



NOTA CORTA [SHORT NOTE]

DIGESTIBILIDAD DE NUTRIENTES EN FOLLAJE DE ÁRNICA
(*Tithonia diversifolia*) EN CONEJOS DE ENGORDE

[NUTRIENTS DIGESTIBILITY IN *Tithonia diversifolia* FOLIAGE IN
FATTENING RABBITS]

Duilio Nieves^{1*}, Omar Terán¹, Luís Cruz², María Mena¹, Fanny Gutiérrez¹ y
Julio Ly³

¹Programa de Producción Animal, UNELLEZ, Guanare, Po, Venezuela. 3323.

²Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de
Yucatán, Mérida, Yucatán, México.

³Instituto de Investigaciones Porcinas, Po Box 1, Punta Brava, La Habana, Cuba.

Email: duilionieves@gmail.com

*Corresponding Author

RESUMEN

Se realizó un experimento para determinar la digestibilidad de nutrientes en follaje de árnica (*Tithonia diversifolia*) en conejos de engorde, se utilizaron 30 animales con peso inicial de 1450 ± 93.77 g, distribuidos en alojamiento individual según diseño completamente aleatorizado en tres tratamientos y diez repeticiones. Se utilizaron dietas en forma de harina con inclusión de 0, 9 y 18 % de follaje de árnica y se determinó la digestibilidad de la materia seca (DMS), materia orgánica (DMO), proteína bruta (DPB), fibra detergente neutro (DFDN), hemicelulosa (DHEM) y energía bruta (DEB), mediante el método de ceniza ácido insoluble. La digestibilidad de nutrientes en el follaje se estimó mediante el método de sustitución del ingrediente de prueba. La DMS, DMO, DPB y DHEM (51.12, 53.45 y 51.25, 51.99, 54.87 y 52.60, 68.57, 60.11 y 64.08, y 44.20, 45.37 y 47.24 % para 0, 9 y 18 % de inclusión de follaje, respectivamente) no presentaron diferencias (P>0.05) entre dietas. La DMS, DMO, DPB, DEB y DHEM en follaje de árnica fue 53.80, 55.19, 59.17, 50.00 y 39.18 %; mientras que el contenido de proteína digestible y energía digestible en follaje fue 109.60 g/kg y 2139.45 kcal/kg. Se concluye que el follaje de árnica presenta un contenido elevado de nutrientes.

Palabras clave: valor nutricional; contenido de proteína digestible; energía digestible.

INTRODUCCIÓN

Es necesario desarrollar de estrategias alimenticias para conejos con base en recursos disponibles en el trópico. La utilización de follajes arbóreos puede contribuir a mejorar la alimentación de esta especie y con la preservación del medio a través de la prestación

SUMMARY

An experiment was carried out to determine the nutrients digestibility in *Tithonia diversifolia* foliage in fattening rabbits, 30 animals (1.450 g ± 93.77 initial body weight) were distributed according to a completely randomized experimental design in three treatments and ten replicates. The mash diets including 0, 9 and 18 % of tithonia foliage. The dry matter (DMD), organic matter (OMD), crude protein (CPD), neutral detergent fiber (FDND), hemicellulose (HEMD) and energy digestibilities (DE) were determined using the acid insoluble ash method. The nutrient digestibility in foliage was estimated by the replacing test ingredient method. The DMD, OMD, PCD and HEMD (51.12, 53.45 and 51.25; 51.99, 54.87 and 52.60; 68.57, 60.11 and 64.08, and 44.20, 45.37 and 47.24 % for the three foliage inclusion level, respectively) were similar (P>0.05) among diets. The foliage MSD, OMD, PCD, and ED DHEM was 53.80, 55.19, 59.17, 50.00 and 39.18%, while the protein and energy digestible content in tithonia foliage was 109.60 g/kg and 2139.45 kcal/kg. It was concluded that the tithonia foliage has high content of nutrients.

Key words: nutritional value; digestible protein content; digestible energy.

servicios ambientales, en concordancia con una adecuada utilización de los recursos disponibles para promover la sostenibilidad de estos sistemas de producción.

