



Contenido de compuestos polifenólicos en hojas de *Mimosa arenosa* en diferentes estados fenológicos

Polyphenolic compounds content in leaves of *Mimosa arenosa* at different phenological stages

Lisbeth Giménez^a; Patricia Alarcón^a; Gustavo Nouel-Borges^{b,*}; Gilda Castillo^a

^a Unexpo, Barquisimeto, Lara, Venezuela. ^b Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat de Venezuela, Cabudare, Lara, Venezuela.

*Autor corresponsal: G. Nouel-Borges [genouelb@yahoo.es | <https://orcid.org/0000-0002-3746-4234>]

P. Alarcón [alarconpatricia2002@yahoo.es | <https://orcid.org/0009-0009-7980-0222>]

L. Giménez [lisbethgimenezunexpo@gmail.com | <https://orcid.org/0009-0005-0841-2979>]

G. Castillo [apubp@unexpo.edu.ve | <https://orcid.org/0009-0009-1576-1068>]

Resumen

En este trabajo se pudo determinar la cantidad y naturaleza de compuestos polifenólicos, presentes en cada uno de los estados fenológicos de la *Mimosa arenosa*, mediante la extracción y caracterización en muestras frescas y deshidratadas. La extracción se realizó con una solución acidificada de éter de petróleo y una solución acuosa de etanol; para la caracterización y cuantificación se aplicaron las técnicas adecuadas para taninos y polifenoles totales, así como fenoles simples y taninos que precipitan las proteínas. En las hojas de *Mimosa arenosa*, los valores más altos de taninos totales (11,58%), polifenoles totales (11,67%) y taninos condensables (0,02%) se obtuvieron en el crecimiento activo de la planta, y en relación al contenido de fenoles simples (0,089%) y taninos que precipitan las proteínas (0,425%) en el estado de prefloración. El tratamiento térmico de secado, realizado a 55 °C, redujo la cantidad de compuestos fenólicos en ambas especies; pero sin efecto sobre el contenido de taninos que precipitan las proteínas fue mayor en las muestras deshidratadas.

Palabras clave: Compuestos polifenólicos; taninos; *Mimosa arenosa*; estados fenológicos.

Abstract

In this work, the quantity and nature of polyphenolic compounds present in each of the phenological stages of *Mimosa arenosa* were determined by extraction and characterization in fresh and dehydrated samples. Extraction was performed with an acidified petroleum ether solution and an aqueous ethanol solution; for characterization and quantification, appropriate techniques were applied for tannins and total polyphenols, as well as simple phenols and protein-precipitating tannins. On the leaves of *Mimosa arenosa*, the highest values of total tannins (11.58%), total polyphenols (11.67%) and condensable tannins (0.02%) were obtained during active plant growth, and in relation to the content of simple phenols (0.089%) and protein-precipitating tannins (0.424%) in the pre-flowering state. The thermal drying treatment, carried out at 55 °C, reduced the quantity of phenolic compounds in both species; but without effect on the content of tannins that precipitate proteins was higher in the dehydrated samples.

Keywords: Polyphenolic compounds; tannins; *Mimosa arenosa*; phenological states.



