 12.7 % para Bore *Alocasia macrorrhiza*, *Canavalia ensiformis*, *Leucaena leucephala* y *Cynodon alomfuensis* respectivamente (Figueroa *et al.*, 2012; Mora Parra, 2015; Zamora, 2016; Reyes *et al.*, 2018). Las hojas de sagú poseen un contenido de fibra cruda apreciable del 22.51 % dándole mayor volumen a los alimentos en el aparato digestivo del bovino y además estimula la acción peristáltica intestinal, llegando a ser utilizable en sistemas alternativos para cerdos, donde la ración fibrosa puede llegar hasta un 20 % de la ración diaria sin menoscabo del rendimiento final (Mendoza & Ricalde, 2016). Las cenizas reflejan el contenido de minerales presentes en las hojas, que para el FVFD de sagú están en 15.06 % superior a materiales como *Alocasia macrorrhiza* y *Leucaena leucephala*, con 10 % y 9.34 % respectivamente. En cuanto al extracto etéreo del FVFD de sagú, un 2.10 %, es similar a materiales como *Leucaena leucephala* y alfalfa *Medicago sativa* con 2.3 % y botón de oro *Tithonia diversifolia* con 2.26 %, pero difiere con *Alocasia macrorrhiza* con 6 % de extracto etéreo (Mora, 2015; Zamora, 2016; Martínez-Hernández *et al.*, 2019; Rodríguez-Molano *et al.*, 2023).

La otra cara de la calidad de un FVFD se apoya en el análisis Van Soest, y parte de la determinación de las FDN, que a la larga estima consumo del animal, en tanto puede llegar a ser un límite del llenado de sistema digestivo. De modo que, una alta concentración de FDA en el FVFD se asocia con una baja digestibilidad debida a que representa las paredes celulares y dentro de ella la fracción indigestible de lignina. De ese modo, una alta concentración de FDN se asocia con un menor consumo voluntario por llenado del sistema digestivo y, de paso, una menor cantidad de nutrientes disponibles por una baja cantidad de contenidos celulares digestibles (Jaimes *et al.*, 2018). En el forraje de sagu, la fracción celular correspondiente a la pared celular arrojó FDN moderada (57.13 %) y entonces, por sustracción, la fracción de contenidos celulares ronda los 43 %, y hace que el forraje sea de superior calidad que pasto estrella con 67.6 % de FDN (Solano & Villalobos, 2022) y muy atractivo para alimentar y nutrir animales de digestión enzimática (patos, gallinas, conejos, cuyes, pavos o gansos). Otro indicador de calidad es la fracción degradable o fibra detergente acida (FDA), que en FVFD de sagú se observa un 32.33 %.

Dentro del análisis de fibras se encuentra una baja proporción de lignina(9.20 %). De manera que, al presentar niveles tan bajos de lignina esto hace posible que la pared sea susceptible a liberar y aprovechar los contenidos de 23.13 % y 24.80 % de celulosa y hemicelulosa respectivamente, que serían de gran valor para nutrir animales rumiantes.

**Tabla 2. Análisis proximal (Weende), Van Soest, valor relativo del alimento RFV y energía en hojas de sagu**

<b>Componente</b>	<b>Material foliar (%)</b>
Materia seca	41.37
Proteína	22.01
Fibra cruda	22.51
Cenizas	15.06
Extracto etéreo	2.10
ELN	40.33
<b>Análisis Van Soest</b>	
FDN	57.13
FDA	32.33
Lignina	9.20
Celulosa	23.13
Hemicelulosa	24.80
Valor relativo del alimento RFV	103.7
Energía bruta Kcal/kg MS	4120

El *Relative Feed Value* (RFV) es un indicador sintético de calidad, que opera en función del modelo propuesto por Mertens (1987) y Mertens (1994):

