

DIGESTIBILIDAD DE NUTRIENTES EN DIETAS CON FOLLAJE DE YUCA (*Manihot esculenta* Crantz) PARA CONEJOS DE ENGORDE*

Nutrients digestibility in diets with cassava foliage (*Manihot esculenta* Crantz) for fattening rabbits

Lismar Cordero¹, Leonel Silva¹, Carlos Párraga¹, Duilio Nieves¹ y Omar Terán¹

RESUMEN

Se realizó un experimento con 24 conejos Nueva Zelanda x California en crecimiento ($908,33 \pm 75,14$ g de peso vivo) para determinar la digestibilidad aparente de nutrientes en dietas con inclusión de follaje de yuca (*Manihot esculenta* Crantz) a través del método de colección total. Los animales se distribuyeron de acuerdo con un diseño experimental completamente aleatorizado en 04 tratamientos con 06 repeticiones. Los tratamientos estudiados fueron: T0= dieta basal, T1= 10% de follaje de yuca, T2= 20% de follaje de yuca y T3= inclusión de 30% de follaje de yuca en dietas en forma de harina. El período experimental duró 09 días (5 de acostumbramiento y 4 de colección). La digestibilidad de la materia seca (DMS= 50,11; 58,58; 52,25 y 52,46 %), materia orgánica (DMO= 49,82; 58,86; 52,25 y 51,04 %), energía (DE= 51,73; 58,49; 52,56 y 50,52 %), proteína cruda (DPC= 65,74; 72,50; 68,42 y 70,65 %) y fibra detergente neutro (DFDN= 16,67; 22,21; 26,31 y 20,58 %) para T0, T1, T2 y T3 respectivamente, no presentaron diferencias ($P>0,05$). El contenido de energía digestible (ED) y de proteína digestible (PD) estimado para follaje de yuca fue 1170,00 kcal/kg y 201,50 g/kg MS. El follaje de yuca presentó valor nutricional que permite recomendarlo como ingrediente dietético para conejos.

Palabras clave: proteína digestible, energía digestible, valor nutricional, follajes tropicales.

ABSTRACT

An experiment was conducted with 24 New Zealand x Californian growing rabbits (908.33 ± 75.14 g body weight) to determine the nutrients apparent digestibility in diets including cassava leaves (*Manihot esculenta* Crantz) through the method total collection. The animals were distributed according to a completely randomized design in 04 treatments with 06 repetitions. The treatments were: T0 = basal diet, T1 = 10% of cassava leaves, T2 = 20% of cassava leaves and T3 = 30% of inclusion of cassava leaves in mash diets. The experimental period lasted 09 days (4 of collection). The digestibility of dry matter (DMS= 50.11; 58.58; 52.25 and 52.46 %), organic matter (DMO= 49.82; 58.86; 52.25 and 51.04 %), energy (DE= 51.73; 58.49; 52.56 and 50.52 %), crude protein (DPC = 65.74; 72.50; 68.42 and 70.65 %) and neutral detergent fiber (DFDN = 16.67; 22.21; 26.31 and 20.58 %) for T0 T1, T2 and T3 respectively, were similar ($P>0.05$). The energy digestible and protein digestible estimated content for cassava foliage was 1170.00 kcal/kg and 201.50 g/kg DM, respectively. The foliage of cassava showed nutritional value that allow its recommendation it as feedstuff for rabbits.

Key words: digestible protein, digestible energy, nutritional value, tropical foliage.

(*) Recibido: 27-09-2009

Aceptado: 27-05-2010

¹ Programa Ciencias del Agro y del Mar. Universidad Ezequiel Zamora, UNELLEZ, Guanare 3350, Po. Venezuela. E-mail: dneives@cantv.net.

INTRODUCCIÓN

El estudio de fuentes alimenticias alternativas para conejos es necesario en el trópico, debido a que existen recursos forrajeros que desde el punto de vista agronómico, compiten ventajosamente con cereales y soya. El uso apropiado de esas materias primas en especies no rumiantes, ofrece la posibilidad de producir proteína de origen animal a menor costo y constituye un elemento importante para generar formas de producción adecuadas en países tropicales.

Debido a que los conejos requieren elevada proporción de fibra en su dieta, la cual afecta la tasa de pasaje e influye en el proceso digestivo, aprovechamiento de nutrientes y eficiencia biológica (García *et al.* 1999), es conveniente conocer el contenido de nutrientes y utilización digestiva de esos recursos fibrosos no convencionales. Al respecto, la composición química y valor nutritivo es de fundamental importancia, debido a que facilita proponer fórmulas dietéticas que permiten alcanzar requerimientos nutricionales a menor costo y evitar excesos de algunos nutrientes que pueden ser causantes de polución ambiental. La escasa información existente, incentiva la búsqueda científica.