1. Introducción

La *Mimosa arenosa* (Willd.) Poir. es un arbusto o arbusto, hasta unos 5 m de alto, con las ramas jóvenes densamente pubescente y con aguijones más o menos escasos. Hojas bipinadas, hojuelas numerosas, oblongas y pubérulas. Flores blancas y casi glabras, agrupándose en espigas delgadas y erguidas; de unos 7 cm. de largo. Legumbre articulada, unos 4 cm de largo y 5,5 cm de ancho. Especie altamente distribuida y por lo común formando extensas asociaciones en los declives áridos, especialmente en el norte de Venezuela (Schnee, 1984). Su clasificación taxonómica (Steyermark & Huber, 1978; Santos & Ferreira, 2008): Clase: Magnoliopsida (Dicotiledónea), Subclase: Rosidae, Orden: Fabales, Familia: Mimosaceae, Género: Mimosa, Especie: arenosa; Anteriormente: *Acacia arenosa* Willdenow, *Acacia malacocentra* Mart., *Mimosa caudero* L., *Mimosa fasciculata* var. *ernestiana* Kuntze, *Mimosa leiocarpa* DC., *Mimosa malacocentra* (Mart.) Benth., *Mimosa xantholasia* Benth., *Mimosa benthamii* J.F. Macbr., *Neltuma arenosa* (Willd.) Raf. Nombre vulgar: Cujicillo, Narauli, Jurema-Branca o Jurema-Vermelha (Brasil), Tepehuiste (México, Nicaragua). Esta planta, armada con aguijones, más prolíficos en sus fases juveniles, se consigue comúnmente en suelos pobres, arenosos, de zonas áridas y semiáridas del estado Lara y Falcón en Venezuela, es común verla ocupar grandes superficies de terreno luego de ser deforestadas para la siembra de cultivos anuales y ser abandonados, ocupando rápidamente el espacio y creciendo rápidamente en la corta temporada de lluvias, suelen albergar o acoger varias especies de hormigas (observaciones personales, no publicadas, Municipios Torres y Urdaneta del estado Lara, 1999-2021). Esta planta puede llegar a tener en su follaje de 15,4% a 21,9% de proteína cruda y 49,4% a 69,7% de pared celular, pudiendo ser conservada en melaza (Nouel-Borges, 2022) y utilizada en la alimentación de pequeños rumiantes y conejos (Nouel-Borges, 2015), en condiciones naturales las cabras suelen consumir las hojas después de ocurrida la fructificación, antes no (observaciones personales, no publicadas, Municipios Torres del estado Lara, 1999-2021). Las leguminosas, como otras plantas, producen importante y diversa cantidad de compuestos secundarios (fenoles, polifenoles, taninos: simples, condensables y/o que precipitan proteínas, entre otros tantos) como respuesta al clima, suelo, plantas vecinas, interacción con insectos o microorganismos, y respuesta al consumo de sus partes vegetales por los herbívoros, sustancias con acción antioxidante, antimicrobiana, insecticida, atracción a polinizadores, anti-fúngicos, muta génicos, citotóxicos, y anti herbívoros, entre otros tantos como lo refieren Brooks & Owen-Smith (1994), Makkar

(2003), Wink (2013), Sepúlveda-Vázquez et al. (2018) y Yáñez-Ruiz & Belanche (2020). La presencia de compuestos secundarios, como respuesta de protección a la acción de los herbívoros que las consumen, limitan la disponibilidad de nutrientes y aumentan el rechazo o consumo en los animales que las incluyen en su dieta (Torregrossa & Dearing, 2009; Espejo-Díaz & Nouel-Borges, 2014; 2020; Yáñez-Ruiz & Belanche, 2020). Estas sustancias varían con la etapa fenológica de cada vegetal, de modo que una posible acción para aprovechar estas especies es saber en qué momento los compuestos secundarios son menos concentrados en el follaje (Araujo Filho et al., 2002, Parissi et al., 2014). El mayor o menor consumo del follaje de la *Mimosa arenosa* puede estar asociado a la mayor o menor presencia de compuestos secundarios en sus distintos estados fenológicos, es por ello que se plantea determinar la cantidad y naturaleza de compuestos polifenólicos en ellos para tener basamentos que permitan aprovechar el forraje de la mejor manera posible y fomentar el uso de la planta en sistemas silvopastoriles y/o agroforestales, o ser preservado como fuente de proteína para su uso en alimentación de rumiantes en épocas críticas de poca disponibilidad de forrajes (Nouel-Borges, 2022).

2. Metodología

Las muestras foliares la *Mimosa arenosa* se colectaron en el Parque Botánico Dr. Héctor Ochoa Zuleta y los análisis de laboratorio se realizaron en la Unidad de Investigación en Producción Animal Departamento de Producción Animal, Decanato de Agronomía, Universidad Centroccidental “Lisandro Alvarado” (UCLA), Municipio Palavecino, Edo. Lara. Se encontraban a una altitud de 510 metros sobre el nivel del mar y con condiciones climáticas medias a saber: temperatura promedio anual 25 °C, precipitación anual 812,6 mm, humedad relativa 74,6%, irradiación solar de 371 cal cm⁻² y evaporación anual de 2.084,9 mm (Ortiz et al., 2015).