$RFV = (\text{Consumo} \times \text{Digestibilidad}) / 1,29$ . Dónde: Consumo = 120 / (FDN), Digestibilidad =  $88,9 - 0,779 \times (FDA)$ . Donde a mayor valor RFV, más calidad biológica de la FVFD. De manera que, el FVFD de sagu es 103.74 inferior a 132 de la alfalfa *Medicago sativa* reportado por Adiyaman & Ayhan, (2016) estos datos, son influenciados por la fibra detergente neutro (FDN) y fibra detergente ácido (FDA) (Avci *et al.*, 2017), los cuales son considerados como estándar para la caracterización de forrajes. La energía presente en FVFD de sagú fue de 4120 Kcal/kg de materia seca, encontrándose en el rango de energía de la mayoría de los materiales forrajeros.

#### **4. Conclusiones**

La composición nutricional del rizoma y las hojas de sagú visto como forraje verde fresco disponible (FVFD), es un recurso alimenticio no convencional, competitivo y sostenible, ya que, la acumulación de carbohidratos en forma de almidón en sus rizomas y las cantidades

importantes de proteína presente en sus hojas, son dos características que la convierten en una especie promisorio para alimentación animal.

## Referencias

- Acevedo, D., Guzmán, L. E., Granados Conde, C., Díaz, M. & Herrera, A. (2014). Propiedades funcionales del almidón de sagu (*maranta arundinacea*). *Bioteconología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 12(2), 90–96. <https://revistas.unicauca.edu.co/index.php/bioteconologia/article/view/339>
- Adiyaman, E. & Ayhan, V. (2016). Investigation of feed value of alfalfa (*Medicago sativa* L.) harvested at different maturity stages. *Legume Research - An International Journal*, 39. <https://doi.org/10.18805/lr.v0iOF.9292>
- A.O.A.C. (1990). *Official Methods of analysis of the Association of Official analytical chemists*. 15<sup>th</sup> Ed., Arlington, Virginia, USA. METODO número 920.39.
- A.O.A.C. (1990). *Official Methods of analysis of the Association of Official analytical chemists*. 15<sup>th</sup> Ed., Arlington, Virginia, USA. METODO número 934.01.
- A.O.A.C. (1990). *Official Methods of analysis of the Association of Official analytical chemists*. 15<sup>th</sup> Ed., Arlington, Virginia, USA. METODO número 942.05.
- Avcı, M., Hatipoğlu, R., Çınar, S. & Kılıçalp, N. (2017). Assessment of yield and quality characteristics of alfalfa (*Medicago sativa* L.) cultivars with different fall dormancy rating. *Legume Research - An International Journal*, 41(3), 369-373. <https://doi.org/10.18805/LR-364>
- Casanovas Cosío, E., Reyna Reyes, R. D., Suárez del Villar Labastida, A. & Álvarez Sánchez, A. (2021). Sustitución de leche por almidón de sagú (*Maranta arundinacea* L.) para elaboración de yogur para cabritos lactantes. *Revista Metropolitana de Ciencias Aplicadas*, 4(S1), 61-65.
- Figueroa, Y., Valdés, L. R. & González, R. M. (2012). Comportamiento de *Canavalia ensiformis* ante la henificación en dos etapas fenológicas. *Pastos y Forrajes*, 27(4), <https://payfo.ihatuey.cu/index.php?journal=pasto&page=article&op=view&path%5B%5D=764>
- García, B.H. (1974) *Maranta arundinacea*. *Flora medicinal de Colombia*, Tomo I (pp.212-215). Bogotá: Imprenta Nacional.
- Jaimes, L. J., Giraldo, A. M. & Correa, H. J. (2018). De Parmentier a Van Soest y más allá: un análisis histórico del concepto y métodos de determinación de la fibra en alimentos para rumiantes. *Livestock Research for Rural*

