

Efecto de la época del año en los componentes nutricionales de *Spathodea campanulata* Beauv**Effect of season on the nutritional components of *Spathodea campanulata* Beauv**

Idania Scull-Rodríguez <https://orcid.org/0000-0002-9516-7182>, Arabel Elías-Iglesias[†], Dairon Pérez-Fuentes <https://orcid.org/0000-0002-8300-2612>, Lourdes Lucila Savón-Valdés <https://orcid.org/0000-0001-9880-0310>, Magaly Herrera-Villafranca <https://orcid.org/0000-0002-2641-1815>, Natacha Pompa-Castillo <https://orcid.org/0000-0002-6000-5810>

Instituto de Ciencia Animal. Carretera Central km 47½, San José de las Lajas, CP 32700. Mayabeque, Cuba. Correo electrónico: idascull@ica.co.cu, dairo@iacemi.cu, lsavon@ica.co.cu, mvillafranca@ica.co.cu, npompa@ica.co.cu

Resumen

Objetivo: Evaluar la composición nutricional de los diferentes órganos de *Spathodea campanulata* Beauv. en las dos épocas del año, para su uso como alimento alternativo en los sistemas productivos pecuarios en Cuba.

Materiales y Métodos: El experimento se llevó a cabo en el Instituto de Ciencia Animal, durante los meses marzo-abril (período poco lluvioso) y agosto-septiembre (período lluvioso). Se colectaron muestras de diez plantas y se separaron sus diferentes órganos para determinar el contenido proteico, la composición mineral y el fraccionamiento de fibra. Se realizó un análisis, donde consideró como factores las épocas del año y los órganos de la planta. Las diferencias entre medias se compararon mediante la dócima de Duncan y se utilizó el programa estadístico Infostat[®].

Resultados: Se encontró interacción ($p < 0,001$) de la época del año con los componentes de la planta para la ceniza, macroelementos, proteína y fraccionamiento de la fibra. Las mayores concentraciones de proteína se alcanzaron en el período poco lluvioso y los valores más elevados se hallaron en hojas y planta joven (16,9 y 15,7 %, respectivamente). Los componentes de la pared celular mostraron un comportamiento contrario y los mayores tenores se registraron en la época lluviosa (60,59; 46,20; 81,57; 59,73 % de materia seca).

Conclusiones: La composición nutricional muestra alto contenido de compuestos químicos, que constituyen nutrientes esenciales para el metabolismo animal, lo que evidencia el potencial de la especie *S. campanulata* para su uso como alimento alternativo en sistemas productivos pecuarios.

Palabras clave: composición química, tulipán africano

Abstract

Objective: To evaluate the nutritional composition of the different organs of *Spathodea campanulata* Beauv. In the two seasons of the year, for its use as alternative feedstuff in the animal production systems in Cuba.

Materials and Methods: The trial was conducted in the Institute of Animal Science, during the months March-April (dry season) and August-September (rainy season). Samples of ten plants were collected and their different organs were separated to determine the protein content, mineral composition and fiber fractioning. An analysis was carried out, where the seasons of the year and the plant organs were considered as factors. The differences among means were compared by Duncan's test and the statistical program Infostat[®] was used.

Results: Interaction ($p < 0,001$) of the season with the plant components was found for the ash, macroelements, protein and fiber fractioning. The highest protein concentrations were reached in the dry season and the highest values were found in the leaves and young plant (16,9 and 15,7 %, respectively). The cell wall components showed an opposite performance and the highest values were recorded in the rainy season (60,59; 46,20; 81,57; 59,73 % of dry matter).

Conclusions: The nutritional composition shows high content of chemical compounds, which constitute essential nutrients for the animal metabolism, which proves the potential of the species *S. campanulata* for its use as alternative feedstuff in animal production systems.