El uso de forrajes en la alimentación de conejos afecta el proceso digestivo, aprovechamiento de nutrientes y eficiencia biológica debido a cambios en la tasa de

pasaje (García *et al.*, 1999). Por esta razón, es importante determinar el contenido de nutrientes y la utilización digestiva en dietas cuando se incorporan estos recursos no convencionales.

La digestibilidad de ingredientes se puede determinar mediante el método de sustitución, a través de la evaluación conjunta con una dieta basal adecuada, en la cual se incluye el ingrediente de prueba en una proporción conocida (Villamide, 1996). Cereales, subproductos, ingredientes proteicos y forrajes pueden evaluarse de manera confiable con el método de sustitución (Maertens y DeGroot, 1984; Villamide *et al.*, 2003).

En el método indirecto para medir la digestibilidad no se requiere cuantificar el consumo o la excreción fecal, puesto que se utiliza un marcador que puede añadirse al alimento o que está incluido dentro de él en forma natural. En el caso de alimentos no convencionales se ha usado el método de la ceniza ácido insoluble (CAI) de Van Keulen y Young (1977), quienes sugirieron que puede ser usado en monogástricos. En conejos este método se ha utilizado para determinar digestibilidad nutrientes en dietas no convencionales (Pok *et al.*, 2006), además se ha encontrado que en dietas con alto contenido de forrajes genera resultados similares a los obtenidos mediante el método de colección total (Nieves *et al.*, 2008).

La *Tithonia diversifolia* presenta un amplio rango de distribución en la zona tropical, tolera condiciones de acidez y baja fertilidad en el suelo, tiene rápido crecimiento y baja demanda de insumos. Se ha utilizado como planta multipropósito, como cerca viva, abono verde, fuente de alimento para insectos, ornamental, en silvopastoreo de ganado bovino o forraje de corte en la alimentación de rumiantes, entre otros usos (Ríos, 1997). El contenido de proteína en follaje que varía entre 14,84 y 28,75 %, posee elevada degradabilidad ruminal de la materia seca y bajo contenido de fenoles y taninos (Rosales, 1996). De igual manera, su uso en la alimentación de ovejos (Ríos, 1998), gallinas (Odunsi *et al.*, 1996) y conejos (Pérez y Jiménez, 2008) ha sido reportado. Sin embargo, existe escasa información sobre su valor nutricional en conejos.

En este estudio se planteó como objetivo determinar la digestibilidad de la materia seca, materia orgánica, proteína bruta, energía, fibra detergente neutro y hemicelulosa en dietas que incluían niveles crecientes (0, 9 y 18 %) de follaje de árnica para conejos de engorde, a través del método indirecto ceniza ácido insoluble, con la finalidad de estimar la digestibilidad de esas fracciones en el follaje de árnica, así como el contenido de proteína y energía digestibles

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se condujo en la Unidad cunícula de la Universidad Ezequiel Zamora, Guanare, estado Portuguesa, Venezuela (09° 04' latitud norte y 69° 48' longitud oeste, 255 msnm). El área presenta temperatura promedio anual de 26 °C, precipitación promedio anual de 1499 mm y humedad relativa 74%, caracterizada como bosque seco tropical (Holdridge, 1979).

Se efectuó una prueba de digestibilidad con dietas balanceadas en forma de harina con inclusión de niveles crecientes de follaje de árnica (0, 9 y 18 %). Se utilizaron 30 conejos Nueva Zelanda x California destetados (1.450 ± 93.77 g), alojados individualmente en jaulas de 0.50 x 0.50 x 0.40 m, distribuidos en tres tratamientos y diez repeticiones, de acuerdo con diseño experimental completamente aleatorizado. La muestra de heces se colectó en mallas de plástico sobre el acumulado de dos días, luego de siete días de adaptación al consumo de las dietas.

El follaje de árnica se colectó 30 días después de corte de uniformización, se secó mediante exposición al sol durante 3 días y se trituro utilizando molino de martillo con criba de 3 mm. Las dietas (Tabla 1) se formularon para alcanzar requerimientos nutricionales de energía digestible, proteína y fibra para conejos en etapa de engorde indicados por De Blas y Weisman (2003). A la mezcla en forma de harina se aplicó 10 % de melaza diluida en agua en proporción 4: 1 y fue expuesta al sol durante dos días.