Recolección de las muestras

Antes de la recolección del material objeto de estudio, se definió cada estado fenológico de la planta, ya que esta afecta niveles y naturaleza de los fenoles. El material se transportó fresco desde el campo al Laboratorio, dada la cercanía de la zona de recolección al sitio donde se procesaron las muestras (ambos en el Decanato de Agronomía), evitándose procesos de conservación y transporte que pudiesen alterar las muestras. Fueron seleccionadas diez plantas de *M. arenosa*, para el análisis de cada estado a saber: crecimiento activo (1), prefloración (2), floración (3) y fructificación (4). Solo fueron colectadas las hojas de la especie en su respectivo estado fenológico, guardando

las mismas en bolsas de polietileno de cierre hermético, debidamente rotuladas para su análisis. El proceso de recolección estuvo influenciado por condiciones climatológicas presentes, prolongándose por un año aproximadamente.

Procedimientos

Deshidratación. Fueron deshidratadas la mitad de la masa de muestras colectadas por cada estado; se secaron por 48 horas en una estufa de aire forzado a una temperatura no mayor de 55 °C, puesto que puede conducir a la inactivación de fenoles o podría disminuir su extractabilidad en solventes y afectar la cuantificación si se seca a temperaturas mayores.

Extracción de taninos. El método para la extracción de taninos fue modificado del reseñado en el manual para el análisis de taninos de la Joint FAO/IAEA (2000). Cambiando los solventes para la extracción y la masa de las muestras (Alarcón et al., 2025), y de acuerdo con lo propuesto con Martínez et al. (2000). Se acidificó el medio para extraer una mayor cantidad de taninos condensables (Chavan et al., 2001).

Cuantificación de fenoles totales y de taninos. Se hizo usando el método de Folin-Ciocalteu (Makkar et al., 1993) usando el proceso, reactivos y concentraciones descritos por dichos autores, expresando los resultados se pueden expresar como equivalente de ácido tánico (mg ácido tánico / % de materia seca).

Análisis para fenoles totales. Se tomó una alícuota conveniente de cada fase (fase etérea y fase alcohólica) para cada extracto de manera que se ajustara al rango de la curva de calibración dispuesta para tal fin, se colocó en una estufa a 40 °C hasta sequedad, restituyendo el volumen anterior con acetona al 70% y completando el volumen con agua desionizada hasta 1 mL; se agregó 0,50 mL del reactivo de Folin-Ciocalteu (1N) y 2,5 mL de la solución de carbonato de sodio. Se2. agitaron los tubos de ensayo y después de 40 minutos se midió la absorbancia de cada solución a 725 nm. La cantidad de fenoles totales se calculó por equivalente de ácido tánico de la curva de calibración. Se expresó el contenido de fenoles totales sobre una base de la materia seca (x %).

Remoción de taninos del extracto. Se realizó utilizando el polipirrolidona polivinílica (PVPP), el cual forma enlaces con los taninos, precipitándolos. Se pesaron 100 mg de PVPP en un tubo de ensayo. Se agregó el volumen de extracto y de agua desionizada que se utilizó en el apartado anterior para cada caso. Se mantuvo el tubo a 4 °C durante 15 minutos, agitándolo,

luego se centrifugó (3.000 rpm) por 10 minutos y se recogió el sobrenadante. Este sobrenadante contiene fenoles simples que no son taninos, ya que los taninos precipitaron junto con el PVPP. Luego de transcurridos 40 min. se midió el contenido fenólico del sobrenadante a una absorbancia de 725 nm. El contenido de los fenoles simples se expresó sobre una base de materia seca.

Determinación de taninos condensables. Se hizo según el método descrito por Porter et al. (1986) y detallado por Alarcón et al. (2025).

Determinación de taninos que precipitan las proteínas. Se realizó usando la metodología descrita por Makkar et al. (1988) y detallada por Alarcón et al. (2025).

Análisis de los Pools en la formación del complejo tanino-proteína. Se tomaron diferentes alícuotas de cada pool (0,1; 0,15; 0,2; 0,25; 0,3; 0,35; 0,4 y 0,5 mL) y se procedió como detallan Alarcón et al. (2025).

Determinación de taninos que precipitan las proteínas como porcentaje de fenoles totales. Se tomaron alícuotas convenientes de cada extracto completando el volumen hasta 1 mL con SDS al 1% y se le añadió 3 mL de la solución SDS-trietanolamina y 1 mL del reactivo cloruro de hierro (III) y se procedió como detallan Alarcón et al. (2025).