Keywords: chemical composition, African tulip

Introducción

Las especies invasoras resultan una gran amenaza para el medio ambiente y para la economía de cualquier país (Nghiem *et al.*, 2015). *Spathodea campanulata* Beauv. es una planta silvestre que pertenece a la familia Bignoniaceae (Begum *et al.*, 2020). Se conoce

comúnmente como tulipán africano o llama del bosque. Está considerada entre las 100 especies exóticas invasoras más dañinas del mundo, por lo que afecta a los ecosistemas de muchas regiones (Tanayen *et al.*, 2016).

Recibido: 14 de agosto de 2020

Aceptado: 30 de marzo de 2021

Como citar este artículo: Scull-Rodríguez, Idania; Elías-Iglesias[†], Arabel; Pérez-Fuentes, Dairon; Savón-Valdés, Lourdes Lucila; Herrera-Villafranca, Magaly & Pompa-Castillo, Natacha. Efecto de la época del año en los componentes nutricionales de *Spathodea campanulata* Beauv. *Pastos y Forrajes*. 44:eE09, 2021.

Este es un artículo de acceso abierto distribuido en Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional (CC BY-NC4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/> El uso, distribución o reproducción está permitido citando la fuente original y autores.

Esta planta se distribuye a lo largo de la costa occidental africana, desde la república de Ghana hasta Angola y, tierra adentro, cruza el centro húmedo del continente hasta el sur de Sudán y Uganda. Más allá de su área natural de distribución, se ha naturalizado en Colombia, Costa Rica, Puerto Rico, Jamaica y Cuba (Sutton *et al.*, 2017).

Según Muñoz-Labrador (2016), en Cuba tiene una distribución a lo largo de todo el país, principalmente en la región central. En los ecosistemas montañosos del macizo Guamuhaya, ubicado en el centro de la Isla, se informó un grupo de especies exóticas, presentes en los cafetales y áreas de bosques que, por su alta presencia y su gran poder de invasión, se podrían convertir en especies invasoras de estos ecosistemas, entre ellas se encuentra *S. campanulata* (Herrera-Isla *et al.*, 2015).

Las flores del tulipán africano son de las más bellas entre los árboles africanos, por lo que tienen gran uso como planta ornamental (Villareal *et al.*, 2017). Se recomienda como árbol de sombra para parques y patios, aunque también se utiliza como cerca viva (Damaiyani *et al.*, 2018).

Esta planta es objeto de investigación en medicina tradicional y natural por sus disímiles propiedades, derivadas de su metabolismo secundario (Boniface, 2017). Wagh y Butle (2018) y Santos *et al.* (2020) señalaron, entre otras, las propiedades antiinflamatorias, antimicrobianas y antioxidantes de esta especie.

En la actualidad, es una prioridad para los investigadores del sector agropecuario valorar especies que no tienen ningún uso, y ampliar la utilidad de aquellas que normalmente tienen otros propósitos, para su empleo en la alimentación animal. En Cuba existe poca información acerca del valor nutritivo de esta especie, para su utilización como alimento del ganado. El objetivo de este trabajo fue evaluar la composición nutricional de los diferentes órganos de *S. campanulata* en las dos épocas del año, para su uso como alimento alternativo en los sistemas productivos pecuarios.

Materiales y Métodos

Localización y condiciones de suelo. El experimento se desarrolló en el Instituto de Ciencia Animal (ICA), ubicado en los 22°81' de latitud norte y 82°01' longitud oeste, en San José de las Lajas, provincia Mayabeque (Academia de Ciencias de Cuba, 1989). El suelo es moderadamente ácido y se clasifica de tipo Ferralítico Rojo hidratado (Hernández-Jiménez *et al.*, 2015).

Procedimiento experimental. A diez plantas adultas, procedentes de un pastizal del ICA, se le

separaron los órganos (hojas y tallos) y el resto se utilizó como planta integral (hojas más tallos tiernos), al igual que las plantas jóvenes. Las muestras, previamente homogeneizadas, se secaron a temperatura ambiente en un local ventilado de la nave de investigación del departamento de monogástrico, durante cinco días. Las muestras se molinaron en un molino de martillo, a un tamaño de partícula de 1 mm. Las harinas (planta integral adulta, hojas, tallos y planta integral joven) se guardaron en frascos de cristal ámbar para su posterior análisis.

