

Composición química y caracterización físico-química de la fracción fibrosa de las especies arbóreas.

Chemical composition and physic-chemical characterization of fiber fraction of arborous species.

Autores: Ing. Oscar Gregorio Noriega-Hernández¹, Dra. C. Anayansi Albert-Rodríguez²

Organismo: Instituto Universitario de Tecnología Doctor Delfín Mendoza. Tucupita, Estado Delta Amacuro, Venezuela¹. Universidad de Sancti Spíritus, Cuba².

E-mail: anayansi@uniss.edu.cu

Resumen.

Estudiar la composición química de las especies arbóreas nacedero (*Trichantera gigantea*) y girasolillo (*Tithonia diversifolia*) constituyó el objetivo del presente trabajo realizado en una finca de producción familiar, ubicada en la Isla de Guara, perteneciente al municipio Uracoa, estado Monagas, Venezuela. Se determinaron las características bromatológicas, minerales, composición química de la fibra dietética y las propiedades físicas de las especies *T. gigantea* y *T. diversifolia*, concluyendo que ambas presentan excelentes contenidos de proteína bruta, extracto etéreo, contenido aceptable de minerales, donde *T. diversifolia* mostró elevado contenido de cenizas dado por la elevada concentración de calcio. La FDN y FDA, mostraron valores similares para *T. diversifolia* y *T. gigantea*, no siendo así en el contenido de hemicelulosa, lignina y celulosa.

Palabras clave: fuentes fibrosas; composición química; especies arbóreas.

Abstract.

The study of the chemical composition of arborous species (*Trichantera gigantea*) and sunflower (in Spanish girasolillo) (*Tithonia diversifolia*) constituted the objective of the present research carried out in a family production farm, located in Guara island, belonging to Uracoa municipality, Moragas state, Venezuela. The nutritional and mineral characteristics, as well as the chemical composition of dietetics fiber and physical properties of the species *T. gigantea* and *T. diversifolia* were determined, concluding that both species have excellent pure protein contents, ethereal extract, acceptable mineral content, where *T. diversifolia* showed a high ash content given by its elevated calcium concentration. The FDN and FDA showed similar values for *T. diversifolia* and *T. gigantea*, not being the same in the hemicelluloses, lignine and cellulose.

Keywords: fibrous sources, chemical composition; arborous species.

Introducción.

En las zonas tropicales hay una gran variedad de árboles, arbustos, follaje de leguminosas y gramíneas que son fuentes fibrosas que se han utilizado en la alimentación de rumiantes y que por tanto son fuentes potenciales de alimentos para otros herbívoros como el conejo.

Sin embargo la inclusión de estos insumos en las raciones de los conejos en los países americanos, como Venezuela, Colombia y Cuba, en la mayoría de los casos, se ha visto limitada a valorar los resultados obtenidos en los indicadores productivos y sus ventajas económica como una alternativa válida para alimentar conejos de engorde en condiciones tropicales (Vargas, 2002).

En los últimos años en los países tropicales se ha incrementado la utilización de fuentes fibrosas (harinas de follajes de leguminosas, gramíneas, entre otras) en la alimentación de animales monogástricos, como alternativa que propicia una producción ecológica y económicamente sostenible. Sin embargo, poco se conoce del valor nutritivo, de las propiedades físico-químicas y la composición química de éstas fuentes fibrosas que influyen en el fisiologismo digestivo y pueden limitar su inclusión en las raciones de los conejos. El análisis de estos aspectos constituye el objetivo del presente trabajo.

Desarrollo.

Materiales y métodos

El Experimento fue realizado en una finca de producción familiar, ubicada en la Isla de Guara, perteneciente al municipio Uracoa, estado Monagas, Venezuela.