Análisis estadístico

Luego de obtener y tabular los resultados de las mediciones, fueron analizados estadísticamente utilizando los programas Statistix versión 8.0 para Windows (2003), en donde las medias de los valores finales para cada uno de los análisis se les aplicó la prueba de Tukey para separar medias ($P \leq 0,05$), así como las medias con los errores estándar fueron graficadas usando el programa PASW Statistics 18 (SPSS, 2009).

3. Resultados y discusión

En la Tabla 1 se presentan los valores de materia seca según cada estado fenológico de los materiales colectados. Se distingue que el menor contenido de materia seca fue en las hojas en crecimiento activo y el mayor en estado de floración, donde la madurez es mayor, comportamiento normal para los ciclos de un vegetal.

Tabla 1

Materia seca (% MS) de *Mimosa arenosa* a 55 °C

Estado fenológico			
Crecimiento activo	Prefloración	Floración	Fructificación
49,7±4,83	51,9±4,98	53,9±3,79	51,7±6,12

Letras diferentes en una misma fila muestran diferencias significativas ($p \leq 0,05$) entre medias por la prueba de Tukey.

En la Tabla 2 se muestran, para cada estado fenológico y tratamiento de la muestra, el análisis de la varianza para los resultados obtenidos en fenoles simples, polifenoles totales, taninos totales y taninos precipitables expresados como porcentaje equivalente en ácido tánico; así como también los porcentajes obtenidos de taninos condensables equivalentes a Leucocianidina (Leucoantocianidina: (2R,3S,4S)-2-(3,4-dihidroxifenil)-3,4-dihidro-2H-cromeno3,4,5,7-tetrol); todos sobre la base de materia seca (55 °C). Se analizaron las medias en un diseño factorial, con el factor estado fenológico a cuatro niveles y el factor humedad del follaje a dos niveles (fresco o deshidratado a 55 °C), resultando que cada factor actuó independientemente, con ningún efecto de interacción entre ambos, lo cual permite analizar independientemente a cada factor, excepto para polifenoles totales y taninos totales donde hubo efecto de la interacción entre ambos factores. En lo que respecta a las determinaciones en fresco y seco a 55 °C, se tiene que, para la mayoría de los análisis, excepto para taninos que precipitan proteínas, el contenido fue mayor en el follaje fresco que en el deshidratado a 55 °C.

Para polifenoles totales y taninos totales el estado de crecimiento activo es el que presenta la mayor concentración, mientras que para fenoles simples y taninos que precipitan proteínas lo es prefloración, y finalmente para taninos condensables es el mayor en fructificación (Tabla 2, Figuras 1 al 5). Por otra parte, fructificación es el estado donde se presentó el menor contenido para los fenoles simples y totales, así como taninos totales, mientras que para prefloración lo fue taninos condensables y para crecimiento activos taninos que precipitan proteínas. Para el caso de floración, hubo tendencia a aumentar para polifenoles totales, taninos condensables y taninos totales

después de la prefloración, y luego bajando para como el resto hacia fructificación. Como lo refiere Wink (2013), las leguminosas en proceso de floración producen compuestos secundarios para proteger su estructura reproductiva y para atraer insectos polinizadores sea por coloración o aromas, compuestos que se presentan dentro de los grupos citados y determinados; más específicamente, Ung & Asmara (2023) reportan al menos 16 fitoquímicos en las partes florales de la *Acacia saligna*, con actividad antioxidante, anti-herbívoros y antimicrobianos. La madurez indicó mayor nivel de compuestos secundarios, lo cual se corresponde con lo referido por Makkar (2003) y Parissi et al. (2014). Así, con respecto a los polifenoles totales, los valores encontrados son similares a los reportados por Nouel-Borges (2015) (dependiendo del método de extracción, reportaron de $2,60 \pm 0,09\%$ a $5,63 \pm 0,01\%$ en hojas deshidratadas). Los resultados referidos a la deshidratación donde se aprecian diferencias entre fresco y secado a 55 °C corresponden a lo citado por Makkar (2003), por lo que, a la hora de hacer comparaciones, se debe conocer el tratamiento que se le dio a la muestra al ser procesada para medir los compuestos secundarios presentes, ya que las diferencias son importantes.

Paes et al. (2006) reportan niveles de taninos condensables del 18,11% en la corteza de la *M. arenosa*, similares a los de *M. tenuiflora* con 17,74%, valores mucho más elevados que los encontrados en las hojas para este ensayo en los diferentes estados fenológicos observados.