Muestreos. Se realizaron dos muestreos por época del año, en agosto-septiembre, para el período lluvioso y en marzo-abril para el poco lluvioso. Se muestrearon de forma aleatoria 10 arbustos jóvenes, con altura entre 5-7 m, y 10 árboles adultos, con altura entre 10-13 m, lo que constituyó cada una de las muestras.

Análisis bromatológico. La materia seca residual (MSR), proteína bruta (PB) y la ceniza (Cz) se determinaron según AOAC (2006).

Composición mineral. Los macros y microelementos se analizaron por espectrofotometría de absorción atómica, según los procedimientos del libro de datos (Atomic Absorption Data, 1991). El análisis se realizó en un equipo Philips, de la firma Pye Unicam, con número de serie PV 9100. La altura del quemador fue de 10 mm. La composición de los gases fue aire-acetileno, y el flujo fue de 4,5 mm/min. La determinación de fósforo se realizó según la metodología de Amaral (1972).

Fraccionamiento de la fibra. La fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácido (FDA), lignina (Lig) y celulosa (Cel) se determinaron de acuerdo con el procedimiento descrito por Goering y Van Soest (1970).

Análisis estadístico. Se realizó un análisis de varianza previa comprobación de los supuestos de homogeneidad de varianza y la normalidad. Además, se consideró como factores las épocas del año (lluviosa y poco lluviosa) y los órganos de la planta (planta integral adulta, hojas, tallos, planta integral joven). Las diferencias entre medias se contrastaron mediante la dócima de comparación múltiple de Duncan y se utilizó el programa estadístico Infostat® (Di Rienzo *et al.*, 2012).

Resultados y Discusión

En la tabla 1 se muestra el efecto de la época en los indicadores químicos MSR, Cz, macroelementos (Ca, Mg, K, P) y PB de las harinas de los diferentes órganos de *S. campanulata*. Se observó

Tabla 1. Comportamiento de los indicadores químicos materia seca residual, ceniza, minerales y proteína de *S. campanulata* en las épocas lluviosa y poco lluviosa (%).

Indicador	Época	Planta adulta	Hojas	Tallos	Planta joven	EE ±	Valor - P
MSR	Poco lluviosa	89,0 ^{bc}	90,0 ^d	89,3 ^{bdc}	88,0 ^a	0,260	0,0257
	Lluviosa	89,8 ^{dc}	89,8 ^{dc}	88,7 ^{bc}	87,2 ^a		
Ceniza	Poco lluviosa	13,0 ^c	15,8 ^d	6,5 ^a	9,2 ^b	0,310	<0,0001
	Lluviosa	9,6 ^b	11,2 ^c	6,1 ^a	11,7 ^c		
Ca	Poco lluviosa	3,5 ^d	3,6 ^d	1,4 ^b	0,5 ^a	0,080	<0,0001
	Lluviosa	2,5 ^b	3,8 ^e	1,4 ^a	1,5 ^a		
Mg	Poco lluviosa	0,8 ^b	1,7 ^c	0,4 ^a	0,8 ^b	0,020	0,0001
	Lluviosa	0,2 ^a	0,4 ^e	0,25 ^{ab}	0,3 ^b		
K	Poco lluviosa	0,9 ^b	0,6 ^a	1,02 ^c	2,26 ^d	0,030	0,0001
	Lluviosa	1,0 ^b	0,9 ^a	1,0 ^b	1,3 ^c		
P	Poco lluviosa	0,4 ^c	0,3 ^a	0,3 ^b	0,6 ^d	0,004	0,0001
	Lluviosa	0,2 ^b	0,3 ^e	0,2 ^a	0,3 ^c		
PB	Poco lluviosa	12,6 ^b	16,9 ^d	6,3 ^a	15,7 ^c	0,190	0,0002
	Lluviosa	10,8 ^b	15,3 ^c	6,5 ^a	14,2 ^d		

a, b, c, d, e, f. Letras diferentes en una misma fila difieren para $p < 0,05$

MSR: materia seca residual, PB: proteína bruta

interacción entre los factores época del año (lluviosa y poco lluviosa) y órganos de la planta (hojas, tallos), planta integral adulta y planta integral joven.