El muestreo se realizó entre los meses de noviembre de 2013 y junio de 2014, las plantas tenían un promedio de 5 meses de establecimiento, se recolectaran las hojas y tallos. En cada ocasión se tomara aproximadamente un kg de planta al azar, de cinco lugares diferentes del campo experimental, a razón de 5 kg de cada uno de los forrajes. El muestreo se realizó en horas de la mañana (9:00 a 9:30 AM). Las muestras se pesaron. Una vez obtenida las muestras, éstas se distribuirán en un diseño completamente aleatorizado de 6 repeticiones para cada una de las fuentes, para lograr la precisión adecuada en las determinaciones analíticas.

Composición Química

Se determinaron contenidos de Materia seca (MS), Materia orgánica (MO), Proteína bruta (PB), Proteína verdadera (PV), Extracto etéreo (EE), Fibra bruta (FB), a partir de la metodología descrita por la AOAC (1995). La Fibra Detergente Neutro (FDN), Fibra Detergente Ácido (FDA), hemicelulosa, celulosa y lignina se determinaron según Van Soest (1994). La energía bruta (EB) se determinó de manera directa en un colorímetro adiabático tipo Gallempkamp. Los minerales se determinaron por Espectroscopia de absorción atómica en un equipo espectrofotómetro de absorción atómica SP-9 Pye Unicam Inglés. Dichos análisis se realizaron en el Laboratorio de Bromatología de la Universidad Central de Las Villas, Cuba.

El diseño utilizado fue completamente aleatorizado con dos tratamientos y seis repeticiones. Los datos se analizaron en el sistema Statgraphic, versión 5.1, estableciéndose las correlaciones y

regresiones simples. Se aplicó la d6cima de Duncan (1955), como criterio comparativo entre las medias de los tratamientos.

Resultados y discusi3n

La utilizaci3n de fuentes fibrosas en la alimentaci3n de especies monog6stricas es actualmente una soluci3n muy adecuada para lograr sistemas viables desde el punto de vista econ3mico, que contribuyan a la preservaci3n de la diversidad biol3gica y que no compitan con el hombre (Sarría *et al.*, 2005).

La Composici3n quí mica de las harinas del follaje de *T. gigantea* y *T. diversifolia* se presenta en la Tabla 1, donde se encontr3 diferencia significativa ($p < 0,05$) para los indicadores materia seca, materia orgánica, energía bruta, ceniza y f3sforo.

Tabla 1. Composici3n quí mica de las harinas del follaje de *T. gigantea* y *T. diversifolia*.

Indicadores (%)	<i>Trichanthera gigantea</i>	<i>Tithonia diversifolia</i>	ES± Sign.
MS	28,77	22.49	0,35 *
MO	67,89	88.19	0,25 *
PB	18,82	17.43	0,33
EE	3,93	3.56	0,09
EB (MJ/kgMS)	13,04	21.74	0,95 *
Cenizas	11.81	32.11	0,25 *
Ca	2.50	2.95	0,65
Nitr3geno	3.01	2.78	1,05
P	0.80	0.52	0.02 *

$p < 0,05$ (Duncan, 1955).

El contenido de MS de las harinas de los follajes estudiados vari3 entre (22,49% y 28, 77%), lo cual se puede clasificar como aceptable, de acuerdo con Boado *et al.* 1979, citado por Rodr3guez, 2004), los que consideraron como adecuada la proporci3n de MS de un 15 a un 30% en las harinas de los forrajes que pudiera llegar hasta un 40% en el caso de los 6rboles forrajeros.

Est3vez *et al.*, (2001) y Gonz6lez y C6ceres (2002) informaron valores de MS entre 12 y 40%, para leguminosas arbustivas, por lo que las especies evaluadas est6n en los rangos encontrados por estos autores, pero son muy superiores a los descritos por Mart3n (1998) para 15 g3neros de gramíneas comú nmente utilizadas como pastos y forrajes en el tr3pico. Esto reafirma el potencial de estas especies como opci3n para la alimentaci3n animal en el tr3pico.