Tabla 1. Composición (%) de dietas con inclusión de follaje de *Tithonia diversifolia*.

Ingredientes	Dietas		
	0	9	18
Heno de estrella	27.96	27.43	27.02
Harina de Maíz	16.66	16.87	17.13
Pulitura de Arroz	6.47	10.68	14.94
Torta de Soya	16.93	14.57	12.31
Afrecho de Trigo	29.88	19.26	8.32
Lisina	0.00	0.09	0.18
PVM	0.30	0.30	0.30
CaCO ₃	0.40	0.40	0.40
Fosfato dicálcico	1.10	1.10	1.10
Sal común	0.30	0.30	0.30
Follaje de árnica	0.00	9.00	18.00

PVM: Pre-mezcla de vitaminas y minerales, CaCO₃: Carbonato de Calcio.

El análisis químico se realizó por duplicado en muestras secadas a 65 °C durante 48 horas. La composición proximal (según esquema de Weende) de forraje, dietas y excretas se determinó según los

procedimientos estandarizados de la AOAC (1990). La energía bruta se determinó utilizando un calorímetro adiabático Parr (modelo 1341EB, USA). El fraccionamiento de la pared celular (fibra detergente neutro, FDN) se llevó a cabo según el procedimiento indicado por Van Soest et al. (1991). Mientras que el contenido de ceniza ácido insoluble en muestras de alimento y heces se estableció de acuerdo con la técnica propuesta por Van Keulen y Young (1977).

La digestibilidad de la materia seca, materia orgánica, energía bruta, proteína bruta y fibra detergente neutro de las dietas se estimó mediante aplicación del método CAI. El cálculo de la digestibilidad se efectuó en concordancia con la ecuación indicada por Ly (1999), de la siguiente manera:

$$\text{Digestibilidad de MS (\%)} = \left(1 - \frac{XD}{XE} \right) \times 100$$

XD y XE representan el porcentaje del marcador (CAI) en la dieta y excretas, respectivamente. En el caso de nutrientes específicos, la fórmula se modificó así:

$$\text{Digestibilidad de Nutriente N (\%)} = \left(1 - \frac{XD}{XE} \times \frac{NE}{ND} \right) \times 100$$

XD y XE tienen el mismo significado que en la ecuación anterior, mientras que NE y ND fue el porcentaje del nutriente en excretas y dieta respectivamente, en base seca.

Los valores de energía y proteína digestible, así como la digestibilidad de nutrientes del follaje de árnica se estimaron según método de sustitución del ingrediente de prueba en la dieta basal, siguiendo el procedimiento de cálculo indicado por Villamide (1996), que toma como referencia la energía digestible, según se describe a continuación:

$$ED_i = (ED_{DP} - (1-P)ED_{DB})/P$$

Donde:

ED_i = Energía digestible del ingrediente probado

ED_{DP} = Energía digestible de la dieta que incluye el ingrediente probado en proporción P

ED_{DB} = Energía digestible de la dieta basal

P = Tasa de sustitución del ingrediente probado

Los datos correspondientes a digestibilidad aparente de nutrientes (DMS, DMO, DPB, DFDN y DEB) de

las dietas y follaje, se procesaron mediante análisis de varianza de una vía, una vez verificado el cumplimiento de supuestos exigidos (Steel y Torrie, 1980). Cuando hubo diferencias significativas entre tratamientos, los promedios se compararon utilizando la prueba de Tukey. Se usó el software Statistix 7 para Windows para procesar los datos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La composición química de ingredientes y dietas se muestra en la Tabla 2, se aprecia que el follaje de árnica presenta elevado contenido de proteína y de fibra, a partir de los cuales se puede proponer como ingrediente en dietas para conejos. Las dietas presentaron valores adecuados para estas fracciones, de acuerdo con requerimientos nutricionales para conejos en engorde indicados por De Blas y Weisman (2003).