Los contenidos de MSR y Cz difirieron entre los órganos, las plantas adultas y jóvenes. Los valores de MSR oscilaron entre 87,2- 90,0 % MS. El menor valor ($p < 0,0257$) se registró en la planta joven en la época lluviosa. Mientras, los mayores tenores de Cz se obtuvieron en las hojas en el período poco lluvioso.

En la época lluviosa se alcanzaron las mayores concentraciones de Ca en las hojas de las plantas adultas. Mientras, en el período poco lluvioso, se registraron los mayores valores ($p < 0,001$) de Mg y P en las hojas y en la planta joven.

El K presentó un comportamiento similar al P. La planta joven alcanzó las mayores concentraciones ($p < 0,001$) en la época poco lluviosa, mientras que en el tallo no hubo diferencias según las estaciones climáticas.

En la época poco lluviosa, las concentraciones de proteína en la planta adulta, las hojas y la planta joven se incrementaron con respecto al período lluvioso. Las hojas fueron las que alcanzaron los mayores ($p < 0,05$) valores de proteína. Sin embargo, en los tallos no se encontraron diferencias entre las estaciones climáticas evaluadas.

La determinación del contenido de MS de un forraje es fundamental para una correcta evalua-

ción del contenido de otros constituyentes químicos. Cuando los valores de MS son muy bajos, el contenido de humedad es mayor, lo que posibilita cambios microbiológicos asociados a bacterias, hongos y levaduras, por lo que existe el riesgo de que el alimento se deteriore y se afecte su inocuidad. Los contenidos de MS hallados en este experimento resultaron superiores a los informados por Aregheore y Siasau (2008) en Samoa para plantas de esta misma especie.

Según Lugo *et al.* (2011), la Cz es un indicador de la proporción de compuestos inorgánicos en la planta, y posibilita la estimación de la materia orgánica presente. Los valores de Cz en hojas y tallos resultaron superiores (9,2 y 2,0 %, respectivamente) a los señalados en muestras de *S. campanulata*, recolectadas en Puerto Rico.

García *et al.* (2008) informaron valores de Cz en el rango de 4,3-21,7 % para plantas forrajeras ampliamente utilizadas en la alimentación animal, por lo que los valores hallados en este trabajo se hallan en ese rango, ya que estuvieron entre 6,1 y 15,8 %.

El contenido mineral de los tejidos vegetales es variable, y depende, entre otros factores, del tipo de planta, composición química del suelo, medio ambiente y edad del tejido (Raven *et al.*, 1992). Las diferencias que presentaron los macroelementos entre los períodos experimentales estudiados se pueden

asociar a las pérdidas de minerales solubles en agua en la época de mayores precipitaciones.

Bla *et al.* (2016), al evaluar la composición mineral de *S. campanulata* en plantas cultivadas en África encontraron en las hojas valores para el Ca, P y Mg de 71,6; 33,6 y 73,6 ppm, respectivamente. Estos resultados son inferiores a los obtenidos aquí en las dos épocas analizadas. Las diferencias pueden estar relacionadas con las variaciones en las condiciones edafoclimáticas

La PB, al igual que otros indicadores de composición química, varía según las partes de la planta que se cosecha y su estado fenológico. En este estudio, las diferencias que presentó la proteína entre los órganos de la planta se pueden atribuir al aumento de la síntesis de compuestos proteicos en las hojas, debido a la actividad que estos órganos realizan en la síntesis de carbohidratos y otras sustancias que integran la planta. La disminución de la concentración de PB en la época lluviosa (con la excepción del tallo) puede estar relacionada con un efecto de dilución del nitrógeno, al aumentar la acumulación de biomasa por las condiciones favorables de luz, temperatura y humedad en esta época (Muñoz-González *et al.*, 2016).

