

Algunos aspectos del valor nutritivo de alimentos venezolanos destinados a animales monogástricos

Safiyé Gonzalvo, D Nieves*, J Ly, M Macías,
Martha Carón y Vivian Martínez

Instituto de Investigaciones Porcinas. Gaveta Postal 1, Punta Brava
La Habana 1920, Cuba

ijp00@ceniai.inf.cu

*Programa de Producción Animal,
Universidad Nacional Experimental de los Llanos Ezequiel Zamora
(UNELLEZ),

Guanar, Venezuela

dnieves@cantv.net

Estimates of nutritive value of Venezuelan feed resources destined for monogastric animals

Safiyé Gonzalvo, D Nieves*, J Ly, M Macías,
Martha Carón y Vivian Martínez

Abstract

Chemical composition and *in vitro* digestibility (IVND, pepsin/pancreatin) were determined on 13 feed resources found in Venezuela, grouped according to protein sources: (*Phaseolus calcaratus* Roxb; Earthworm meal, *Eisenia foetida*; and Soya bean meal, *Soja maxima* L.), tree resources (Leucaena, *Leucaena leucocephala*; Mulberry, *Morus alba*; *Trichanthera gigantea*) and agroindustrial y byproducts (rejects from sesame, *Sesamun indicum*. L; rice polishings, *Oryza sativa*; sweet potato foliage, *Ipomoea batatas*); sugar cane leaves, *Saccharum officinarum*), forage groundnut, *Arachis pintoi*; wheat bran, *Triticum vulgare*; and meal made from dried rabbit intestines).

Levels of N ranged from 6.30% (*Phaseolus calcaratus*) to 8.43% (soya bean meal). IVND values were: 96.1% (soya), 88.7% (earthworm meal) and 89.7% (*Phaseolus calcaratus*). Tree sources had N levels between 4.20% (leucaena) and 3.12% (*Trichanthera gigantea*) and and IVND of 66.0% (leucaena) and 30.1% (*Trichanthera gigantea*). Agroindustriales subproductos had 1.15% N (sugar cane leaves) and 3.87% (wheat bran) and IVND of 79.4% (rabbit intestine meal and wheat bran) and 33.9% (sweet potato foliage).

Levels of NDF were poorly related to IVND values (-0.38).

Key words: Feed resources, tree leaves, protein meals, agroindustrial byproducts, nutritive value, in vitro nitrogen digestibility

Resumen

Se determinó la composición química y la digestibilidad *in vitro* (DIV, pepsina/pancreatina) en muestras representativas de 13 recursos alimentarios venezolanos agrupados como recursos proteicos (harina de frijol chino, *Phaseolus calcaratus* Roxb; harina de lombriz roja californiana, *Eisenia foetida*; torta de soya, *Soja maxima* L.), recursos arbóreos (leucaena, *Leucaena leucocephala*; morera *Morus alba*; naranjillo, *Trichanthera gigantea*) y subproductos agroindustriales (descartes de ajonjolí, *Sesamun indicum* L; pulidura de arroz, *Oryza sativa*; follaje de batata, *Ipomoea batatas*), hojas de caña de azúcar, *Saccharum officinarum*), maní forrajero, *Arachis pinto*; afrechillo de trigo, *Triticum vulgare* y harina de vísceras de conejo).

Los valores encontrados para el contenido de N y la DIV del N (DIVN) de los recursos proteicos fueron los más elevados. Los niveles de N fluctuaron entre 6.30% (harina de frijol chino) y 8.43% (torta de soya) y los valores de DIVN fueron 96.1% (torta de soya), 88.7% (harina de lombriz) y 89.7% (harina de frijol chino). Los recursos arbóreos y subproductos agroindustriales presentaron en general un menor contenido de N y DIV lo que podría estar influenciado por el mayor contenido de fibra presente en estas fuentes alimenticias. El N osciló entre 4.20% (leucaena) y 3.12% (naranjillo) para los recursos arbóreos y entre 1.15% (hojas de caña de azúcar) y 3.87% (afrechillo de trigo) en el caso de los subproductos agroindustriales. Para los recursos arbóreos los valores de DIVN oscilaron entre 66.0% (leucaena) y 30.1% (naranjillo) mientras que para los subproductos agroindustriales oscilaron entre 79.4% (harina de vísceras y afrechillo de trigo) y 33.9% (follaje de batata).

