



Orinoquia

ISSN: 0121-3709

orinoquia@hotmail.com

Universidad de Los Llanos

Colombia

Cortés-Castillo, Caroll E.; Quiñones-Méndez, Luz M.; Hernández C, Catalina  
Caracterización fitoquímica y bromatológica de *Dichapetalum spruceanum* vell.affinis planta silvestre  
de la Orinoquia Colombiana y sus potencialidades de uso  
Orinoquia, vol. 14, núm. 1, diciembre, 2010, pp. 49-57  
Universidad de Los Llanos  
Meta, Colombia

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=89622691005>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica  
Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal  
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

# **Caracterización fitoquímica y bromatológica de *Dichapetalum spruceanum vell.affinis* planta silvestre de la Orinoquia Colombiana y sus potencialidades de uso**

## **Phytochemical and Bromatologic characterization of *Dichapetalum spruceanum vell.affinis* silvester plant of the Colombian Orinoquia and use potentiality**

Caroll E. Cortés-Castillo<sup>1</sup>, Luz M. Quiñones-Méndez<sup>2</sup>, Catalina Hernández C<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Química, Esp. Profesora Facultad Ciencias Básicas e Ingeniería. Universidad de los Llanos.  
E-mail: carolledith@hotmail.com

<sup>2</sup> Bióloga, Msc. Profesora Facultad Ciencias Básicas e Ingeniería. Universidad de los Llanos.  
E-mail: luzquime@gmail.com

<sup>3</sup> Estudiante de Ingeniera Agronómica. Universidad de los Llanos, E-mail: caterinhr@hotmail.es

Facultad Ciencias Básicas e Ingeniería. Universidad de los Llanos. Grupo de Investigación Biorinoquia, Línea de Investigación Recurso Florístico. Universidad de los Llanos, Km 12 vía Puerto López, Villavicencio, Colombia.

### **RESUMEN**

*Dichapetalum spruceanum vell.affinis* (DICHAPETALACEAE), es una especie espontánea del departamento del Casanare en la Orinoquia Colombiana, la cual ha sido poco estudiada y considerada una maleza para los cultivos que se desarrollan en esa zona; dentro del marco del proyecto Caracterización fitoquímica y bromatológica de *Dichapetalum spruceanum*, planta silvestre subexplotada de la Orinoquia Colombiana, financiado por el Instituto de Investigaciones de la Orinoquia Colombiana (IIOC), se desarrollo un estudio acerca de la composición fitoquímica y bromatológica de la raíz o xilopodio con miras a determinar su potencialidad de uso, teniendo en cuenta su amplia distribución y su gran tamaño másico (12kg promedio). Esta especie está asociada a suelos húmedos ubicados en terrazas medias y bajas y en zonas de vega principalmente; dentro de los metabolitos secundarios característicos se encontraron alcaloides, compuestos cardiotónicos y cumarinas, así como su alto contenido de nutrientes digestibles totales

(87,65 %), que sumado a los resultados del análisis bromatológico permiten vislumbrar la potencialidad que esta especie tiene como recurso para biocombustibles y para alimentación animal.

**Palabras clave:** Recurso florístico, Orinoquía, fitoquímica, bromatología, metabolitos secundarios.

## ABSTRACT

*Dichapetalum cf. spruceanum* (DICHAPETALACEAE), is a spontaneous specie of Casanare department at colombian Orinoquia, which has been few studied and it has been considered weeds in the crops developed in this area; in the frame of project *Characterization phytochemical and bromatologic of Dichapetalum cf. spruceanum wild plant underexploited* at colombian Orinoquia, sponsor for Instituto de Investigaciones de la Orinoquia Colombiana (IIOC), was developed a study about phytochemical and bromatologic composition of root to determine its use potentiality, having on count its wide distribution and big mass size (12kg average).

Was found that this specimen is associated to humid soils placed in middle and lower terraces and floodplains mainly; within the characteristic secondary metabolites were found alkaloids, cardiotonics compounds and cumarines, as well as, a high content of total digestible nutrients (87.65 %), added to the other results of bromatologic analysis allowed to think in the potentiality that this plant has as biofuel and animal feeding resource.