Los valores de PB para las hojas y la planta joven, en ambas épocas climáticas, superaron 14,0 %, y son superiores a los informados (13,1 y 9,0 % MS) por Cabrera-Núñez *et al.* (2019) en otras especies de la familia Bignoniaceae. Por tanto, esta planta pudiera ser una alternativa para contribuir con los requerimientos proteicos de los animales, principalmente en el período poco lluvioso, cuando el alimento es más escaso.

En lo referente a los componentes de la pared celular, también se encontraron interacciones entre tratamientos y época del año (tabla 2).

Se constató que los valores de FDN y FDA difirieron entre las dos épocas del año para las harinas de la planta adulta, hojas, tallos y planta joven. Los mayores valores ($p < 0,001$) se alcanzaron en los tallos en el período lluvioso (81,6 y 65,3 %, respectivamente). Similar comportamiento presentó la lignina y celulosa con respecto a la época en todas las fracciones. Sin embargo, la concentración de lignina fue similar para la planta adulta, tallos y planta joven en el período poco lluvioso.

En este estudio se observó mayor contenido de FDN y FDA en la época lluviosa. Estos resultados pueden estar relacionados con el comportamiento de los factores climáticos en cada período estacional. El lluvioso es la etapa de mayores temperaturas, radiación solar, duración de la luz y lluvias, por lo que el crecimiento y desarrollo de las plantas es mayor. Desde el punto de vista metabólico, hay condiciones propicias para la producción de carbohidratos a partir de la fotosíntesis, por lo que aumenta el contenido de pared celular, y se reduce la digestibilidad de la planta (Herrera *et al.*, 2017).

En este experimento, los valores de lignina resultaron superiores a los obtenidos por Alatorre-Hernández *et al.* (2018) en leguminosas tropicales. Sin embargo, pudieran estar sobrestimados, debido a que los taninos se unen a la fibra y pueden ocasionar la sobrestimación de sus contenidos. Este aspecto se evidenció en un estudio que llevó a cabo Pérez (2017) en diferentes órganos de *S. campanulata*. Este autor encontró altas concentraciones de taninos condensados, ligados a la FDA y la FDN, en las dos épocas del año. La biosíntesis y deposición de la lignina en la pared celular de la planta también se pueden incrementar cuando la planta está sometida a algún estrés, como el que pueden provocar las aves y otros animales herbívoros, debido a que

Tabla 2. Comportamiento de los indicadores químicos de *S. campanulata* en las épocas lluviosa y poco lluviosa (%.)

Indicador	Época	Planta adulta	Hojas	Tallos	Planta joven	EE ±	Valor - P
FND	Poco lluviosa	45,1 ^b	42,6 ^a	71,4 ^c	45,9 ^b	0,710	0,0001
	Lluviosa	60,6 ^a	46,2 ^b	81,6 ^c	59,7 ^a		
FAD	Poco lluviosa	34,9 ^b	28,5 ^a	58,2 ^d	43,9 ^c	0,590	0,0001
	Lluviosa	53,1 ^b	40,9 ^a	65,3 ^d	54,8 ^c		
Lig	Poco lluviosa	13,5 ^b	12,5 ^a	13,9 ^b	13,8 ^b	0,280	0,0223
	Lluviosa	7,4 ^a	7,1 ^a	9,2 ^b	9,6 ^b		
Cel	Poco lluviosa	20,9 ^b	15,0 ^a	43,8 ^d	30,1 ^c	0,350	0,0001
	Lluviosa	45,0 ^b	32,4 ^a	54,1 ^c	44,9 ^b		

a, b, c, d, e, f. Letras diferentes en una misma fila difieren para $p < 0,05$

FDN: fibra detergente neutro, FAD: fibra detergente ácido, Lig: lignina y Cel: celulosa

se considera un mecanismo importante de defensa (Lagunes-Fortiz y Zavaleta-Mejía, 2016).