La *M. bahamensis* en sus hojas (sin definir el estado fenológico) posee 0,62% de fenoles totales, 0,11% de taninos totales y 3,2% de taninos condensables en el forraje seco según lo reportan Sepúlveda-Vázquez et al. (2018), valores inferiores a los reportados para la *M. arenosa* en este trabajo.

Tabla 2

Análisis de la varianza de factores estado fenológico y tratamiento del follaje para fenoles y taninos analizados en *Mimosa arenosa*

Análisis de la varianza	%Fenoles:	Fenoles simples	Polifenoles totales	Taninos Condensables	Taninos totales	Taninos que precipitan proteínas
Factor 1: Estado fenológico	Crecimiento activo	0,0861 a	11,669 a	0,0199 ab	11,583 a	0,4245 b
	Prefloración	0,0886 a	7,0456 b	0,000379 b	6,9570 b	0,7050 a
	Floración	0,0418 b	5,2238 b	0,000686 b	5,1820 b	0,5145 ab
	Fructificación	0,0175 c	5,1148 b	0,0258 a	5,0973 b	0,6032 ab
	Probabilidad	0,0000	0,0000	0,0061	0,0000	0,0239
Factor 2: Tratamiento realizado al follaje	Fresco	0,0634 a	8,5343 a	0,0153 a	8,4708 a	0,4968 b
	Seco a 55 °C	0,0536 a	5,9923 b	0,0129 a	5,9387 b	0,6267 a
	Probabilidad	0,1253	0,0143	0,6271	0,0146	0,0521
Interacción F1*F2	Probabilidad	0,5387	0,0001	0,1045	0,0001	0,2536

Letras diferentes en una misma columna y un mismo factor muestran diferencias significativas entre medias por la prueba de Tukey.

Para el caso de *M. tenuiflora* Hernández et al. (2021) indican que el follaje seco posee $9,6 \pm 0,2\%$ a $55,1 \pm 1,1\%$ de polifenoles totales y $0,28 \pm 0,02\%$ a $33,2 \pm 0,06\%$ de taninos condensables sin indicar el estado fenológico del material foliar; valores muy superiores a los encontrados en el presente trabajo, lo que nos indica que la *M. arenosa* presenta valores de los compuestos secundarios determinados en el follaje dentro de los rangos de especies del su mismo género. Las variaciones de los tenores de compuestos secundarios de las hojas con el estado fenológico de la planta encontrado en esta investigación, al igual que lo refieren Parissi et al. (2014), permite elegir el mejor momento en el cual dichos puedan afectar en menor magnitud el consumo y digestión del forraje consumido, llevando a planificar su uso de la *M. arenosa* como forraje de la mejor manera posible, potenciado la posibilidad de uso fresco o conservación (heno/silo) en sistemas de producción con herbívoros.

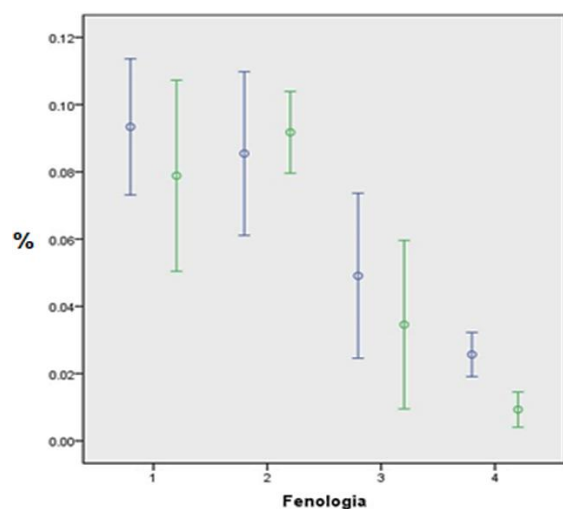


Figura 1. Fenoles simples (%) en follaje fresco (azul) o seco (verde) de la *M. arenosa* en los estados fenológicos 1: Crecimiento activo; 2: Prefloración; 3: Floración; 4: Fructificación.