**Key Words:** Floristic resource, Orinoquia, phytochemical, bromatology, secondary metabolites.

## INTRODUCCION

Según la FAO, 1992, “El descubrimiento de América, que puso en contacto dos mundos diversos, con historias, culturas y tradiciones propias, tendió al mismo tiempo un puente entre dos macrocosmos ecológicos radicalmente diferentes. Los primeros llegados llevaron a América, junto con su lengua, su religión y sus costumbres, algunas de las plantas cultivadas que en los milenios anteriores se habían extendido por el continente euroasiático. Y de regreso trajeron consigo, además de relatos de riquezas asombrosas, misteriosas culturas y costumbres exóticas, productos de la tierra desconocidos en el Viejo Mundo. Se inició así un vivaz intercambio de plantas y animales que en los siglos siguientes transformó profundamente los sistemas de explotación agrícola y los hábitos alimentarios a ambos lados del Atlántico.”

En el curso de ese intercambio, productos que en el pasado habían ocupado un lugar destacado en la economía y la alimentación de vastas regiones de

América Latina desaparecieron o quedaron marginados, cediendo su lugar a cultivos provenientes del viejo continente. Con el tiempo, el cambio de los hábitos alimentarios determinado por la introducción de esas plantas, y los bajos rendimientos de muchas de ellas en condiciones agro meteorológicas muy distintas de las de sus lugares de origen, crearon en algunos países del centro y sur de América una situación de dependencia económica y alimentaria que constituye hoy día un serio obstáculo para su desarrollo.

En un momento en que el mundo conoce un aumento exponencial de su población y se pregunta con ansia si será posible poner fin a las situaciones de grave escasez de alimentos hoy existentes en muchas regiones, y producir en el futuro alimentos suficientes para todos sin causar nuevos daños a nuestro entorno natural, siendo lógico volver la vista hacia el pasado y ver si algunos de esos cultivos tradicionales podrían contribuir a mitigar el grave problema alimentario que la humanidad tiene planteado (FAO 1992).

En la actualidad, investigadores de países como Perú, Ecuador, Chile, Costa Rica y México se encuentran realizando numerosos estudios sobre la caracterización nutricional de raíces y tubérculos de usos conocidos o potenciales para ser incluidos como cultivos comerciales, tal es el caso de Espín *et al* (2004) quienes determinaron las potencialidades nutricionales y características fitoquímicas de diferentes especies de Perú y Ecuador. En Colombia, Rincón (2001) realizó la caracterización nutricional de leguminosas arbóreas y Bermúdez (2002) estudio el potencial forrajero de diferentes especies de leguminosas.

Estudios específicos en la familia Dichapetalaceae fueron desarrollados por Bello-Pérez *et al* (2001) con la especie *Okenia hypogaea* en México y Fasuy (2006) con las especies *Talium triangulare*, *Amaranthus cruentus* y *Telfairia occidentalis* en Nigeria. No se encontraron registros para la especie *Dichapetalum spruceanum*.

*Dichapetalum spruceanum* es una especie que forma densas poblaciones distribuidas en suelos húmedos ubicados en terrazas medias y bajas y en zonas de vega del departamento del Casanare, donde es considerada una planta indeseable y de difícil erradicación por agricultores y ganaderos pues compite con cultivos como el arroz e invade los potreros. Un análisis morfológico de la planta permite determinar que posee una raíz o xilopodio, como órgano de reserva que puede llegar a pesar hasta 16 kg. Esta característica nos indujo a presentar al IIOC un proyecto para determinar mediante análisis fitoquímicos y bromatológico su potencialidad de uso alimenticio o industrial y ofrecer este recurso nativo como una alternativa de ingreso a las comunidades de la región.

Las posibilidades de fomentar el uso y consumo del Cedrón, así como de raíces y tubérculos de la Orinoquía va a depender del conocimiento que se posea respecto a sus componentes químicos, junto con sus características físicas, nutricionales y funcionales que produzcan orientación de su posible uso y aplicación.

La especie estudiada pertenece a la familia de las Dichapetalaceae compuestas por arbustos y lianas, menos frecuentemente árboles, incluye tres géneros y cerca de 250 especies, según Prance (2007) se encuentran distribuidas en las zonas tropicales del mundo (excepto en Polinesia y Micronesia), con algunas extensiones en las regiones subtropicales de África e India. En Colombia se conocen 24 especies representantes de los tres géneros (*Dichapetalum*, *Stephanopodium* y *Tapura*). La familia se distribuye principalmente en las zonas bajas y húmedas del país, con una gran concentración de especies en la región del Pacífico, solo dos especies (*Stephanopodium aptotum* y *Tapura colombiana*) se extienden también al bosque subandino, alcanzando hasta 2400 m de altitud (Martínez & Galeano 2001).