- Development*, 30(12), <http://www.lrrd.org/lrrd30/7/hjco30126.html>
- Jeranyama, P. & Garcia, A. D. (2004). *Understanding Relative Feed Value (RFV) and Relative Forage Quality (RFQ)*. College of Agriculture & Biological Sciences /South Dakota State University / USDA.
- Kjeldahl, J. (1883). Neue Methode zur Bestimmung der Stickstoffs in organischen Körpern. *Zeitschrift für analytische Chemie*, 22, 366-382.
- Martínez-Hernández, P., Cortés D. E., Purroy-Vásquez, R., Palma, J., del Pozo Rodríguez, P. & Vite, C. (2019). Leucaena leucocephala (LAM.) de wit a key species for a sustainable bovine production in tropic. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 22, 331-357.
- Mendoza, G.D. & Ricalde, R. (2016). *Alimentación de ganado bovino con dietas altas en grano*. Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco. <https://www.casadelibrosabiertos.uam.mx/contenido/contenido/Libroelectronic/o/Bovinos.pdf>
- Mertens, D.R. (1994). Regulation of forage intake. In: *Forage quality, evaluation and utilization* (pp. 450-493). University of Nebraska <https://doi.org/10.2134/1994.foragequality.c11>
- Mertens, D. R. (1987). Predicting intake and digestibility using mathematical models of ruminal function. *Journal of Animal Science*, 64(5),1548-58. <https://doi.org/10.2527/jas1987.6451548x>
- Mora Parra, F. E. (2015). Caracterización del Bore (Alocasia macrorrhiza) y su utilización como fuente alternativa para la alimentación animal. *Revista de Investigaciones Agroempresariales*, 1, 95–106. <https://doi.org/10.23850/25004468.313>
- Nielsen, S. S. (Ed.) (1998). *Food Analysis*. Gaithersburg: Maryland Aspen Publishers.
- Rodríguez-Molano, C. E., Niño-Monroy, L. E. & García-Gómez, H. A. (2023). Efecto de suplementación con forrajes verdes sobre parámetros productivos y calidad de huevo en gallinas. *Revista Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 21(1), (pp.39-50). <https://doi.org/10.18684/rbsaa.v21.n1.2023.1915>
- Solano, M.J. & Villalobos-Villalobos, L.A. (2022). Fertilización nitrogenada en pastos del género *Cynodon*. *Nutrición Animal Tropical* 16(1), 82-104. <https://doi.org/10.15517/nat.v16i1.51542>

- Reyes, P.J.J., Méndez, M.Y., Luna, M.R.A., Herrera, G. S.M., Guaman, S.V.M. y Espinosa, A. (2018). *Componentes del rendimiento y composición química del Cynodon nlemfuensis*. Revista electrónica de Veterinaria - ISSN 1695-7504, Vol19(9), pp.
- Valdés, R.M.P., Ortiz, G. S. y Sánchez, T. (2010). Morfología de la planta y características de rendimiento y calidad de almidón de sagú. Acta Agronómica,59(3), 2010, p. 372-380.
- Valdés Restrepo, M.P., Ortiz Grisales, S., Vallejo Cabrera, F.A., & Baena García, D. (2014). Variabilidad en frutos y semillas de Cucurbita moschata Duch. y Cucurbita argyrosperma subsp. sororia L.H. Bailey Merrick & D.M. Bates. Acta Agronómica. 63(3), 282-293.  
<http://dx.doi.org/10.15446/acag.v63n3.41052>
- Van Soest, P. J., Robertson, J. B. y Lewis, B. A. (1991). Methods for Dietary Fiber, Neutral Detergent Fiber, and Nonstarch Polysaccharides in Relation to Animal Nutrition. J. Dairy Sci. 1991 74: 3583-3597
- Zamora, J. (2016). *Efecto de harina de leucaena (Leucaena leucocephala) en la calidad y producción de huevos en gallinas ponedoras hisex marrón*. Revista Científica UNTRM: Ciencias Naturales e Ingeniería. 1.  
<https://doi.org/10.25127/ucni.v1i1.91>