Las especies estudiadas presentaron concentraciones de prote3na bruta superiores al 17%, los que se encuentran dentro de los rangos expuestos por Flores *et al.*, (1998) y Rodr3guez (2004), quienes plantearon que los 6rboles utilizados tradicionalmente en la alimentaci3n animal

presentan niveles de PB de 12 a 30%. Resultados similares obtuvieron Solarte (1994), Benavides (1999) y Savón *et al.*, (2004) al evaluar la harina de *Morus alba* y *T. gigantea* con valores de proteína de 19,51 y 16,1 % respectivamente.

El extracto etéreo se encontró dentro del rango de 1,21 y 6,5% informado por la FAO (2005) para diferentes especies forrajeras y arbustivas. La *T. gigantea* mostró valores de 3,93 % y no difirió significativamente con los resultados encontrados en la especie *T. diversifolia* con valores de 3.56 %, lo que coincide con lo planteado por (Albert, 2006).

Por otra parte se pudo observar que el nitrógeno asociado a la FDN en los follajes estudiados se encontró en una proporción relativamente alta y resultó similar en las especies evaluadas. Trabajos realizados en diferentes géneros de *E. poepiggiana* refieren que entre el 32 y 56% del nitrógeno está asociado a la FDN (Kass 1992).

Los resultados mostraron que estas especies poseen un contenido aceptable de minerales, si se tiene en cuenta lo planteado por Higa y Kobayashi (2000), los que señalaron que la diferencia entre macro y microelementos esenciales en pastos y forrajes tropicales se halla directamente relacionado con las características del suelo.

El mejor perfil de minerales encontrado fue para *Tithonia diversifolia* por presentar los valores más altos en ceniza, indicador este que se relaciona directamente con el contenido mineral de los alimentos y sugiere que puede constituir una fuente de minerales con potencialidad para incluir en la dieta de animales monogástricos (Sarría *et al.*, 2005). En el caso de *T. diversifolia* el elevado contenido de cenizas es significativo, al considerar las elevadas concentraciones de calcio (Rosales 1998 y Benavides 2003).

Savón (2002), ha indicado que las concentraciones de calcio y fósforo varían mucho en las harinas foliares de leguminosas. Esta característica es propia de la familia Acanthacea, a la que pertenece el nacedero, y se explica por la presencia de cistolitos en las hojas.

Es válido señalar que las concentraciones de minerales en las harinas dependen de la interacción de varios factores, entre los cuales se incluyen el suelo, la especie de la planta, el estado de madurez, el rendimiento, el manejo y el clima (Pedraza 2000; Albert, 2006); de ahí que las diferencias en este indicador entre los follajes estudiados se deba, principalmente, a variaciones propias entre especies.

La calidad de los alimentos fibrosos se puede modificar considerablemente por sus características físico-químicas. Los resultados del fraccionamiento fibroso de las fuentes estudiadas se muestran en la Tabla 2.

Tabla 2. Fraccionamiento y composición química de la fibra dietética de los alimentos (base seca).

Indicadores (%)	<i>Trichanthera gigantea.</i>	<i>Tithonia diversifolia</i>	ES ± Sign.
FDN	41,63	38.32	0,83
FDA	27,6	26.25	0,50
Hemicelulosa	14,0	12.07	0,49 *
Celulosa	11,6	17.70	0,26 *
Lignina	5,9	7.64	0,24 *

p<0,05 (Duncan, 1955)

El fraccionamiento de la fibra (%) en FDN, FAD, lignina, celulosa y hemicelulosa indicó diferencias significativas entre las fuentes estudiadas para estos tres últimos indicadores. La FDN y FDA, mostraron valores similares para *T. diversifolia* y *T. gigantea*, 38,32 y 41,63 % respectivamente, Benavides (2002), al evaluar la *M. alba* y *T. gigantea* obtuvo resultados de la FDN de 28,06 y 37,3 respectivamente.