Es una familia de la que se conocen pocos usos; no obstante, algunas especies como *Tapura colombiana* y *T. costata* ("costillo") son maderables, mientras que otras especies son empleadas por comunidades locales para diversas labores.

Algunas especies australianas y Sudáfricanas como *Dichapetalum cymosum* y *D. toxicorum* han sido reportadas como tóxicas, debido a la presencia del ácido monofluoroacético; el fluoracetato de sodio ( $\text{CF}_3\text{COONa}$ ) y la fluoroacetamida ( $\text{CF}_3\text{CONH}_2$ ) se usa principalmente como rodenticidas, los fluoracetatos bloquean el ciclo del ácido tricarbóxico y es sumamente tóxico. La dosis letal oral aproximada para adultos es de 30mg.

Respecto a estudios similares realizados a raíces y tubérculos andinos se encuentran investigaciones realizadas por Espín *et al* (2004) en el Perú y Ecuador, en las cuales se determinaron las potencialidades nutricionales y características fitoquímicas, para las especies, oca (*Oxalis tuberosa*), melloco (*Ullucus tuberosus*), mashua (*Tropaeolum tuberosum*), zanahoria blanca (*Arracacia xanthorrhiza*), miso (*Glycine max*), jícama (*Pachyrhizus erosus*) y para achira (*Canna* sp.), y encontraron que la mayoría de estas raíces y tubérculos, son buenas fuentes de almidón y de metabolitos secundarios con potencial de aplicación en diferentes áreas de la industria.

Al explorar el estado actual del tema referente a estudios realizados en la especie *Dichapetalum spruceanum* no se encuentran reportes debido a que se trata de una especie poco conocida y con uso localizado. Sin embargo, en países como México, Bello-Pérez *et al* (2001) estudiaron el potencial nutritivo de la especie *Okenia hypogaea*; en Nigeria, Fasuy (2006), hizo un estudio sobre el potencial nutricional de tres especies arbóreas *Talium triangulare*, *Amaranthus cruentus* and *Telfairia occidentalis*; León *et al* (1993), hicieron en Venezuela la caracterización química y el valor nutricional de granos de leguminosas tropicales para la alimentación de aves; en Chile, Torres *et al* (1999) determinaron las propiedades físico-química de frutos de murta (murtilla) *Ugni molinae turcz.*

## MATERIALES Y METODOS

El trabajo de campo se realizó en suelos húmedos ubicados en terrazas medias y bajas y en zonas de vega del departamento de Casanare en los municipios de Maní, Yopal, Nunchia, Pore y Paz de Ariporo, ubicados a una altitud entre los 200 y los 380 msnm.

La identificación de especímenes y los análisis fitoquímicos y bromatológicos, se llevaron a cabo en las instalaciones del herbario, en los Laboratorios de Química y Nutrición Animal, de la Universidad de los Llanos, ubicada en el km 12 vía Puerto López, vereda Barcelona del municipio de Villavicencio, Departamento del Meta.

### Tratamiento de las muestras

Los especímenes colectados en campo fueron remitidos al Herbario de la Universidad de los Llanos para su completa identificación y las raíces o xilopodios se pesaron en balanza romana debido a su gran tamaño, posteriormente se sometieron al proceso de molienda para su caracterización fitoquímica y bromatológica; adicionalmente se realizaron cortes transversales de la muestra para ser analizados en el microscopio y detectar la posible presencia de almidón.

Otros estudios en Colombia se encuentran dirigidos hacia el aprovechamiento de especies vegetales en la nutrición animal, en particular, la Universidad de los Llanos ha realizado aportes significativos en este tema liderados por la profesora María Ligia Roa y colaboradores (1999; 2003), además se han realizado trabajos de grado, tales como el de Rincón, (2001), sobre caracterización nutricional de leguminosas arbóreas. En el contexto nacional encontramos los trabajos realizados por Giraldo (1996) de la Universidad Nacional sobre calidad, potencial forrajero y producción animal de las *Acacias decurrens* y *A. mearnsii* entre otros.

### Caracterización Bromatológica

Un total de cinco especímenes fueron pesados, se lavaron con agua y se realizaron cortes transversales de los mismos haciendo rodajas de cerca de 2cm de espesor y 15cm de diámetro, luego se pusieron a secar en horno.

El material seco fue sometido a análisis proximal, para determinar la humedad final, la cantidad de cenizas, el extracto etéreo, proteína, fibra cruda, extracto no nitrogenado, nutrientes digestibles totales, energía bruta, energía digestible y energía metabolizable de acuerdo con los protocolos de la AOAC (1990) en el Laboratorio de Nutrición Animal de la Universidad de los Llanos.

