

EFECTO DE TRES TIPOS DE PRESENTACIÓN DE ALIMENTO PREPARADO CON RAÍZ Y FOLLAJE DE YUCA (*MANIHOT ESCULENTA CRANTZ*) SOBRE LA DIGESTIBILIDAD APARENTE EN CERDOS

Presentation's Effect of Cassava (*manihot esculenta, crantz*) Root and Foliage on the Apparent Digestibility in Swine Diets

Freddy Parra, Ivonne Díaz, Carlos González, Ernesto Hurtado, Servio Garbati e Hiram Vecchionacce

¹Instituto de Producción Animal, Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela

Apartado 4579 Maracay, Zona Postal 2101, Venezuela

e-mail: gonzalezc@agr.ucv.ve

RESUMEN

Con el objeto de determinar en cerdos la digestibilidad total aparente de tres tipos de presentación del alimento preparado con raíz y follaje de yuca (*Manihot esculenta crantz*), se utilizaron 15 lechones machos castrados mestizos provenientes de cruces entre razas mejoradas con 30 ± 2 kg de Peso Vivo (PV), alojados en jaulas metabólicas, distribuidas en un diseño experimental completamente aleatorizado con 5 repeticiones, donde los tratamientos correspondieron a: T1 (harina seca), T2 (harina humedecida) y T3 (pasta). Se les suministró una dieta equivalente al 8% del peso metabólico (PV^{0.75}), fraccionada en dos porciones: 8:30 y 16:30 h. El periodo experimental total duró 10 días, 5 de adaptación y 5 días de muestreo, las heces fueron recolectadas en horario previo al suministro de la ración, siendo estas pesadas, homogeneizadas y deshidratadas en estufa a 65 °C y enviadas al laboratorio para las determinaciones de Materia Seca (MS), Materia Orgánica (MO), Proteína Cruda (PC), Fibra Detergente Neutro (FDN) y Energía. Se calcularon por diferencia los coeficientes de digestibilidad para cada fracción. Los valores de digestibilidad total aparente de las fracciones MS, MO, FDN y energía, fueron superiores en T3 con 87,82%, 89,55%, 95,04% y 85,04% respectivamente; entre T1 y T2 no hubo diferencias ($P > 0,05$). Para la fracción PC los resultados fueron similares ($P > 0,05$). Se concluye que el alimento en forma de pasta (con raíz y follaje de yuca), es un recurso con una alta calidad nutricional y una digestibilidad superior a 87% de MS el cual puede ser usado en la alimentación de cerdos.

Palabras Clave: Cerdo, digestibilidad, alimentación, yuca, harina, pasta.

ABSTRACT

In order to determine the apparent total digestibility in pigs of three diets presentation types made with cassava roots and foliage (*Manihot esculenta crantz*), 15 male castrated pigs coming from crossings among improved races were used, with 30 ± 2 kg live weight, housed in metabolic cages, distributed in an totally randomized experimental design with 5 repetitions, where the treatments corresponded to: T1 (dry flour), T2 (humidified flour) and T3 (PASTA). They were given a diet equivalent to 8% of the metabolic weight (PV^{0.75}), fractioned in

two portions, 8:30 and 16:30 h. The experimental period lasted 10 days, 5 of adaptation and 5 days of sampling, the grounds were gathered previous to the portion supply, being weighted, homogenized and dehydrated at 65 °C and sent to the laboratory for the DM, OM, CP, NDF and Energy determinations. They were calculated through difference in the digestibility coefficients for each fraction. The values of apparent total digestibility of the fractions DM, OM, NDF and energy, were superior in T3 with 87.82%, 89.55%, 95.04% and 85.04% respectively; Between T1 and T2, there were not differences ($P > 0.05$). For the fraction PC the results were similar ($P > 0.05$). It is concluded that, the food in form of pasta (with cassava root and foliage) is a resource with a high nutritional quality and a digestibility superior to 87% of DM which can be used in the feeding of pigs.

Key words: Pigs, digestibility, feeding, cassava, flour, pasta.

INTRODUCCIÓN

Las condiciones socioeconómicas y tecnológicas de los países del tercer mundo, no permiten el desarrollo de una producción animal que sea creciente y sostenible, si se siguen los parámetros impuestos por los modelos productivos transferidos de países desarrollados.