Rodríguez y Figueroa (1995), al evaluar Leucaena, algarrobo y soya integral entre otras plantearon que el rango de la FDN oscilaba entre un 36-79% para materiales fibrosos. Savón *et al.*, (2004) al evaluar *T. gigantea* y *M. alba* señalaron que alcanzaron valores aproximadamente de un 40% (entre 39,5 y 40,10 respectivamente) y en tanto que para mucura, dolicho, canavalia los valores de FDN estuvieron en el rango de 62,1 y 71,78%.

Para la *T. diversifolia*, los indicadores del fraccionamiento fibroso coincidieron con los valores promedios informados por Abaneel *et al.*, (2002), los que fueron de 38,32; 26,25 y 7,6 % para la FDN, FDA y lignina respectivamente, al utilizar la espectroscopia infrarroja cercana de reflectancia (NIRS) para estudiar su composición y clasificación, y de acuerdo a lo planteado por Minson (1990) su fracción fibrosa debe poseer una mayor potencialidad digestiva.

Las proporciones de los componentes de la pared celular variaron de modo considerable en dependencia de las fuentes. Así, las relaciones hemicelulosa-celulosa fueron en ese mismo orden, de 1,21 y 0,68, para *T. gigantea* y *T. diversifolia*. Según Marrero (1998), mientras mayor es la relación hemicelulosa-celulosa en un alimento mayor será la degradación del componente fibroso.

Por otra parte, Bach-Knudsen (2001) planteó que la composición química de la pared celular de los alimentos fibrosos puede variar según la naturaleza y origen de la fibra.

A su vez Febles y Ruíz (2000) señalaron que las diferencias existentes en los indicadores químicos, pudieran estar determinados por las diferencias específicas de cada planta en las condiciones ambientales.

El análisis de las propiedades físicas de las harinas del follaje de *T. gigantea* y *T. diversifolia* señaló diferencias significativas para ambas especies (Tabla 3).

Tabla 3. Propiedades físicas de las harinas del follaje de *T. gigantea* y *T. diversifolia*.

Indicador	<i>Trichanthera gigantea</i>	<i>Tithonia diversifolia</i>	ES ± Sign.
Volumen (ml/g)	3,26	3.00	0,25
Solubilidad (%)	15,91 ^b	22.52 ^a	0,25 *
Capacidad de adsorción de agua (g/g ⁻¹ FDN)	9,44 ^a	6.97 ^b	0,23 *
Capacidad amortiguadora ácida (meq)	0,64	0.66	0,05
Capacidad amortiguadora base (meq)	0,38 ^b	0.46 ^a	0,05 *

p<0,05 (Duncan, 1955)

La solubilidad de las muestras analizadas disminuyó con el incremento de lignina (Tabla 2). El aumento del volumen fibroso provocó disminución de la solubilidad e incremento en la capacidad de absorción de agua. De esa forma, la solubilidad y capacidad de retención de agua de *T. diversifolia* pudiera favorecer la hidrólisis de las enzimas celulasas del tracto gastrointestinal (TGI) de los animales monogástricos.

Por otra parte la capacidad de adsorción de agua de las fuentes estudiadas fue menor en comparación con la encontrada en la *Saccharina* y *Vigna*, por Marrero (1998) y Savón (2005), lo que tal vez se debió a una mayor riqueza en el componente ligno celulósico.

En cuanto a la capacidad de adsorción de agua que según Seoane *et al.*, (1981) se relaciona con el contenido fibroso fue alto en *T. gigantea*. Esta propiedad refleja la habilidad de la fibra para hincharse, incrementando así el peso de las heces y diluyendo el contenido cólico (Robertson *et al.*, 1980, citado por Savón *et al.*, 2002). Todo esto, depende de las proporciones relativas de los polisacáridos que la componen. Así la hemicelulosa posee un mayor poder higroscópico que la celulosa, siendo éste casi nulo en la lignina. Ello explica la elevada capacidad de adsorción de agua en el caso de *T. gigantea* que mostró las mayores cifras de hemicelulosa.