### Caracterización fitoquímica

Las muestras secas y molidas se sometieron a proceso de maceración en etanol durante un periodo de 24 horas a temperatura ambiente en una proporción de 20g de muestra y 100ml de etanol (Dominguez, 1973), una vez pasado el tiempo de maceración se procedió a filtrar y almacenar en recipientes ámbar para ser sometidos a las correspondientes pruebas de coloración cualitativa para identificación de los componentes fitoquímicos tales como alcaloides, terpenoides, saponinas, cardiotónicos, flavonoides, cumarinas y taninos.

## RESULTADOS

### Descripción morfológica

La bibliografía pertinente a la familia, en especial la monografía de Flora de Colombia hecha por Prance (2001), permitió determinar que la especie a estudiar corresponde al Género *Dichapetalum*, representado en Colombia por 10 especies. Mediante el uso de la clave del género hecha por el mismo autor y por comparación con especímenes depositados en el herbario COL de la Universidad Nacional, permitió determinar que la especie es afín a *Dichapetalum spruceanum*.

Esta especie se caracteriza por ser arbusto escandente o bejuco con raíz o xilopodio de hasta 16 Kg de peso, ramas jóvenes tomentulosas, glabras con la edad. Hojas alternas, ovadas a elípticas, coriáceas, redondeadas a cuneadas y ligeramente desiguales en la base, acuminadas en el ápice, planas, vena media mas o menos plana en el haz, pubescente cuando joven; pecíolo 7-15mm de largo, esparcidamente corto-tomentuloso, estípulas caducas. Inflorescencia en panículas axilares

expandidas, raquis y ramas cortamente pubérulas (véase foto 1); brácteas y bractéolas triangulares, ca. 2 mm de largo, persistentes, tomentosos. Flores hermafroditas; pedicelos ca. 0,5mm de largo; cáliz ca. 2mm de largo, tomentosos, lóbulos iguales; corola con 5 lóbulos iguales, libres hasta la base. Estambres 5, fértiles, alternos con los lóbulos de la corola. Disco de 5 glándulas, ápices lobulados; ovario bilocular o trilocular, con 2 óvulos en cada lóculo, lanoso por fuera; fruto elipsoide, de color amarillo pálido cuando inmaduro y color marrón oscuro cuando maduro; epicarpo con pubescencia adpresa, corta y densa; mesocarpo delgado, endocarpo delgado, duro, glabro por dentro.

Esta especie se distribuye en los bosques de las laderas orientales del los Andes de Colombia, Ecuador y Perú, en Colombia se reporta para Antioquia, Meta, Putumayo y según datos de las colecciones registradas florece entre los meses de febrero y agosto.



Foto 1. *Dichapetalum* cf. *Spruceanum*. A. Raíz; B. Frutos ; C. Flores

### Caracterización fitoquímica y bromatológica

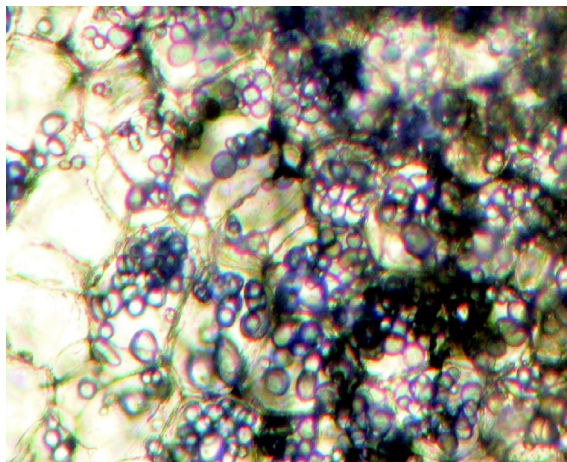
A continuación se presenta los resultados obtenidos durante este estudio, indicando las cantidades máxicas de las muestras colectadas (véase tabla 1),

los resultados de las pruebas fitoquímicas preliminares (véase tabla 2) y los análisis bromatológicos sobre las muestras de interés (véase tabla 3).



Los cortes transversales de la raíz, sometidos a tinción con yodo fueron observados al microscopio permitiendo

evidenciar la presencia abundante de amiloplastos (foto 2).