La DMS, DMO, DPB y DHEM no fue afectada ($P > 0.05$) por la inclusión de follaje de árnica en la dieta (Tabla 3). Los valores promedios observados para materia seca, materia orgánica y proteína bruta en esta experiencia son ligeramente inferiores a los informados para dietas en forma de harina que incluían niveles análogos de follaje de *Trichanthera gigantea* (Nieves et al., 2001) o *Leucaena leucocephala* (Nieves et al., 2002). De igual manera, valores levemente superiores fueron reportados por Nieves et al. (2008) para DMS, DMO y DPB con dietas granuladas que incluían 30% de follaje de morera, leucaena, naranjillo y maní forrajero. Esta comparación sugiere que las dietas con inclusión de follaje de árnica presentan aceptable digestibilidad de nutrientes.

La digestibilidad de las fracciones relativas fibra (FDN y FC) fue superior ($P < 0.05$) en las dietas que incluían mayor proporción del follaje en estudio (Tabla 3). Este resultado sugiere que el follaje de árnica propicia mayor digestibilidad de la fibra, lo cual pudiera estar determinado por un superior contenido de fibra fermentable en ciego aportado por este ingrediente. Los valores encontrados en este caso son superiores a los observados en los estudios referidos anteriormente.

Tabla 2. Composición química (%) de ingredientes y dietas con inclusión de follaje de árnica (*Tithonia diversifolia*).

Muestra	MS	MO	FND	FDA	HEM	PB	FC	EE	Cen	ELN	EB kcal/kg
Follaje de árnica	88.55	85.55	32.94	10.33	22.61	18.52	16.98	3.67	14.45	46.38	4278.90
Heno de Estrella*	95.95	88.11	-	-	-	5.44	29.02	2.10	7.84	55.6	-
Harina de Maíz	95.57	92.04	-	-	-	11.00	7.72	13.22	3.53	64.53	-
Pulitura de Arroz	95.84	84.81	-	-	-	11.82	32.03	19.42	11.03	25.7	-
Torta de Soya	95.79	88.46	-	-	-	44.87	8.54	2.99	7.33	36.27	-
Afrecho de Trigo	95.19	89.82	-	-	-	16.43	15.15	5.35	5.37	57.7	-
Dietas											
0% follaje árnica	92.18	91.52	37.44	10.88	26.56	13.89	16.98	4.37	8.48	56.28	4364.19
9% follaje árnica	96.15	90.38	43.95	18.03	25.92	13.33	18.04	4.72	9.68	54.23	4183.64
18% follaje árnica	90.36	89.82	45.97	21.89	24.08	12.52	28.29	5.33	10.18	43.68	4297.52

MS = Materia seca; MO = Materia orgánica; FDN = Fibra detergente neutro; FDA = Fibra detergente ácido; HEM = Hemicelulosa, PB = Proteína buta; FC = Fibra cruda; EE = Extracto etéreo; Cen = Cenizas; ELN = Extracto libre de nitrógeno; EB = Energía bruta; *= *Cynodon nlemfuensis*.

Tabla 3. Digestibilidad aparente (%) de materia seca, proteína bruta, energía bruta, fibra cruda, fibra detergente neutro, hemicelulosa y materia orgánica en dietas con inclusión de follaje de árnica en conejos en engorde.

Inclusión (%)	DMS	DPB	DEB	DFC	DFND	DHEM	DMO
0	51.12a	68.57a	54.89	27.917b	26.84b	44.20a	51.99a
9	53.45a	60.11a	43.09	33.23ab	31.57b	45.37a	54.87a
18	51.25a	64.08	53.62	45.12a	67.44a	47.24a	52.60a
EEM	2.46ns	6.56ns	2.42ns	6.82*	7.72**	9.86ns	2.65ns

Valores en la misma columna con letras distintas son diferentes ($P < 0.05$). DMS= Digestibilidad de materia seca; DPB= Digestibilidad de proteína bruta; DEB= Digestibilidad de energía bruta; DFDN= Digestibilidad de fibra detergente neutro; DHEM= Digestibilidad de hemicelulosa; DMO= Digestibilidad de materia orgánica; EEM= error estándar de las medias.