Igualmente Mc Dougall *et al.*, (1996) aseveraron que las diferencias entre las fuentes están condicionadas por el tipo de polímero que constituye la pared celular de la fibra, o sea, de la arquitectura de la fibra dietética y del contenido de lignina. Estas características influyen en el tiempo de permanencia de la ingesta a lo largo del TGI, con un aumento del peso y volumen de las excretas (Periago *et al.*, 1993).

Southgate (1998) halló que existe una estrecha relación entre la naturaleza de la fuente alimentaria y sus propiedades físicas. Al respecto, Casper (2001) afirmó que la calidad de la fuente fibrosa se puede modificar por sus propiedades físicas, independientemente de su composición química, lo que coincide con informes de Bach -Knudsen (2001).

La capacidad amortiguadora ácida y básica es una de las propiedades físicas que se relacionan con la amortiguación del pH de la fibra en el TGI, este indicador cuantifica la resistencia de la fibra a variar su pH. Los resultados de las fuentes analizadas mostraron mayor capacidad amortiguadora ante los ácidos que ante las bases (Tabla 3), lo que coincidió con los hallados por Savón *et al.*, (2002) para las fuentes no convencionales.

Las dos especies presentaron elevada capacidad amortiguadora ácida, lo que demostró que todas las harinas pueden contribuir a mantener las condiciones de pH en el medio y el TGI de las especies monogástricas. Esto reviste gran importancia, ya que durante la digestión a lo largo del TGI de estas especies, hay un cambio de pH, que varía desde muy ácido (pH 1) hasta cerca de la neutralidad (pH 6,8-7,2).

Conclusiones.

Las harinas de *T. gigantea* y *T. diversifolia* sugieren una buena calidad nutricional para la alimentación de monogástricos, dado por su composición química y propiedades físicas, ambas especies presentan excelentes contenidos de proteína bruta y extracto etéreo.

Bibliografía.

- Abaneel, E; González, E; Caja, G; Martín, G y Rosas N. (2002). Predicción de la composición química de los follajes de morera mediante la técnica de espectroscopia de reflectancia en el infrarrojo cercano (NIRS). Memorias. I Reunión regional de morera. Estación experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey. Matanzas. Cuba.
- Albert, Anayansi. (2006). Características físico químicas de *Trichanthera gigantea* (H & B.); *Morus alba* Lin. y *Erythrina poeppigiana* (walp. O. F) y su efecto en la fisiología digestiva y comportamiento productivo del cuy (*cavia porcellus*). Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Veterinarias. Instituto de Ciencia Animal. La Habana, Cuba.
- Bach-Knudsen, K.E. (2001). The role of dietary fibre in the digestive physiology of the pig. *Anim. Feed Sci Techn.*, 90 (21-33).
- Benavides, J. (2003). Árboles y arbustos forrajeros: Una alternativa para la sostenibilidad en la ganadería. Taller ganadería, Desarrollo sostenible y Medio ambiente. Memorias. La Habana.
- Duncan, B. (1955). Multiple ranges and multiple F test. *Biometrics*, 11,1.
- Estévez, J; Pedraza, R y Guevara, G. (2001). Algunos indicadores de la composición química del follaje de siete leguminosas arbóreas y arbustivas. *Producción Animal*, 13(1). Universidad Camagüey.
- Febles, G y Ruíz, T. (2000). Discriminación masal de plantas arbustivas. Informe Etapa 4 proyecto 0029. Tecnología para el establecimiento, puesta en explotación de leguminosas rastreras y arbustivas. *Cubaba Planta meca.*, 2(40).
- Flores, O; Bolivar, D; Botero, J Y Ibrahim, M. (1998). Parámetros nutricionales de algunas arbóreas leguminosas con potencial forrajero para la suplementación de rumiantes en el trópico. *Livestock Research for rural Development*, 10 (1).
- González, E y Cáceres, E. (2002). Valor nutritivo de árboles, arbustos y otras plantas forrajeras para los rumiantes. *Pastos y Forrajes*, 25(15).
- Higa, L y Kobayashi, Y. (2000). Valor nutricional de alimentos para animales en el trópico boliviano. Composición de alimentos, 27.
- Kass, María. (1992). Integración de caña de azúcar y árboles forrajeros en los sistemas de alimentación para rumiantes. II Taller de la red Latinoamericana y del Caribe sobre la caña de azúcar y los árboles forrajeros en la producción animal. Buga: 2730. FAO-CIPAV.
- Marrero, Ana Iris. (1998). Contribución al estudio de la utilización de la fibra dietética en gallináceas. Tesis presentada en opción al grado científico de Dr. En Ciencias veterinarias. ICA. La Habana. Cuba.
- Martín, P.C. (1998). Valor nutritivo de las gramíneas tropicales. *Ciencias Agrícolas*, 32 (1), 1-10.
- Mc. Dougall, G. J., Morrison, I. M., Stewar, I. D., Hillman, J. R. (1996). Plant cell walls as dietary fibre: range, structure, processing and function. *J. Sci. Food. Agric.*, 70(133).
- Minson, D.J. (1990). Forage in Ruminant Nutrition. Academic Press, New Cork. EUA.
- Pedraza, R. (2000). Valoración nutritiva del follaje de *Gliricidia sepium* (Jacq) Kunt ex Cualp y su efecto en el ambiente ruminal. Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en ciencias veterinarias. ICA-UNAH. La Habana, 126.
- Rodríguez, A. (2004). Evaluación bromatológica de recursos filogenéticos de la zona de topes de Collantes con potencialidades para la alimentación animal. Tesis de culminación de estudio, para obtener el título de Ing. Agrónomo. FAME. Sancti Spíritus. Cuba, 32.
- Rodríguez, M. y Figueroa, V. (1995). Evaluación de la fracción nitrogenada de diferentes alimentos fibrosos y su efecto en la digestibilidad "in vitro". *Prod. Porc.*, 2(1), 45-52.