Los estudios de valoración nutricional son útiles para determinar el contenido de energía y proteína digestible que deben ser usados para un ingrediente en formulación de raciones. La energía digerible (ED) es el valor más extensamente utilizado en evaluación de energía de alimentos para conejos debido a su estrecha relación con la energía metabolizable (De Blas *et al.* 1985) y a su simplicidad. Sobre el valor de energía de ingredientes dietéticos para conejos poco se ha investigado.

La yuca es un arbusto multipropósito que puede ser utilizado para la producción de energía (raíz) y de proteína (hojas). El cultivo de yuca se adapta a amplias condiciones ambientales tropicales, ofrece alta producción de forraje y se produce en suelos pobres e inapropiados para otros cultivos; sin embargo, en cada cosecha se pierden cantidades importantes de follaje. Debido a su

contenido de nutrientes, elevado rendimiento y alta disponibilidad en el trópico, se puede inferir que el follaje de yuca es una alternativa para alimentación de animales rumiantes y no rumiantes. No obstante, se ha generado escasa información sobre valor nutricional y potencial de alimentación en conejos bajo condiciones venezolanas con la utilización de follaje de yuca.

El cultivo de yuca es de gran difusión en el país, su follaje presenta un importante contenido de proteína (20 a 25%), así mismo, presenta un bajo valor económico por ser un subproducto de cosecha y puede ofrecer soluciones productivas a pequeños y medianos productores (Trompiz *et al.* 2002). Algunos resultados, han permitido confirmar que hojas y tallos deshidratados de yuca pueden sustituir algunos de los componentes tradicionales de las raciones para animales, tales como la harina de alfalfa, soya y maíz (Escobar 1982). Peña y Rodríguez (2005) informaron que cuando se incluyó el follaje de yuca en dietas balanceadas a nivel de 10%, los conejos consumieron satisfactoriamente.

El objetivo del presente trabajo fue determinar la digestibilidad aparente de materia seca (DMS), materia orgánica (DMO), proteína cruda (DPC), energía bruta (DEB) y fibra detergente neutro (DFDN) en dietas para conejos de engorde con inclusión de niveles crecientes de follaje de yuca y estimar el contenido de energía y proteína digestibles en ese ingrediente.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó en la Unidad Cunicola de la Universidad Ezequiel Zamora, Guanare, estado Portuguesa (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 utilizaron 24 conejos Nueva Zelanda x California en etapa de crecimiento (peso vivo promedio= 908,33 ± 75,14 g), alojados individualmente en jaulas de alambre galvanizado de 0,30 x 0,10 x 0,20 m, las cuales estaban dotadas de comederos tubulares y bebederos tipo chupón. Se distribuyeron según un

diseño completamente aleatorizado en 04 tratamientos y 06 repeticiones.

Las dietas (Tabla I) fueron balanceadas para alcanzar requerimientos nutricionales de energía digestible, proteína y fibra para conejos en etapa de engorde, indicados por De Blas y Wiseman (2003). Los tratamientos estuvieron constituidos por el suministro de dietas en forma de harina, de la siguiente manera: T0= dieta basal (sin inclusión de follaje de prueba), T1= 10% de follaje de yuca, T2= 20% de follaje de yuca y T3= inclusión de 30% de follaje de yuca en la dieta. El follaje de yuca (Variedad Sardina) se colectó al momento de cosecha del tubérculo (120 días). Este material se secó mediante exposición al sol durante 3 días y fue triturado utilizando molino de martillo con criba de 3 mm.

Los conejos se alojaron en jaulas de metabolismo que permitían colección de heces, ubicadas en galpón con paredes laterales de 01 m de altura. Se distribuyeron seis conejos al azar en cada una de las dietas. El período de adaptación a las dietas fue 5 días y se colectaron heces durante los 4 días siguientes. Se suministraron 100 g/animal/día y se cuantificó el rechazo. El procedimiento aplicado en la prueba de digestibilidad siguió la metodología propuesta por Perez *et al.* (1995).