Según estos resultados se reafirma la excelencia de la soya tanto por su composición química como por sus valores de DIV. La leucaena y el afrechillo de trigo parecen ser los más prometedores dentro de los recursos arbóreos y subproductos agroindustriales respectivamente, tanto por su contenido de N como por sus valores de DIV.

Palabras claves: recursos arbóreos, subproductos agroindustriales, fuentes proteicas, composición química, digestibilidad in vitro, animales monogástricos

Introducción

La producción de carne de animales monogástricos a partir de alimentos no convencionales en los países en vías de desarrollo se ha convertido en una actividad prácticamente obligada para toda la población, especialmente la rural. La escasa disponibilidad de las fuentes convencionales y sus elevados precios constituyen un obstáculo para la rentabilidad y estabilidad de esta actividad agropecuaria. A esta situación se une la competencia existente entre la población humana y los animales monogástricos no herbívoros (cerdos y aves) por los mismos alimentos y el hecho de que los países subdesarrollados, que generalmente están localizados en zonas tropicales y subtropicales, no poseen las condiciones climáticas ni el avance tecnológico que les permita cosechas productivas de cultivos equivalentes a los cereales y fuentes de proteína convencionales (Pérez 1997).

Esta situación ha llevado a las instituciones de investigación a dirigir sus esfuerzos al estudio y evaluación de nuevas fuentes de alimento que eliminen la competencia con el hombre y estén al alcance de los productores. Como se ha planteado (Ly 1993; Pérez 1997), una de las alternativas sostenibles para satisfacer este propósito se basa en el empleo de cultivos tropicales de alto rendimiento, alta producción de biomasa y energía renovable como la caña de azúcar y otros que sustituyan eficientemente las fuentes proteicas convencionales. Otra alternativa es el uso de materiales de desecho y desperdicios del consumo humano o animal lo que permite el aprovechamiento y reciclaje de residuos orgánicos y subproductos agropecuarios, industriales y de la pesca aportando adicionalmente soluciones al grave problema de la contaminación ambiental.

Los árboles y arbustos forrajeros por su amplia diversidad y característica de adaptación a gran cantidad de ecosistemas del trópico ofrecen grandes perspectivas como solución biológica, práctica y económicamente viable para la alimentación animal (Mastrapa et al 1996). Sin embargo debe tenerse en cuenta que estas fuentes no convencionales en general poseen altas concentraciones de fibra y tejidos ricos en nitrógeno ligado a compuestos anti-nutricionales por lo que deben emplearse con precaución en las dietas destinadas a monogástricos.

El objetivo de este trabajo fue evaluar algunos recursos alimentarios venezolanos no convencionales para su posible utilización en la alimentación de animales monogástricos.

Materiales y métodos

Se estudió la composición química y la digestibilidad *in vitro* (DIV) de 13 recursos alimentarios oriundos de Venezuela (harina de frijol chino (*Phaseolus calcaratus* Roxb), harina de lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*), torta de soya (*Soja maxima* L.), leucaena (*Leucaena leucocephala*), morera (*Morus alba*), naranjillo (*Trichanthera gigantea*), descartes de ajonjolí (*Sesamun indicu*. L), pulidura de arroz (*Oryza sativa*), follaje de batata (*Ipomoea batatas*), hojas de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*), maní forrajero (*Arachis pintoï*), afrechillo de trigo (*Triticum vulgare*) y harina de vísceras de conejo, con posible utilidad para la alimentación de animales monogástricos.

Se tomaron muestras de forma aleatoria y representativa de los materiales en estudio y se secaron, previa determinación de su contenido de humedad, en estufa con circulación de aire a una temperatura de 60 °C y se molieron para obtener un tamaño de partícula de 0.33 mm. De las muestras así preparadas se tomaron alícuotas para la determinación por duplicado de MS, ceniza, N, extracto etéreo y minerales según las recomendaciones de la AOAC (1995). La FND se midió según Van Soest y Wine (1967). El contenido de materia orgánica (MO) se definió como 100 - % ceniza y la energía bruta se predijo según Nehring y Haenlein (1974). En las Tablas 1 y 2 se muestran el contenido de nutrientes y minerales de los recursos estudiados.