**Foto 2.** Vista al microscopio de corte transversal de raíz. Objetivo 10X

Los rangos máxicos para la raíz en estudio, fueron reportados entre las 9 y las 33 libras aproximadamente (véase tabla 1), si adicionalmente se tiene en cuenta la abundancia de gránulos de

almidón, se puede intuir el potencial de uso y aplicación que se le podría dar a esta especie para la producción de harinas, o para su uso en pruebas de fermentación con fines de uso industrial.

**Tabla 1.** Cantidades máxicas de las raíces colectadas de *Dichapetalum cf. Spruceanum*

Muestra	Masa (lb)
Nunchia	21.3 ± 0.5
Diamante	14.0 ± 0.5
Uari 1	9.5 ± 0.5
Pore	20.5 ± 0.5
Garcero	32.8 ± 0.5
Jamaica	26.1 ± 0.5
Uari2	19.5 ± 0.5

Durante el trabajo de campo se encontró una densidad poblacional correspondiente a una planta por metro cuadrado (véase foto 3), en terrazas medias y bajas y en zonas de vega principalmente; la presencia de *Dichapetalum spruceanum*, en grandes extensiones de tierra y la información suministrada

por los habitantes de la región, acerca de la amplia resistencia ante los diversos métodos de erradicación empleados, como son el uso de guadaña y de herbicidas sistémicos tales como Paraquat o Glifosato, permiten establecer que esta especie se propaga fácilmente y tiene alto poder de regeneración.



**Foto 3.** Densidad poblacional de *Dichapetalum spruceanum*. Tomada por autores

Respecto al estudio fitoquímico preliminar los resultados muestran que *Dichapetalum spruceanum* (tabla 2), presenta entre sus metabolitos secundarios alcaloides, compuestos cardiotónicos y cumarinas, detectados por pruebas específicas de coloración, realizadas sobre el extracto etanólico, estos resultados coinciden con algunas de las observaciones recogidas

en campo pues los habitantes de la zona reportan pérdida de animales (cerdos y aves) por intoxicación cuando se les suministro esta raíz en su alimentación; sin embargo, también algunas personas informaron que al cocinar estas raíces y botarles el agua de cocción, no se producía daño alguno sobre los animales que fueron expuestos al consumo de esta raíz.

**Tabla 2.** Estudio fitoquímico *Dichapetalum spruceanum*

Metabolito Secundario	Ensayos	Resultados
Alcaloides	Dragendorff	+
	Mayer	+
	Wagner	+
Compuestos cardiotónicos	Baljet	+
	Keller	-
	Lieberman	-
	Salkowski	+
Saponinas	Espuma	-
Flavonoides	Reacción con HCl	-
Cumarinas volátiles	Florescencia UV	+
Taninos	Gelatina	-
	Solución salina	-
Triterpenos y/o esteroides	Liebermann-Burchard	-
	Salkowski	-

En cuanto al análisis bromatológico (véase tabla 3), se estableció un contenido de humedad final correspondiente al 1.3 %, sin embargo, es importante mencionar que la determinación de humedad se

realizó en la muestra después de haber sido sometida previamente a un proceso de secado en donde las muestras perdieron aproximadamente el 50 % del peso preliminar al análisis bromatológico.



**Tabla 3.** Análisis bromatológico de *Dichapetalum spruceanum*

Parámetro	Cantidad promedio en raíz	Cantidad promedio en frutos
Humedad final (g/100g muestra)	1.30 ± 0.83	1.12
Cenizas (g/100g muestra)	6.64 ± 3.93	7.03
Extracto etéreo (g/100g muestra)	0.91 ± 0.19	1.17
Proteína (g/100g muestra)	7.34 ± 1.21	16.16
Fibra cruda (g/100g muestra)	5.99 ± 2.58	20.3
Extracto no nitrogenado (g/100g muestra)	77.82 ± 5.44	54.22
Nutrientes digestibles totales (g/100g muestra)	87.65 ± 7.58	71.7
Energía bruta (cal/g)	3.72 ± 0.19	3.73
Energía digestible (cal/g)	3.86 ± 0.34	3.16
Energía metabolizable (cal/g)	3.17 ± 0.27	2.59

El contenido de cenizas en la raíz presentó un valor promedio 6,64 g de cenizas por cada 100 gramos de muestra y en frutos fue de 7 g, indicando la posible presencia de un alto contenido de minerales comparado con otras harinas como la de trigo que posee entre el 1 y 2 % de minerales (Fernandez, 1985); en cuanto al extracto etéreo se encontró una baja cantidad, dando indicios de que esta raíz es pobre en contenido de lípidos o esteres de los ácidos grasos, fosfolípidos, lecitinas, esteroides, ceras, ácidos grasos libres.