Las heces recolectadas diariamente se almacenaron a -21 °C, al finalizar el período de colección, se obtuvo una muestra compuesta que se secó a 65 °C durante 48 horas. Los análisis químicos en alimento y heces se condujeron según las técnicas reconocidas para materia seca, proteína bruta (Nx6,25), extracto etéreo, fibra cruda y ceniza (AOAC 1990). La energía bruta se determinó utilizando un calorímetro adiabático Parr (modelo 1341EB, USA). El fraccionamiento de la pared celular (fibra detergente ácido, FDA, y fibra detergente neutro, FDN) se llevó a cabo en los follajes y dietas según el procedimiento indicado por Van Soest *et al.* (1991).

Se determinó la DMS, DMO, DEB, DPC y DFDN, así como el contenido de ED y PD de las dietas y del follaje de yuca. El cálculo de la digestibilidad aparente se realizó de acuerdo con la ecuación utilizada por Fekete y Gippert (1986), según se indica a continuación:

$$D = ((CN - CNH) / CN) \times 100$$

- D= Digestibilidad aparente de nutriente.
- CN= consumo de nutriente.
- CNH= contenido de nutriente en heces.

Los valores de energía y proteína digestible del follaje de yuca se estimaron según método de sustitución del ingrediente problema en la dieta

Tabla I. Composición de dietas con inclusión de follaje de yuca y contenido estimado de nutrientes.

Ingredientes	Testigo	10%	20%	30%
Follaje de yuca	0	10	20	30
Heno de estrella	35	30	30	22
Harina de sorgo	10	5	7	9
Torta de soya	21	20	18	18
Afrecho de trigo	25	24	14	10
Melaza	8	8	8	8
DL Metionina	0,2	0,2	0,2	0,2
PVM	0,5	0,5	0,5	0,5
CaCo ₃	0,4	0,4	0,4	0,4
Fosfato dicálcico	1,1	1,1	1,1	1,1
NaCl	0,3	0,3	0,3	0,3
Contenido estimado de nutrientes				
Energía digestible (kcal/kg)	2600	2500	2500	2500
Proteína cruda %	15,76	17,00	17,00	18,42
Fibra cruda %	14,27	14,62	15,20	14,27
Fibra detergente neutro %	35,05	35,95	35,40	36,00
Fibra detergente ácido %	18,81	19,14	20,14	20,96
Metionina %	0,42	0,60	0,60	0,60
Lisina %	0,70	0,75	0,60	0,70

basal, siguiendo el procedimiento de cálculo indicado por Villamide (1996):

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

Donde:

- ED_I = Energía digestible del ingrediente probado.
- P = Tasa de sustitución del ingrediente probado.
- ED_{DP} = Energía digestible de la dieta que incluye el ingrediente probado en proporción P (30%, en el presente caso).
- ED_{DB} = Energía digestible de la dieta basal.

Los valores de las variables medidas 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

En la Tabla II se muestra la composición química y el contenido de energía y proteína

digestibles de las dietas y del follaje de yuca. Los valores correspondientes a contenido de proteína cruda, proteína digestible, fibra cruda y fibra detergente neutro estuvieron por encima de los requerimientos establecidos para conejos de engorde (De Blas y Wiseman 2003); mientras que la energía digestible mostró tendencia a disminuir cuando aumentó el follaje de yuca en la dieta y los valores estimados para esta fracción estuvieron por debajo de los requerimientos.

En la Tabla III se muestra la digestibilidad de la materia seca, materia orgánica, proteína cruda, energía y fibra detergente neutro de las dietas. No se encontraron diferencias ($P > 0,05$) para los índices examinados; de igual manera, no se observó tendencia definida cuando aumentó el nivel de inclusión del forraje en la dieta. Estos resultados permiten sugerir que la utilización digestiva de la dieta no es afectada por la inclusión de 30 % de follaje de yuca, en consecuencia es posible proponer su utilización como ingrediente dietético para conejos de engorde. Esta afirmación se corrobora si se considera el valor determinado para energía digestible (1170,00 kcal/kg de MS) y proteína digestible (201,50 g/kg) en follaje de yuca.

Tabla II. Composición química de dietas con inclusión de follaje de yuca.