La fracción fibrosa de los vegetales es uno de los indicadores que puede limitar su consumo voluntario por parte de los animales. Para incluir los forrajes de esta planta en la alimentación de las diferentes especies de animales no es suficiente la composición química de su fracción fibrosa, sino que se necesita estudiar sus propiedades físicas. Según Savón (2010), este indicador contribuye a determinar la calidad de los alimentos fibrosos y predecir sus efectos en las funciones gastrointestinales del organismo animal.

Otro aspecto indispensable para recomendar esta especie como alimento animal es el estudio de los metabolitos secundarios, ya que la presencia de algunos de estos compuestos puede afectar la eficiente utilización de nutrientes en los animales. No obstante, Scull (2018) señala que los efectos antinutricionales o beneficiosos de los compuestos secundarios dependen de su concentración, estructura química y biodisponibilidad, así como de la especie animal y sus características.

Conclusiones

Los resultados de esta investigación indican alto contenido de compuestos químicos, que constituyen nutrientes esenciales para el metabolismo animal, lo que evidencia el potencial nutricional de la especie *S. campanulata* para su uso como alimento alternativo en los sistemas productivos pecuarios. No obstante, es necesario realizar investigaciones futuras para constatar el efecto de esta planta en las diferentes especies de animales.

Agradecimientos

Se agradece al Programa Nacional de Producción de Alimento Animal del Ministerio de Ciencia Tecnología y Medio Ambiente de Cuba (CITMA) por la financiación del proyecto Obtención y evaluación de compuestos bioactivos de origen vegetal potencialmente útiles como antioxidantes naturales.

Contribución de los autores

- Idania Scull-Rodríguez. Diseño y montaje de la investigación, el análisis e interpretación de los datos, la redacción y la revisión del manuscrito.
- Arabel Elías-Iglesias[†]. Diseño de la investigación.
- Dairon Pérez-Fuentes. Realización de la investigación, el procesamiento de los datos y la redacción del manuscrito.
- Lourdes Lucila Savón-Valdés. Asesoramiento de la investigación y la revisión de manuscrito.

- Magalys Herrera-Villafranco. Diseño de la metodología y el análisis estadístico de los datos.
- Natacha Pompa-Castillo. Realización de la investigación y el procesamiento de los datos.

Conflictos de intereses

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses entre ellos.

Referencias bibliográficas

- Academia de Ciencias de Cuba. *Nuevo Atlas Nacional de Cuba*. La Habana: Instituto Cubano de Geodesia y Cartografía, 1989.
- Alatorre-Hernández, A.; Guerrero-Rodríguez, J. de D.; Olvera-Hernández, J. I.; Aceves-Ruiz, E.; Vaquera-Huerta, H. & Vargas-López, S. Productividad, características fisicoquímicas y digestibilidad *in vitro* de leguminosas forrajeras en trópico seco de México. *Rev. Mex. Cienc. Pecuarias*. 9 (2):296-315, 2018. DOI: <https://doi.org/10.22319/rmcpv9i2.4361>.
- Amaral, A. *Técnicas analíticas para evaluar macronutrientes en cenizas de caña de azúcar. Laboratorio de nutrición de la caña*. La Habana: Escuela de Química, Universidad de La Habana, 1972.
- AOAC. *Official methods of analysis*. 20th ed. Arlington, USA: AOAC International, 2006.
- Aregheore, E. M. & Siasau, M. Nutritive value and voluntary feed intake of African tulip (*Spathodea campanulata*) and lemon (*Citrus limon*) foliage as supplements in untreated and urea treated maize stover diets by growing goats. *Sci Agric. Bohem*. 39 (4):318-323. <https://sab.czu.cz/dl/44576?lang=en>, 2008.
- Atomic Absorption Data. *A scientific and industrial company of Philips*. Cambridge, UK: Pye Unicam, 1991.
- Begum, A.; Biswas, P. & Shahed-Al-Mahmud, Md. Methanol extract of *Spathodea campanulata* P. (Beauv.) leaves demonstrate sedative and anxiolytic like actions on swiss albino mice. *Clin. Phytosci*. 6 (41):2-12, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1186/s40816-020-00182-z>.
- Bla, B. K.; Koffi, J. A.; Silue, D. K.; Houphouët, F. & Djaman, J. A. Determination of mineral elements and crude protein of eight medicinal plants from Central Côte D'ivoire. *International Journal of Sciences*. 5 (02):63-69, 2016. DOI: <https://doi.org/10.18483/ijSci.946>.
- Boniface, P. K. Advances on ethnomedicinal uses, phytochemistry, and pharmacology of *Spathodea campanulata* P. Beauv. *EC Pharmacol. Toxicol*. 5 (2):51-62, 2017.
- Cabrera-Núñez, Amalia; Lammoglia-Villagomez, M.; Alarcón-Pulido, Sara; Martínez-Sánchez, C. & Rojas-Ronquillo, Rebeca. Árboles y arbustos forrajeros