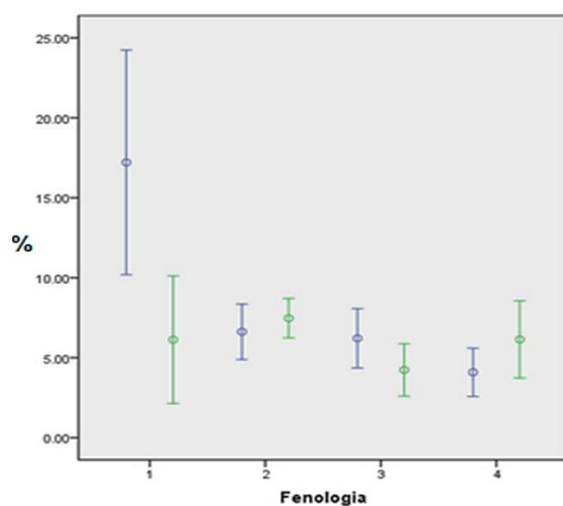


Figura 2. Polifenoles totales (%) en follaje fresco (azul) o seco (verde) de la *M. arenosa* en los estados fenológicos 1: Crecimiento activo; 2: Prefloración; 3: Floración; 4: Fructificación.

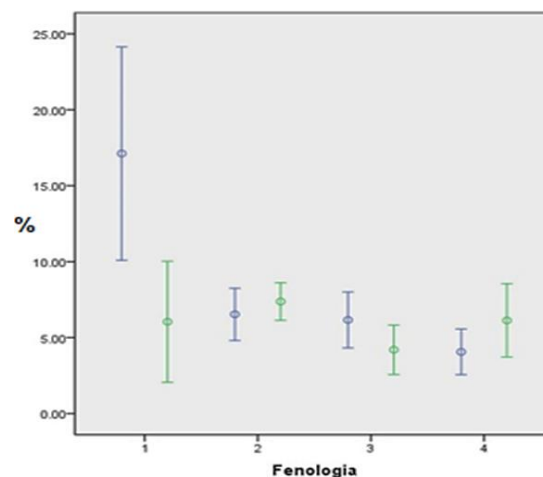


Figura 3. Taninos totales (%) en follaje fresco (azul) o seco (verde) de la *M. arenosa* en los estados fenológicos 1: Crecimiento activo; 2: Prefloración; 3: Floración; 4: Fructificación.

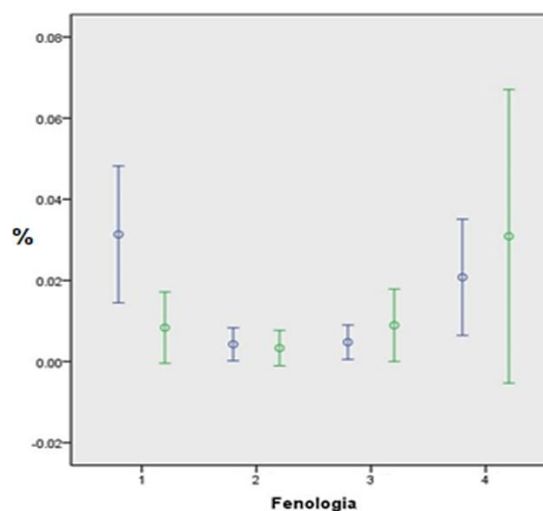


Figura 4. Taninos condensables (%) (%) en follaje fresco (azul) o seco (verde) de la *M. arenosa* en los estados fenológicos 1: Crecimiento activo; 2: Prefloración; 3: Floración; 4: Fructificación.

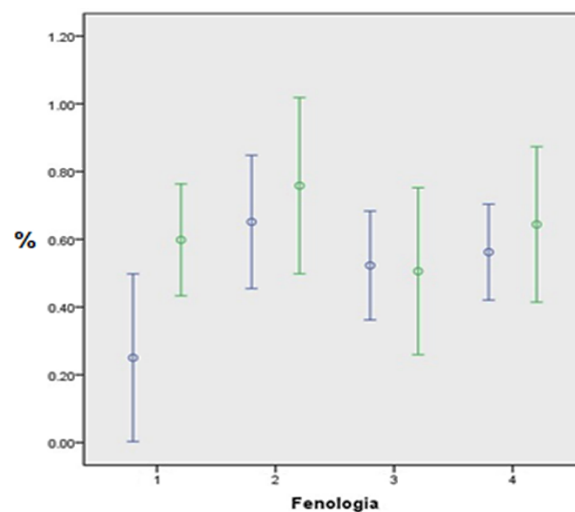


Figura 5. Taninos que precipitan proteínas (%) en follaje fresco (azul) o seco (verde) de *M. arenosa* en los estados fenológicos 1: Crecimiento activo; 2: Prefloración; 3: Floración; 4: Fructificación.