Fracción	Testigo	10%	20%	30%	Follaje de Yuca
MS (%)	88,54	89,92	88,88	88,62	88,54
Cenizas (%)	13,26	11,62	10,78	15,79	13,26
MO (%)	86,74	88,34	89,22	84,21	86,74
EB kcal/kg	4017	4018	4026	4016	4026
ED kcal/kg ¹	2395.70	2524.30	2159.20	2028.90	1170,00
EE (%)	4,64	4,08	3,77	4,91	4,64
PC (%)	19,44	23,31	24,43	24,70	29,06
PD (g/kg)*	127,79	168,99	167,15	174,51	201,50
FC (%)	16,79	18,83	21,84	20,73	33,02
FDN (%)	48,82	47,74	53,77	49,18	47,99

MS= Materia seca. MO= Materia orgánica. EB= Energía Bruta. ED= Energía digestible. EE= Extracto Etéreo. PC= Proteína cruda (Nx6.25). PD= Proteína digestible. FC= Fibra cruda. FDN= Fibra detergente neutro. ¹= Calculado por método de sustitución del ingrediente probado. *= Calculado con base en composición química y digestibilidad de la fracción.

Tabla III. Digestibilidad aparente de nutrientes de dietas con follaje de yuca en conejos.

Parámetros estudiados	Follaje de yuca (%)				EEM
	0	10	20	30	
n	6	6	6	6	
DMS	50,11	58,57	52,25	52,46	2,51 ns
DMO	49,82	58,86	52,25	51,04	2,83 ns
DPC	65,74	72,50	68,42	70,65	2,77 ns
DEB	51,73	58,49	52,56	50,52	2,34 ns
DFDN	16,67	22,21	26,31	20,58	5,42 ns

n = Número de observaciones. DMS= Digestibilidad de materia seca. MO= Digestibilidad de materia orgánica. DEB= Digestibilidad de energía bruta. DPC= Digestibilidad de proteína cruda. DFDN= Digestibilidad de fibra detergente neutro. EEM= Error estándar del grupo de medias.

Tabla IV. Crecimiento y consumo de alimento en conejos de engorde alimentados con dietas que incluían follaje de yuca.

Parámetros estudiados	Follaje de yuca (%)				EEM
	0	10	20	30	
n	6	6	6	6	
PI (g)	887.50	918.75	887.50	950.00	27,52 ns
PF (g)	1066.7b	1081.3ab	1050.0b	1170.0a	17,92 *
GDP (g/día)	19.91	18.05	18.05	24.45	2,71 ns
CON (g/día)	78.63	77.81	62.97	69.94	9,18 ns
CONV	4.37	5.71	3.68	3.29	1,32 ns

PI= peso inicial, PF= peso final, GDP= ganancia diaria de peso, CON= consumo de alimento, CONV= conversión de alimento, EEM= Error estándar de las medias.

Los valores observados en el presente estudio para DMS, DMO y DFDN fueron ligeramente inferiores a los reportados para dietas que incluían niveles similares de follaje de *Leucaena leucaena* (Nieves *et al.* 2002a), *Trichanthera gigantea* (Nieves *et al.* 2002b) y *Morus alba* (Nieves *et al.* 2006); mientras para DPC están dentro del rango informado en los referidos antecedentes y al encontrado en estudio de otros recursos alternativos tropicales (Raharjo *et al.* 1986, Bamikole *et al.* 2000). La DEB de las dietas también fue inferior a la informada para dietas con morera (Nieves *et al.* 2006) y otros recursos no convencionales (Nieves *et al.* 2007). Estos resultados pueden ser consecuencia de la composición de la pared celular y contenido de compuestos secundarios en el follaje de yuca (Savón 2005).

Durante la conducción del experimento, se observó que los conejos exhibieron buena salud y no hubo signos de falta de confort. En la Tabla IV se muestra el peso inicial, peso final, ganancia diaria de peso, consumo de alimento y conversión de alimento de los conejos durante el experimento. Sólo en peso final se encontraron diferencias ($P < 0,05$) entre tratamientos; sin embargo, la ganancia diaria de peso no fue afectada ($P > 0,05$). Los valores encontrados para consumo de alimento y ganancia diaria de peso son inferiores a los informados para dietas granuladas que incluían ingredientes no convencionales (Nieves *et al.* 2007; 2009).

CONCLUSIONES

Los valores de digestibilidad observados en las dietas, así como el contenido de energía digestible y de proteína digestible en follaje de yuca, permiten sugerir que este recurso forrajero

puede ser utilizado en la formulación de dietas para conejos de engorde.