- utilizados para la alimentación de ganado bovino en el norte de Veracruz, México. *Abanico Vet.* 9:1-12, 2019. DOI: <https://doi.org/10.21929/abavet2019.913>.
- Damaiyani, J.; Purwestri, Y. A. & Sumardi, I. The orbicules and allergenic protein of African tulip tree (*Spathodea campanulata* P. Beauv.): a roadside ornamental plant in Malang, Indonesia. *Journal of Biological Researches.* 24 (1):43-46. <http://lipi.go.id>, 2018. DOI: <https://doi.org/10.23869/bphijbr.24.1.20186>.
- Di-Rienzo, J. A.; Casanoves, F.; Balzarini, Mónica G.; González, Laura A.; Tablada, M. & Robledo, C. *InfoStat versión 2012*. Córdoba, Argentina: Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba. <http://www.infostat.com.ar>, 2012.
- García, D. E.; Medina, María G.; Cova, L. J.; Torres, A.; Soca, Mildrey; Pizzani, P. *et al.* Preferencia de vacunos por el follaje de doce especies con potencial para sistemas agrosilvopastoriles en el Estado Trujillo, Venezuela. *Pastos y Forrajes.* 31 (3):255-270. http://www.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-0394200800300006&Ing=es&nrm=iso, 2008.
- Goering, H. & Van Soest, P. J. *Forage fiber analysis (Apparatus, reagents, procedures and some applications)*. Washington: USDA. Agricultural Handbook No. 379, 1970.
- Hernández-Jiménez, A.; Pérez-Jiménez, J. M.; Bosch-Infante, D. & Castro-Speck, N. *Clasificación de los suelos de Cuba 2015*. Mayabeque, Cuba: Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, Instituto de Suelos, Ediciones INCA, 2015.
- Herrera, R. S.; Verdecia, D. M.; Ramírez, J. L.; García, M. & Cruz, Ana M. Relation between some climatic factors and the chemical composition of *Tithonia diversifolia*. *Cuban J. Agric. Sci.* 51 (2):271-279. <http://www.cjascience.com/cjas13217.pdf>, 2017.
- Herrera-Isla, L.; Grillo-Ravelo, H.; Harrington, T.; Díaz-Medina, A. & Álvarez-Puente, R. *Ceratocystis fimbriata* Ellis & Halst. f. sp. Spathodense (nueva especialización): agente causal de la marchitez en *Spathodea campanulata* Beauv. en Cuba. *Rev. Protección Veg.* 30 (1):40-45. http://www.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1010-27522015000100007&Ing=es&Ing=iso, 2015.
- Lagunes-Fortiz, Erika & Zavaleta-Mejía, Emma. Función de la lignina en la interacción planta-nematodos endoparásitos sedentarios. *Rev. Mex Fitopatol.* 34 (1):43-63, 2016. DOI: <https://doi.org/10.18781/R.MEX.FIT.506-7>.
- Lugo, A. E.; Abelleira, O. J.; Collado, A.; Viera, C. A.; Santiago, Cynthia; Vélez, D. O. *et al.* Allometry, biomass, and chemical content of novel African tulip tree (*Spathodea campanulata*) in Puerto Rico. *New Forests.* 42:267, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11056-011-9258-8>.
- Muñoz-González, J. C.; Huerta-Bravo, M.; Lara-Bueno, A.; Rangel-Santos, R. & Rosa-Arana, J. L. de la. Production and nutritional quality of forages in conditions Humid Tropics of Mexico. *Rev. Mex. Cienc. Agric.* 7 (spe 16):3315-3327. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-0934201600123315&Ing=es&nrm=iso, 2016.
- Muñoz-Labrador, Y. J. *Vegetación forestal en áreas aledañas al puente del vial Colón, ciudad Pinar del Río*. Tesis para la obtención del título de Ingeniero forestal. Pinar del Río, Cuba: Universidad de Pinar del Río, 2016.
- Nghiem, L. T. P.; Tan, H. T. W. & Corlett, R. T. Invasive trees in Singapore: are they a threat to native forests? *Trop. Conserv. Sci.* 8 (1):201-214. <http://www.tropicalconservationscience.org>, 2015.
- Pérez, D. *Determinación de componentes nutricionales y fitoquímicos de plantas silvestres Spathodea campanulata*. Tesis de diploma en opción al título de Licenciado en Química. La Habana: Universidad de La Habana, 2017.
- Raven, P. H.; Evert, R. F. & Eichhorn, Susan E. *Biología de las plantas*. (S. Santamaría, F. Lloret y M. Mas, eds.). Barcelona, España: Editorial Reverté S.A, 1992.
- Santos, V. E. M. dos S; Minatel, I. O.; Lima, Giuseppina P. P.; Silva, R. M. G. & Chen, C.-Y. O. Antioxidant capacity and phytochemical characterization of *Spathodea campanulata* growing in different climatic zones in Brazil. *Biocatal. Agric. Biotechnol.* 24:101536, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.bcab.2020.101536>.
- Savón, Lourdes L. *Harina de forrajes tropicales. Fuentes potenciales para la alimentación de especies monogástricas*. Tesis en opción al grado de Doctor en Ciencias Veterinarias. San José de las Lajas, Cuba: Instituto de Ciencia Animal, 2010.
- Scull, Idania. *Caracterización química de la harina de forraje de Mucuna pruriens (L) D. vc. utilis (Wall. Ex Wight) L. H. Bailey y su evaluación como antioxidante natural para la alimentación animal*. Tesis en opción al grado de doctor en Ciencias Veterinarias. Mayabeque, Cuba: Instituto de Ciencia Animal, 2018.
- Sutton, G. F.; Paterson, L. D. & Paynter, Q. Genetic matching of invasive populations of the African tulip tree, *Spathodea campanulata* Beauv. (Bignoniaceae), to their native distribution: Maximising the likelihood of selecting host-compatible biological control agents. *Biological Control.* 114:167-175, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2017.08.015>.