El consumo de materia seca (115.30, 118.57 y 113.77 g/día) fue similar entre dietas ($P > 0.05$) y permitió sustentar similar ($P > 0.05$) ganancia diaria de peso en los conejos (18.17, 18.15 y 20.93 g, para las 0, 9 y 18% de inclusión de árnica), valores concordantes con los observados para esas variables cuando se han utilizado dietas no convencionales para conejos en condiciones tropicales.

En la Tabla 4 se muestran valores de digestibilidad fecal de nutrientes de follaje de árnica estimados por diferencia. El valor observado para DMS se encuentra en el rango informado para follaje de leucaena (55.25), morera (48.33), naranjillo (47.27) y maní forrajero (51.43 %), determinados mediante el mismo método (Nieves *et al.*, 2008). Mientras que el contenido de proteína digestible y energía digestible encontrado en este caso, fue cercano con respecto al reportado para esos follajes (149.7, 127.9, 124.9 y 139.0 g/kg y 2092, 2370, 1860 y 1960 kcal/kg de energía digestible, en el mismo orden). Estos hallazgos permiten demostrar que el follaje de árnica presenta un contenido elevado de nutrientes digestibles, lo que faculta proponer su uso en la alimentación de conejos.

Tabla 4. Digestibilidad fecal y contenido de nutrientes de follaje de *Tithonia diversifolia* en conejos de engorde.

Fracción	(X±DE)
Materia Seca (%)	53,80 ± 2,07
Materia Orgánica (%)	55,19 ± 2,49
Hemicelulosa (%)	39,18 ± 16,94
Energía Digestible (Kcal/kg)	2139,45 ± 170,15
Proteína Digestible (g/kg)	109,6 ± 3,35

X= media; DE= Desviación estándar

Los valores de energía y proteína digestibles en el follaje de árnica (Tabla 4) son inferiores a los informados por Deshmukh *et al.* (1993), quienes encontraron 2580 kcal/kg de energía digestible y 163,8 g/kg de proteína digestible para follaje de morera. Sin embargo, están dentro del rango encontrado por Raharjo *et al.* (1986) para leguminosas arbóreas tropicales en conejos.

Maertens y De Groote (1981) reportaron 1980 kcal/kg de energía digestible y 116 g/kg de proteína digestible

para harina de alfalfa (*Medicago sativa*). García *et al.* (1999) publicaron valores de 1325, 1459 y 1035 kcal/kg de energía digestible para cascarilla de girasol, hojas de olivo y paja de cebada tratada con NaOH, respectivamente. Estas referencias, basadas en la obtención de valor nutricional de ingredientes fibrosos ampliamente usados en formulación de dietas para conejos, permiten conseguir una indicación sobre promisorio valor nutritivo del follaje de árnica para esta especie.

CONCLUSIÓN

El follaje de árnica presenta un contenido elevado de nutrientes digestibles para conejos en crecimiento y constituye un recurso alimenticio alternativo utilizable en la alimentación de esta especie en condiciones tropicales. El contenido de energía y proteína digestibles en follaje de árnica denota que existe un interesante potencial de uso en la alimentación de conejos.

AGRADECIMIENTO

Los autores agradecen a la coordinación de investigación de la Universidad Ezequiel Zamora, UNELLEZ - Guanare por el apoyo otorgado para la ejecución de este trabajo, a través Proyecto: Uso de árnica (*Tithonia diversifolia*) en la alimentación de conejos. Digestibilidad de nutrientes, código: 22109102.