REFERENCIAS

- Association of Official Analytical Chemist (AOAC). 1990. Official methods of analysis. 15th Ed. Washington DC. 1117 p.
- Bamikole, M., Ezenwa, I., Adewumi, M., Omojola, A., Aken'ova, M. Babayemi, O. and Olofusoye, O. 2000. Alternative feed resources for formulating concentrate diets of rabbits. *World Rabbit Science* 8(3):131-136.
- De Blas, C. and Wiseman, J. 2003. The nutrition of the rabbits. CABI Publishing, London, UK. pp. 103-144.
- De Blas, C., Fraga, M. and Rodríguez, J. 1985. Units for feed evaluation and requirements for commercially grown rabbits. *J. Anim. Sci.* 60:1021-1028.
- Escobar, I. 1982. Composición química del follaje de yuca. Resumen in Seminario Nacional de Yuca. FAGRO/UCV. Maracay. pp. 627-635.
- Fekete, S. and Gippert, T. 1986. Digestibility and nutritive value of nineteen important feedstuffs for rabbits. *J. Appl. Rabbit Res.* 9(3):103-108.
- García, J., Carabaño, R y De Blas, C. 1999. Efecto de fuente de fibra sobre la digestibilidad de pared celular y tasa de pasaje en conejos. *J. Anim. Sci.* 77:898-905.
- Holdridge, L. 1979. Ecología basada en zonas de vida. IICA, San José. pp. 13-14.

- Nieves, D., Terán, O., Silva, L., y González, C. 2002a. Digestibilidad *in vivo* de nutrientes en dietas en forma de harina con niveles crecientes de *Leucaena leucocephala* para conejos de engorde. Revista Científica de la Facultad de Ciencias Veterinarias Universidad del Zulia XII(suplemento) 2:408-411.
- Nieves, D., Briceño, D., Pineda, A. y Silva, L. 2002b. Digestibilidad *in vivo* de nutrientes en dietas con naranjillo (*Trichanthera gigantea*) en conejos destetados. Revista Computadorizada de Producción Porcina. Cuba 9(1):87-93.
- Nieves, D., Araque, H., Terán, O., Silva, L., González, C. y Uzcátegui, W. 2006. Digestibilidad de nutrientes del follaje de morera (*Morus alba*) en conejos de engorde. Revista Científica de la Facultad de Ciencias Veterinarias Universidad del Zulia XVI:408-411.
- Nieves, D., Schargel, I., Terán, O., González, C., Silva, L. y Ly, J. 2007. Estudios de procesos digestivos en conejos de engorde alimentados con dietas basadas en follajes tropicales. Digestibilidad fecal. Revista Científica de la Facultad de Ciencias Veterinarias Universidad del Zulia XVII(3): 271-277.
- Nieves, D., Terán, O., Vivas, M., Arciniegas, G., González, C. y Ly, J. 2009. Comportamiento productivo de conejos alimentados con dietas basadas en follajes tropicales. Revista Científica de la Facultad de Ciencias Veterinarias Universidad del Zulia XIX(2):173 – 180.
- Peña, F. y Rodríguez, M. 2005. Consumo y aceptabilidad de dietas con follaje de yuca (*Manihot esculenta*) en conejos. Tesis Ing. Producción animal, UNELLEZ, Guanare, 27 p.
- Perez, J., Cervera C., Falcao E., Concha L., Maertnes L., Villamide M. J. and Xiccato G. 1995. European ring-test on *in vivo* determination of digestibility in rabbits: reproducibility of a reference method compared with individual laboratory procedures. World Rabbit Sci. 3(1):41-43.
- Raharjo, C., Cheeke, P., Patton, N. and Supriyati, K. 1986. Evaluation of tropical forages and by-product feeds for rabbit production. 1. Nutrient digestibility and effect of heat treatment. Journal of Applied Rabbit Research 9:56-66.
- Savón, L. 2005. Alimentación no convencional de especies monogástricas: utilización de alimentos altos en fibra. In: Curso: Alimentación no convencional para monogástricos en el trópico. Nieves, D., Zambrano, C. y Vivas, J. (Eds.). UNELLEZ, Guanare. pp. 30-50.
- Steel, R. and Torrie, J. 1980. Principles and procedures of Statistics: a biometrical approach. McGraw-Hill Book Company Inc. New York, 481 p.
- Trompiz, J., Ventura, M., Gómez, A., Balzan, M., Silva, P. y Barreto, K. 2002. Evaluación de raciones con harina de follaje de yuca (*Manihot esculenta*) sobre el rendimiento Productivo de cerdos en etapa de engorde. [documento en línea] en <http://www.saber.ula.ve/revistacientifica/pdfs/articulo23.pdf>. [consulta: marzo 2009].
- Van Soest, J., Roberston, B. and Lewis, A. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. J. Dairy Sci. 74:3583-3597.
- Villamide, M. 1996. Methods of energy evaluation of feed ingredients for rabbits and their accuracy. Anim. Feed Sci. and Techn. 57:211-223.