4. Conclusiones

En el estado fenológico de crecimiento activo de *Mimosa arenosa* se obtuvieron los mayores niveles de polifenoles totales, taninos totales y taninos condensables, mientras que en el estado de prefloración se obtuvieron los mayores niveles de fenoles simples y de taninos que precipitan las proteínas. En *Mimosa arenosa*, el tratamiento térmico a 55 °C por 48 horas; redujo apreciablemente la cantidad de fenoles simples y taninos condensables. Sin embargo, para polifenoles totales y taninos totales se presentó una tendencia creciente en los estados de prefloración y fructificación; mientras que, para los taninos que precipitan las proteínas la tendencia creciente se obtuvo en los estados fenológicos de crecimiento activo, prefloración y fructificación.

Agradecimientos

Al CDCHT de la Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado por el financiamiento total de la presente investigación mediante el proyecto 009-AG-2006.

Referencias bibliográficas

- Alarcón, P., Giménez, L., Nouel-Borges, G., & Castillo, G. (2025). Determinación del contenido de compuestos polifenólicos en hojas de *Acacia polyphylla* en diferentes estados fenológicos. *AgroScience Research*, 3(1), 45–51. <http://doi.org/10.17268/agrosoci.2025.005>
- Araujo Filho, J. A. de, Carvalho, F. C. de, & Silva, N. L. da. (2002). Fenología y valor nutritivo de follajes de algunas especies forrajeras de la Caatinga. *Agroforestería en las Américas*, 9, 33–37.
- Brooks, R., & Owen-Smith, N. (1994). Plant defenses against mammalian herbivores: ¿are juvenile *Acacia* more heavily defended than mature trees? *Bothalia*, 24(2), 211–215.
- Chavan, U., Shahidi, F., & Nacz, M. (2001). Extraction of condensed tannins from beach pea (*Lathyrus maritimus* L.) as affected by different solvents. *Food Chemistry*, 75(4), 509–512. [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(01\)00234-5](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(01)00234-5)
- Espejo-Díaz, M. A., & Nouel-Borges, G. E. (2020). Evaluation of *Acacia macracantha* pods in balanced ration for growing rabbits. *Agronomía Costarricense*, 44(1), 93–104. <http://dx.doi.org/10.15517/rac.v44i1.40005>
- Espejo-Díaz, M. A., & Nouel-Borges, G. E. (2014). Secondary compounds attenuation in *Acacia macracantha* leaves and its effect on intake, digestibility, plasma and productive variables by incorporating them in rations for rabbits. *Animal Production Science*, 55(2), 237–240. <http://dx.doi.org/10.1071/AN14142>
- Hernández, C., Cadenillas, L., Maghubi, A. E., Cáceres, I., Durrieu, V., Mathieu, C., & Bailly, J. D. (2021). *Mimosa tenuiflora* Aqueous Extract: Role of Condensed Tannins in Anti-Aflatoxin B1 Activity in *Aspergillus flavus*. *Toxins*, 13, 391. <https://doi.org/10.3390/toxins13060391>
- Joint FAO/IAEA. (2000). Quantification of tannins in tree foliage. A laboratory manual for the FAO/IAEA (INIS-XA-553). Division of Nuclear Techniques in Food and Agriculture, Vienna (Austria).
- Makkar, H. P. S. (2003). Effects and fate of tannins in ruminant animals, adaptation to tannins, and strategies to overcome detrimental effects of feeding tannin-rich feeds. *Small Ruminant Research*, 49, 241–256. [https://doi.org/10.1016/S0921-4488\(03\)00142-1](https://doi.org/10.1016/S0921-4488(03)00142-1)
- Makkar, H. P. S., Bluemmel, M., Borowy, N. K., & Becker, K. (1993). Gravimetric determination of tannins and their correlations with chemical and protein precipitation methods. *Journal of Science Food Agriculture*, 61, 161–165. <https://doi.org/10.1002/jsfa.2740610205>