Tabla 1. Contenido de nutrientes y energía de recursos alimentarios v

(% en base seca)

	MS	FDN	Grasas	N	MO EB, kJ/g MS	
Recursos arbóreos						
Leucaena	94.3	31.5	5.53	4.20	91.7	19.2
Morera	93.1	28.0	3.15	3.16	83.3	26.4
Naranjillo	89.6	37.3	5.18	3.12	79.6	16.8
Subproductos agroindustriales						
Ajonjolí, descartes	97.2	23.4	14.4	2.46	64.1	15.6
Arroz, puliduras	94.6	30.5	14.0	2.50	87.8	19.5
Batata, follaje	92.8	52.0	1.68	2.34	82.7	16.2
Caña de azúcar, hc	88.8	77.5	1.64	1.15	94.7	18.3
Maní forrajero	92.3	43.3	1.97	2.78	91.7	18.1
Trigo, afrechillo	94.9	46.4	3.73	3.87	93.2	18.7
Vísceras, harina	95.2	-	17.7	2.59	90.4	20.7
Recursos proteicos						
Frijol chino, harina	95.0	23.5	21.8	6.30	93.8	23.9
Lombriz, harina	95.2	11.7	4.87	8.03	78.5	18.1
Soya, torta	94.5	23.0	4.56	8.43	92.5	20.6

Tabla 2. Contenido de minerales de recursos alimentarios venezolanos (% en b

	Ceniza	Ca	Mg	Na	K	P
Recursos arbóreos						
Leucaena	8.25	1.92	0.30	0.07	1.82	0.18
Morera	16.71	4.23	0.47	0.12	2.17	0.42
Naranjillo	20.36	7.47	0.79	0.13	1.86	0.28
Subproductos agroindustriales						
Ajonjolí, descartes	35.89	2.85	0.41	0.17	1.14	0.41
Arroz, puliduras	12.25	0.30	0.80	0.08	2.00	2.43
Batata, follaje	17.35	2.30	0.30	0.38	2.60	0.30
Caña de azúcar, hc	5.26	0.37	0.10	0.16	1.45	0.16
Maní forrajero	8.29	2.07	0.53	0.12	1.39	0.35
Trigo, afrechillo	6.75	0.16	0.42	0.14	1.66	1.27
Vísceras, harina	9.58	0.37	0.53	0.30	1.91	1.31
Recursos proteicos						
Frijol chino, harina	6.17	0.49	0.32	0.12	2.07	0.63
Lombriz, harina	21.45	2.12	0.47	0.93	1.15	1.41
Soya, torta	7.45	0.45	0.25	0.10	2.16	0.61

Cada una de las muestras de los alimentos estudiados se dividió en seis submuestras para medir la digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS), y a continuación, se tomaron al azar tres residuos de la determinación de MS para la digestibilidad *in vitro* de la materia orgánica (DIVMO). Los otros tres residuos se usaron para medir la digestibilidad *in vitro* del nitrógeno (DIVN) según Dierick et al (1985). En los ensayos de digestibilidad se usó como referencia un patrón de caseína obtenida comercialmente.

Los resultados de las mediciones de la digestibilidad *in vitro* se analizaron mediante análisis de varianza de acuerdo con una clasificación simple. La prueba de rangos múltiples de Duncan (Steel y Torrie 1980) fue utilizada para identificar las diferencias entre medias de los tratamientos cuando el análisis de varianza realizado indicó diferencias significativas ($P < 0.05$).

Resultados

En la Tabla 3 se presentan los resultados de los ensayos de digestibilidad *in vitro*. Los valores hallados para la DIVN de la caseína usada como estándar en cada ensayo estuvieron en el orden de $98.35 \pm 0.3\%$. Este valor es cercano al obtenido por Dierick et al (1985) y que fue 99.8%, lo que indica que el sistema de incubación empleado fue efectivo.

Tabla 3. Digestibilidad *in vitro* (DIV, pepsina/pancreatina) de recursos alimentarios venezolanos (%)