REFERENCIAS

- AOAC. 1990. Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemists (15th edition). Arlington. 1230 pp.
- De Blas, J., Weisman, J. 2003. The Nutrition of the Rabbits. CABI Publishing, London, UK. pp 103-144.
- Deshmukh, S., Pathak, N., Takalikar, D., Digraskar, S. 1993. Nutritional effect of mulberry (*Morus alba*) leaves as sole ration of adult rabbits. World Rabbit Science, 1(2):67-69.
- García, J., Carabaño, R., De Blas, J. 1999. Effect of fiber source on cell wall digestibility and rate of passage in rabbits. Journal of Animal Science, 77:898-905.
- Holdridge, L. 1979. Ecología basada en zonas de vida. IICA, San José. pp 13-14.
- Ly, J. 1999. Curso: Fisiología nutricional del cerdo. Facultad de Agronomía, Universidad del Zulia, Maracaibo, 1 y 2 de Julio. 145p.
- Pok, S., Preston, T., Ly, J. 2006: Effect of increasing offer level of water spinach (*Ipomoea aquatica*) on intake, growth and digestibility coefficients of rabbits. *Livestock Research for Rural Development, Volume 18, Article #25.* <http://www.lrrd.org/lrrd18/2/samk18025.htm>
- Maertens, L., DeGroot, G. 1981. L`energie digestible de la farine de luzerne determine par des essays de digestibilité avec les lapin de chair. Revue. del` agricultura, 34:79-92.
- Nieves, D., Barajas, A., Delgado, G., González, C., Silva, L., Ly, J. 2008. Digestibilidad fecal de nutrientes en dietas con forrajes tropicales en conejos. Comparación entre métodos directo e indirecto. Bioagro, 20(1):67-72.
- Nieves, D., Silva, D., Terán, O., González, C. 2002. Niveles crecientes de *Leucaena leucocephala* en dietas para conejos de engorde. Revista Científica Facultad de Ciencias Veterinarias Universidad del Zulia. 12 (2): 419-421.
- Nieves, D., López, D., Cadenas, D. 2001. Alimentación de conejos de engorde con dietas basadas en materias primas no convencionales y suplementación con *Trichanthera gigantea*. Revista UNELLEZ de Ciencia y Tecnología. Volumen especial: 60-66.
- Odunsi, AA., Farinu, GO., Akinola, JO. 1996. Influence of dietary wild sunflower (*Tithonia diversifolia*) leaf meal on layers performance and egg quality. Nigerian Journal of animal production, 23: 1-2, 28-32.
- Pérez, J., Jiménez, N. 2008. Uso de follaje fresco de árnica (*Tithonia diversifolia*) en conejos de engorde. Tesis Ing. Producción Animal. Unellez, Guanare, 29 p.
- Raharjo, Y., Cheeke, P., Patton, N., Supriyati, K. 1986. Evaluation of tropical forages and byproducts feeds for rabbits production. 1. Nutrient digestibility and effect of heat treatment. J. App. Rabbit Research, 9(2):56-66.
- Ríos, C. 1998. *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray, una planta con potencial para la producción sostenible en el trópico. Conferencia electrónica de la FAO-CIPAV sobre agroforestería para la producción animal en Latinoamérica. Artículo No. 14. <http://www.fao.org>

- Ríos, C. 1997. Botón de Oro *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray. En: Árboles y arbustos forrajeros utilizados en alimentación animal como fuente proteica. Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria. Cali. p 115-126.
- Rosales, M. 1996. *In vitro* assessment of the nutritive value of mixtures of leaves from tropical fodder trees. Tesis de Doctorado Department of Plant Sciences, Oxford University, Oxford, UK. 214 pp.
- Steel, R.G., Torrie, J.H. 1980. Principles and procedures of Statistics: a biometrical approach. MacGraw-Hill Book Co. Inc. (2nd ed.) Toronto. 481 pp.
- Van Keulen, J., Young, B.A., 1977. Evaluation of acid-insoluble ash as a natural marker in ruminant digestibility. *Journal of Animal Science*, 44:282-287.
- Van Soest, J., Roberston, B., Lewis, A. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal Dairy Science*, 74:3583-3597.
- Villamide, M.J. 1996. Methods of energy evaluation of feed ingredients for rabbits and their accuracy. *Animal feed science and technology*, 57:211-223.
- Villamide, M.J., García, J., Cervera, C., Blas, E., Maertens, L., Perez, J. 2003. Comparison among methods of nutritional evaluation of dietary ingredients for rabbits. *Animal Feed Science and Technology*, 109:195-207.

Submitted August 30, 2009 – Accepted December 10, 2009
Revised received September 20, 2010