En Venezuela, la producción de cerdos está relacionada con la utilización de alta tecnología y el uso de cereales y soya, generando dependencia foránea que unido a una alta competencia con el humano hace el sistema insostenible. Motivo por el cual, las alternativas alimenticias para la producción animal han tomado importancia. Existen rubros tropicales que pueden competir por sus ventajas agroecológicas, alta eficiencia biológica, producción de biomasa y valor nutricional, que los hacen factibles para ser incluidos como reemplazo parcial o total de cereales y soya, sin ocasionar detrimentos en el comportamiento productivo de los animales [5, 6].

Una alternativa, lo constituye la yuca, cultivo de alto rendimiento en el trópico, cuya raíz posee alto nivel de almidones y el follaje un recurso fibroso-proteico de buena calidad, por la digestibilidad de sus componentes [7]. El limitado uso de raíz y follaje de yuca como alimento de animales, es debido al desconocimiento de sus bondades nutricionales unido a la presencia de altos niveles de ácidos cianogénicos (HCN) en el material fresco. Estudios recientes han demostrado que es posible

alimentar animales con raíz y follaje de yuca, usando técnicas muy simple de procesamiento que logran disminuir el HCN [12,14].

Uno de los medios mas sencillos de eliminación de HCN es el secado al sol, el cual elimina casi el 90% del contenido inicial; otro forma lo constituye el procesamiento de la yuca para convertirla en pasta, mediante el efecto de la temperatura (cocinado); ambos mecanismos reducen los ácidos cianogénicos a niveles seguros para animales no rumiantes, sin limitar el consumo [14].

La inclusión de la raíz o el follaje de yuca en la alimentación de cerdos, ha sido evaluado cada uno por separado, pero la raíz junto con el follaje ha sido poco estudiado en la alimentación animal, ambos conforman un recurso con alta calidad nutricional unido a la forma de presentación que podría afectar la digestibilidad y el consumo. El presente estudio tuvo como objetivo evaluar el efecto de tres tipos de presentación (harina seca, harina humedecida y pasta) de alimento preparado con raíz y follaje de yuca sobre la digestibilidad aparente en cerdos.

MATERIALES Y MÉTODOS

La presente investigación se realizó en la unidad de Metabolismo de Aves y Cerdos del Instituto de Producción Animal de la Facultad de Agronomía de la Universidad Central de Venezuela, ubicada en Maracay, Venezuela.

Para la elaboración del alimento en harina (TABLA I), se utilizó follaje constituido por peciolos, láminas y ramas tiernas, los cuales al igual que la raíz, se deshidrataron en un cuarto cerrado (tipo horno con energía natural) a 60°C, durante 48 horas (hasta alcanzar peso constante), luego fueron pasados por un molino con un tamiz de 0,5 mm.

Para la obtención del alimento en pasta se utilizó un equipo de fabricación brasilera, en el cual se mezcló el material fresco junto con el resto de materias primas (TABLA I) y agua; una vez formada la pasta homogénea, el cocinado consistió en el pasaje del material por el túnel cocinador, por un lapso de 15 minutos, a temperatura constante de 65°C.

TABLA I
COMPOSICIÓN PORCENTUAL DEL ALIMENTO EN HARINA Y EL ALIMENTO EN FORMA DE PASTA

Materias primas(%)	Alimento en harina	Alimento en pasta
Raíz de yuca seca	38	0
Follaje de yuca seco	30	0
Raíz de yuca fresca	0	38*
Follaje de yuca fresco	0	30*
Maíz	23,78	23,78
Hna de pescado	8,30	8,30
Aceite	5,48	5,48
Soya	3,43	3,43
Sal	0,5	0,5
Fosfato	0,29	0,29
Vitaminas	0,10	0,10
Minerales	0,10	0,10

* Raíz fresca y follaje fresco en proporciones equivalentes al alimento en forma de harina.

Se utilizaron quince (15) lechones machos castrados, mestizos provenientes de cruces entre las razas, Landrace, Yorkshire, Hampshire y Duroc, con 30 ± 2 Kg. de peso vivo,

alimentados con una dieta (TABLA II) equivalente al 8% del peso metabólico (PV^{0.75}), distribuidas en dos raciones: 08:30 y 16:30 h, el agua se le suministró *ad-libitum*. El período experimental duró 10 días, donde se utilizaron 5 días de adaptación (jaulas y dieta) y 5 días de muestreo (tomadas dos veces al día), previo al suministro de la ración. Cada muestra fue pesada, homogeneizada y secada en estufa a 65°C, para finalmente ser molida y llevadas al laboratorio, al igual que el alimento (harina y pasta) para los análisis respectivos de MS, MO y PC, utilizando la metodología de la AOAC [2]; mientras que para la FDN se utilizó la metodología Van Soest [16], y adicionalmente se realizaron determinaciones de EB a través del calor de combustión generado en una bomba calorimétrica adiabática, utilizando ácido benzoico como estándar.