	DIV MS	DS±	DIV MO	DS±	DIV N	DS±
Recursos arbóreos						
Leucaena	55.6 ^d	0.72	52.4 ^d	0.55	66.0 ^d	1.80
Morera	39.3 ^e	0.91	39.2 ^f	0.46	50.7 ^e	1.46
Naranjillo	39.9 ^e	2.87	28.8 ^g	0.72	30.2 ^f	0.53
Subproductos agroindustriales						
Ajonjolí, descartes	46.4 ^e	4.13	48.6 ^e	0.77	60.2 ^d	0.53
Arroz, puliduras	59.4 ^d	1.00	54.5 ^d	1.29	71.7 ^c	1.23
Batata, follaje	32.3 ^f	0.94	24.4 ^g	1.47	33.9 ^f	2.10
Caña de azúcar, h	20.6 ^g	1.51	17.5 ^h	0.79	68.4 ^d	1.90
Maní forrajero	39.7 ^f	1.52	37.5 ^f	1.38	65.8 ^d	1.43
Trigo, afrechillo	52.7 ^d	1.07	51.0 ^d	1.02	77.7 ^c	1.38
Vísceras, harina	68.7 ^c	0.57	66.1 ^c	0.57	79.4 ^c	2.56
Recursos proteicos						
Frijol chino, harina	77.4 ^b	0.62	77.7 ^b		88.8 ^b	1.49
Lombriz, harina	78.2 ^b	1.18	79.6 ^b	1.42	88.8 ^b	0.27
Soya, torta	84.7 ^a	0.38	84.8 ^a	1.61	96.2 ^a	0.53

^{abcde fgh} Medias sin letra en común en la misma columna difieren significativamente (1955)

En la tabla 4 aparece algunos estudios de interdependencia entre los valores de DIV y el contenido de fibra de los distintos recursos evaluados. Se halló que los índices de DIV medidos estuvieron positivamente correlacionados entre sí ($P < 0.05$). Por otra parte, tanto la fibra cruda como la FDN estuvieron negativamente asociados con la DIV de la MS y de la MO ($P < 0.05$). Esta interdependencia fue más débil con respecto al N digerido *in vitro*. Por otra parte, la pared celular definida como FDN estuvo menos estrechamente asociada a la DIV de las distintas fracciones estudiadas, que la fibra cruda. Sin embargo, ambas formas de expresión de la fibra de los alimentos estuvieron significativamente ($P < 0.05$) relacionadas entre sí.

Tabla 4. Matriz de correlación de Pearson de incidencia de digestibilidad *in vitro* y contenido de FDN en algunos recursos alimentarios venezolanos

	FDN	DIVMS	DIVMO
FDN			
DIV MS	- 0.78		
DIV MO	- 0.79	0.98	
DIV N	- 0.38	0.78	0.83

$P < 0.05$ para $r > 0.50$

Discusión

Otra fracción interesante es la correspondiente a la fibra pues es conocido que esta puede influir negativamente sobre la digestibilidad de los nutrientes que componen un alimento. Los por cientos de fibra (NDF) fueron en general mayores para los recursos arbóreos y los subproductos agroindustriales respecto a los recursos proteicos, destacándose por su elevadísimo contenido de fibra las hojas de caña de azúcar (77.5% de FDN). Los menores valores de FND aparecieron en el follaje de morera y el descarte de ajonjolí (28.0 y 23.4% respectivamente).

Se destacaron por su contenido de potasio el follaje de batata, por su contenido de fósforo las puliduras de arroz y las harinas de lombriz y naranjillo por sus contenidos de sodio y calcio respectivamente. El mejor perfil de minerales encontrado fue para la harina de naranjillo por lo que puede constituir una fuente de minerales con potencialidad para incluir en la dieta de animales monogástricos.

Los menores valores de digestibilidad hallados en los recursos arbóreos y los subproductos agroindustriales pueden ser producto de sus mayores contenidos relativos de fibra, lo que influye negativamente en la digestibilidad de los nutrientes, en especial la del N (Fernández y Jorgensen 1986). A este respecto, Rodríguez y Figueroa (1995) al estudiar diferentes fuentes fibrosas de alimento, encontraron valores elevados de N asociado a la FDN. Por otra parte Kass (1992) ha sugerido que entre el 32 y 56% del nitrógeno está asociado a la FDN. La proporción de nitrógeno asociado estructuralmente a la fracción insoluble de la fibra dietética ejerce una marcada influencia sobre la digestibilidad in vitro del N (Mastrapa et al 1996). Así es que Eggum (1992) ha señalado que un incremento en los niveles de fibra dietética insoluble consumidos aumenta el bolo fecal o la excreción del N en ratas y cerdos debido a una excreción aumentada de la proteína enlazada a la pared celular vegetal.

Los menores valores de digestibilidad dentro del grupo de los subproductos agroindustriales aparecieron como se esperaba, por sus elevados contenidos de fibra, en las hojas de caña de azúcar y el follaje de batata. La DIVN de las hojas de caña de azúcar fue relativamente elevada (68.40%) lo que podría ser un indicio de que el por ciento de N asociado a la fibra es bajo. Los mayores valores de digestibilidad aparecieron en la harina de vísceras, el afrechillo de trigo y la pulidura de arroz.