- Rosales, M. (1998). *Trichantera gigantea* (Humboldt & Bonapland) Nees, a review. Livestock feed resources and integrated farming systems. II FAO electronic conference on tropical feeds. Roma, 9.
- Sarria, Patricia; Meterme, P; Londoño, Angela y Botero, M. (2005). Valor nutricional de algunas forrajeras para la alimentación de monogástricos. Curso Preevento. Alimentación no convencional para Monogástricos en el trópico. Unellez-Guanare. Venezuela.
- Savón, Lourdes. (2005). Alimentación no convencional de especies monogástricas: utilización de alimentos altos en fibra. Curso preevento. Alimentación no convencional para monogástricos en el trópico. Unellez-Guanare. Venezuela, 30-50.
- Savón, Lourdes. (2002). Fuentes fibrosas tropicales para la alimentación del conejo. II Congreso de Cunicultura de las Américas. 19-22 de junio. La Habana. Cuba.
- Savón, Lourdes, Scull I., Orta M., Torres, V. (2004). Caracterización físico-química de la fracción fibrosa de cinco harinas de follajes tropicales para especies monogástricas. *Cienc. Agríc.*, 38(3), 291-299.
- Seoane, J. R., Coté M., Séráis O., Laforest, J. P. (1981). Prediction of the nutritive value of alfalfa and timothy feed as hay to growing sheep. *Can. J. Anim. Sic.*, 61, 403.
- Solarte, J. A. (1994). Experiences from two ethnic groups of farmers participating in livestock research in different ecological zones of the Cauca Valley of Colombia. M. Sc. Thesis. Swedish University of Agricultural Sciences. Uppsala, 80.
- Van Soest, R. J. (1994). Nutritional Ecology of the Ruminant, 2nd Edn. Cornell Univ. Press, Ithaca, N. Y., 476.

Fecha de recibido: 22 ene. 2015
Fecha de aprobado: 17 mar. 2015