- Makkar, H. P. S., Dawra, R. K., & Singh, B. (1988). Determination of both tannin and protein in a tannin-protein complex. *Journal Agriculture Food Chemistry*, 36, 523–525.
- Martínez, B., Rincón, F., & Ibáñez, M. (2000). Optimization of Tannin Extraction from Infant Foods. *J. Agric. Food Chem.*, 48(6), 2097–2100. <https://doi.org/10.1021/jf991267o>
- Nouel-Borges, G. (2022). Caracterización nutricional de follajes de *Mimosa arenosa* preservados en melaza de caña de azúcar. En: XII Congreso de la Asociación Latinoamericana de Especialistas en Pequeños Ruminantes y Camélidos Sudamericanos.
- Nouel-Borges, G. (2015). Leguminosas Tropicales del Semiárido y Alternativas de Uso en Alimentación de Herbívoros. Saarbrücken, Germany. Editorial Académica Española, 124 p.
- Ortiz, J. N., Miranda, H., & Peroza, D. (2015). Uniformidad y pérdidas por evaporación y arrastre en riego por aspersión en Tarabana, estado Lara. *Revista Unellez de Ciencia y Tecnología*, 33, 53–61.
- Paes, J. B., Marinho, I. V., Lima, R. A. de, Lima, C. R. de, & Azevedo, T. K. B. de. (2006). Viabilidade técnica dos taninos de quatro espécies florestais de ocorrência no semi-árido brasileiro no curtimento de peles. *Ciência Florestal*, 16(4), 453–462. <https://doi.org/10.5902/198050981927>
- Parissi, Z. M., Karameri E., Abraham E. M., Kyriazopoulos A. P., & Petridis, A. (2014). Impact of maturation on extractable polyphenols in leguminous fodder species. In: Baumont R. et al. (ed.). Forage resources and ecosystem services provided by Mountain and Mediterranean grasslands and rangelands. Zaragoza: CIHEAM/INRA/ FAO / VetAgro Sup Clermont-Ferrand / Montpellier SupAgro, *Options Méditerranéennes, Série A*.
- Porter, L. J., Hrstich, L. N., & Chan, B. G. (1986). The conversion of procyanidins and prodelphinidins to cyanidin and delphinidin (online). *Phytochemistry*, 25, 223–230.
- Santos Silva, J., & Ferreira de Sales, M. (2008). Gênero *Mimosa* (Leguminosae-Mimosoideae) na microrregião do Vale do Ipanema, Pernambuco. *Rodriguésia*, 59(3), 435–448. <https://doi.org/10.1590/2175-7860200859302>
- Sepúlveda-Vázquez J., Torres-Acosta J. F., Sandoval-Castro C. A., Martínez-Puc J. F., & Chan-Pérez, J. I. (2018). La importancia de los metabolitos secundarios en el control de nematodos gastrointestinales en ovinos con énfasis en Yucatán, México. *Journal of the Selva Andina Animal Science*, 5(2), 79–95.
- Schnee, L. (1984). Plantas Comunes de Venezuela. Ediciones de la Biblioteca. Impreso en la imprenta de la Universidad Central de Venezuela, Caracas. 820 p
- SPSS Inc. Released (2009). PASW Statistics for Windows, Version 18.0. Chicago: SPSS Inc.
- Statistix For Windows. (2003). Version 8.0. Analytical Software.
- Steyermark, J. A., & Huber, O. (1978). Flora del Ávila. INCAFO. Madrid. 970 p.
- Torregrossa, A. M., & Dearing, M. D. (2009). Nutritional toxicology of mammals: regulated intake of plant secondary compounds. *Functional Ecology*, 23, 48–56. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2435.2008.01523.x>
- Ung, A. T., & Asmara, A. P. (2023). Bioactive Phytochemicals of *Acacia saligna*. *Molecules*, 28, 4396. <https://doi.org/10.3390/molecules28114396>
- Yáñez-Ruiz D. R., & Belanche, A. (2020). Plant secondary compounds: beneficial roles in sustainable ruminant nutrition and productivity. Chapter. © Burleigh Dodds Science Publishing Limited. <http://dx.doi.org/10.19103/AS.2020.0067.25>
- Wink, M. (2013). Evolution of secondary metabolites in legumes (Fabaceae). *South African Journal of Botany*, 89, 164–175. <http://dx.doi.org/10.1016/j.sajb.2013.06.006>