En el grupo de los recursos arbóreos la leucaena presentó los mayores valores de digestibilidad de sus diferentes fracciones. Los otros dos recursos incluidos en el grupo (morera y naranjillo), presentaron digestibilidades mucho más bajas. Estos bajos valores de digestibilidad pueden estar dados además por la presencia de compuestos antinutricionales asociados a la parte fibrosa de la planta, lo que ejerce un efecto negativo adicional sobre la digestibilidad de la proteína y su utilización (Murgueitio 1994).

Dentro de los dos últimos grupos las fuentes más promisorias tanto por su contenido de N como por sus valores de digestibilidad son la harina de vísceras, el afrechillo de trigo, la pulidura de arroz y la leucaena. Los valores de digestibilidad obtenidos en general en estos grupos hacen suponer que una fracción importante de estos recursos es digerida en el intestino grueso por lo que se hace necesario el estudio de la digestibilidad total de los nutrientes presentes en estas fuentes de alimento así como la determinación de los factores antinutricionales presentes en los mismos, con vistas a utilizar métodos de desintoxicación que permitan una óptima utilización de las mismas.

El estudio y caracterización de nuevas fuentes no convencionales de alimentos, así como la elaboración de tablas con su composición de nutrientes puede significar un recurso de inestimable valor en manos de especialistas y productores en general.

Se encontraron diferencias significativas ($P < 0.001$) para las digestibilidades de las diferentes fracciones de las muestras de distinto origen que se estudiaron. Los mayores valores de digestibilidad aparecieron en los recursos proteicos analizados, lo que junto a sus mayores niveles de nitrógeno los hace sobresalir, mostrando una vez más la soya su excelencia para la alimentación de monogástricos.

Referencias

AOAC 1995 Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemists, 5^{ed} (P A Cunnif, ed.). AOAC International Arlington, pp 2000

Dierick N, Vervaeke I, Decuypere J y Henderickx H 1985 Protein digestion in Pig measured in vivo and in vitro. Proceedings of the 3rd International Seminar of Digestive Physiology in the Pig (A. Just, H Jorgensen y J A Fernández, ed). Copenhagen, pp. 329-332

Duncan D B 1955 Multiple range and multiple F test. Biometrics 11:1

Eggum B O 1992 The influence of dietary fibre on protein digestion and utilization. In: Dietary Fibre- a Component of Food Nutritional Function in Health and Disease. TF Schweiser y C A Edwards, ds) Springer Verlag p 153-165.

Fernández, J A y Jorgensen J N 1986 Digestibility and absorption of nutrients as affected by fibre content in the diet of the pig. Quantitative aspects. Livestock Production Science. 25: 53-69.

Kass M 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.

Ly J 1993 The role of monogastric animal species in sustainable use of tropical feed resources. In: Proc VII World Conf Anim. Prod. Edmonton 1:95-117

Mastrapa, L, Medros C M, Rodriguez J L, Mazón D y Rodríguez M 1996 Evaluación de la fibra dietética y del nitrógeno asociado a esta fracción en alimentos para cerdos. Revista Computadorizada de Producción Porcina. 3(3):66-74

Mederos C M, Ly J y Martínez R 1995 Metodología para la evaluación de alimentos para cerdos. Instituto de Investigaciones Porcinas. La Habana. pp 77

Murgueítio E 1994 Los árboles forrajeros como fuente de proteína (2da ed) CIPAV. Cali. pp 7

Nehring K y Haenlein G F W 1973 Feed evaluation and ration calculations based on net energy_{FAT}. Journal of Animal Science 36:949-964

Pérez R 1997 Feeding pigs in the tropics. FAO Animal Production and Health Paper 132. Roma pp 185

Rodríguez M y Figueroa V 1995 Evaluación de la fracción nitrogenada de diferentes alimentos fibrosos y su efecto sobre la digestibilidad *in vitro*. Revista Computadorizada de Producción Porcina. 2(1):45-52

Steel R G D y Torrie, J H 1980 Principles and procedures of Statistics: a biometrical approach. McGraw-Hill Book Company Incompany (2da ed.). Toronto, pp 663

Van Soest P J y Wine R H 1967 Use of detergents in the analysis of fibrous feeds. IV. Determination of plant cell wall constituents. Journal of the Association of Official Agricultural Chemists 50:50-54

Received 4 April 2001