La proteína presente en la raíz es cercana al 7 %, y mayor al contenido de proteína reportado para otras raíces y tubérculos como la yuca con 3 %, o la papa

con el 2 % de contenido de proteína (Montilla *et al*, 1983). La fibra cruda considerada la porción no digerible de los alimentos presenta valores bajos para la raíz (6 %) y considerablemente altos para los frutos (20 %), el extracto no nitrogenado es el que muestra la mayor proporción en raíz cercano al 70 % y en fruto cercano al 54 %, resultados que evidencian el alto contenido de carbohidratos presentes en esta especie.

El alto porcentaje de nutrientes digestibles, permite deducir que tanto la raíz como los frutos presentan potencialidad de uso como fuentes de carbohidratos, lípidos y proteína digestible, no obstante, se requiere el análisis detallado de digestibilidad en caso de que se pretenda emplear como fuente alimenticia.

## CONCLUSIONES

Los estudios realizados sugieren que la especie *Dichapetalum spruceanum* podría ser una fuente importante de alcaloides, compuestos cardiotónicos y cumarinas, adicionalmente, presenta potencialidad de uso como posible fuente de producción de

bioetanol, por su volumen másico y la presencia de almidón en la raíz, sin embargo, es necesario continuar con su estudio y evaluación con el propósito de cuantificar la cantidad de almidón presente y realizar las pruebas de fermentación necesarias.

## REFERENCIAS

AOAC, Official methods of analysis. 16<sup>th</sup>. Ed. AOAC International USA 1995. 1141.

Bello-Pérez L.A., Solorza-Feria J., Arenas-Ocampo M.L., Jiménez-Aparicio A. & Velásquez del Valle, M.

- Composición química de la semilla de *Okenia hypogaea* (Schl. & Cham) Agrociencia 2001; 35: 459-468.
- Bermúdez L. Leguminosas espontáneas de posible valor forrajero en Colombia. Universidad Nacional. Colombia. Produmedios. 2002; 1-196.
- Espín S., Villacrés E & Brito B. Caracterización Físico-Química, Nutricional y Funcional de Raíces y Tubérculos Andinos. In Barrera, B. *et al.* (editores). Raíces y tubérculos andinos, alternativas para la conservación y uso sostenible en el Ecuador. 2004; Cap. IV: 91-116.
- FAO: Producción y protección vegetal N° 26. en Hernández Bermejo J.E. & Leon J. (editores) .Cultivos marginados, otra perspectiva de 1492. Jardín botánico de Córdoba. Roma. 1999. Pp.1.
- Fasuy A.O. Nutritional potentials of some tropical vegetable leaf meals: chemical characterization and functional properties, African Journal of Biotechnology. 2006 January 2; 5 (1): 49-53.
- Giraldo L.A., Calidad, potencial forrajero y producción animal de las *Acacias decurrens* y *meamsii* en Santa Elena (Paysandú), Universidad Nacional de Colombia, CINDEC. Informe de avance número 7. 1996.
- Martínez X.A & Galeano M. P, Plantas vasculares del municipio de Mitú-Vaupés, Colombia. Biota colombiana. 2001; 2 (2): 151-180.
- Montilla J.J. Montaldo A. Angulo I. León H, Vargas R, Wielenhofer H. & Risco J. Harinas de raíz y follaje de yuca en raciones para ponedoras Zootecnia Trop. 1983; 1 (1-2):82-98.
- Prance G. Dichapetalaceae. In Bernal, R. & E. Forero (eds.) Flora de Colombia 2001; 20: 1-62.
- Prance G. Flora da reserva Ducke, Amazonas, Brasil: Dichapetalaceae *Rodriguésia* 2007; 58 (3): 487-492.
- Rincón R. Leguminosas arbóreas del Municipio de Villavicencio, reconocimiento y caracterización nutricional. Revista Orinoquia 2001; 5 (1): 75-92.
- Roa Vega M.L, Evaluación nutricional de tres especies de árboles forrajeros en bovinos fistulados. Revista Acovez. 1999; 24 Serie 2: 14-18.
- Roa Vega M.L, Determinación de algunos compuestos químicos en cuatro plantas arbóreas forrajeras. Revista Colombiana de Ciencia Pecuaria 2003; 16 (2): 155-160.
- Torres P.A, Seguel B.I, Contreras J.G, Castro E.M. Caracterización físico-química de frutos de murta (murtilla) *Ugni molinae Turcz* Agricultura Técnica. 1999; 59(4): 260-270.