- Tanayen, J. K.; Ezeonwumelu, J. OC; Ajayi, A. M.; Oloro, J.; Tanayen, Grace G.; Lonzy, O. *et al.* Evaluation of the acute and sub chronic toxicities of the methanolic stem bark extract of *Spathodea campanulata* (P. Beauv.) Bignoniaceae. *Br. J. Pharmacol. Toxicol.* 7 (1):9-19, 2016. DOI: https://doi.org/10.19026/_bipt.7.2804.
- Villarreal, Silvana; Moreno, Sindy; Jaimez, Deisy; Rojas-Fermín, L. B.; Lucena-Escalona, María E.; Díaz, Lorena *et al.* Actividad antibacteriana y antioxidante de extractos crudos de plantas pertenecientes a la familia Bignoniaceae. *Acta Bioclin.* 7 (14):205-222. <http://revistas.saber.ula.ve/index.php/actabioclinica/article/8354-26743-2-PB>, 2017.
- Wagh, Anita S. & Butle, S. R. Plant profile, phytochemistry and pharmacology of *Spathodea campanulata* P. Beauvais (African tulip tree): A review. *Int. J. Pharm. Pharm. Sci.* 10 (5):1-6, 2018. DOI: <https://doi.org/10.22159/ijpps.2018v10i5.24096>.