TABLA ii
COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LAS DIETAS EVALUADAS

Fracciones (%)	Alimento en Harina	Alimento en Pasta
MS	82,15	27,7
MO	73,68	16,5
PC	18,58	12,27
FND	37,41	32,02
Energía (Kcal/Kg)	4111	4201

MS = Materia Seca MO = Materia Orgánica PC = Proteína Cruda FND = Fibra Neutro Detergente

Los animales se ubicaron en jaulas de digestibilidad similares a las diseñadas por Pekas [13], en un diseño totalmente aleatorizado, con 3 tratamientos y 5 repeticiones, donde los tratamientos correspondieron a tres tipos de presentación (harina seca, harina humedecida y pasta) del alimento preparado con raíz y follaje de yuca, en proporciones iguales de harina de raíz y harina de follaje para cada tratamiento:

oT1 = Harina seca 38,78% raíz y 30% follaje
oT2 = Harina humedecida 38,78% raíz y 30% follaje (2:1) *
oT3 = Pasta 38,78% raíz y 30% follaje **
* Relación harina/agua ** Equivalente a lo utilizado en la harina

Se realizó el análisis de varianza por el método de cuadrados mínimos, con un modelo de efectos fijos, para igual número de observaciones, utilizando para ello el paquete estadístico SAS [15]. El modelo estadístico lineal utilizado fue:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + E_{ij}$$

Donde:

μ = media teórica de la población
T = efecto del i-ésimo tratamiento
E = error experimental, con distribución normal, media cero y varianza s^2 .

Se realizó la prueba de DUNCAN, en aquellas variables

donde se detectaron diferencias estadísticas significativas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la TABLA III se muestran los valores de digestibilidad total aparente de las fracciones de la dieta con diferentes tipos de presentación del alimento preparado con raíz y follaje de yuca. La digestibilidad de la MS y MO en la pasta (T3) fue superior ($P < 0,01$), en comparación con los otros dos tratamientos; posiblemente debido a que, la pasta al pasar por el proceso de cocción, se cocinaron los almidones sin desnaturalizar las proteínas y de esta forma se mejoró la digestibilidad de la misma; coincidiendo con lo reportado por [9], quien afirmó que el cocinado es una opción para incrementar la digestibilidad y la utilización del almidón; proceso similar a lo que ocurre con el expandido, que se basa en el acondicionamiento del alimento a altas temperaturas por corto tiempo [17] y el peletizado, que es una compresión del alimento con vapor, ambos rompen la pared celular, transformando la estructura de los almidones y modificando la solubilidad de la fibra, mejorando así la digestibilidad de la dieta y facilitando la alta adición de ingredientes fibrosos sin disminuir el desarrollo animal [8], [11]. El cocinado de la raíz de yuca implica que después de preparada la mezcla debe ser suministrada a los animales en un periodo inferior a las 24 horas.

En el caso de la harina seca y húmeda, no hubo diferencias significativas entre ellas, debido posiblemente a que ambas se suministraron de forma restringida, contrario a lo señalado por Février, citado por Ly [11], que encontró que la harina humedecida es la mejor opción en la alimentación animal al compararla con la harina seca y el alimento granulado; ya que asegura el consumo total, presenta una mayor velocidad de ingestión y por consiguiente una mayor ganancia diaria de peso (GDP) y mejor conversión de alimento.

TABLE III
COEFICIENTES DE DIGESTIBILIDAD TOTAL
APARENTE DE LAS FRACCIONES DE LAS DIETAS

Tratamiento	MS. (%)	M.O (%)	P.C. (%)	F.D.N. (%)	E. (%)
1	76,72 ^b	76,26 ^b	74,58	74,85 ^b	72,55 ^b
2	77,94 ^b	77,04 ^b	76,03	77,17 ^b	73,68 ^b
3	87,82 ^a	89,55 ^a	77,84	95,04 ^a	85,09 ^a
C.V	6,28	6,39	7,82	6,67	7,80

MS: Materia Seca FDN: Fibra detergente neutra

MO: Materia Orgánica E: Energía

PC: Proteína Cruda C.V: Coeficiente de variación

* Letras diferentes en columna son estadísticamente significativas ($P < 0,01$)

Con respecto a los valores de PC no hubo diferencias entre los tratamientos ($P > 0,05$), a diferencia de lo que ocurre con las otras variables. Pudiera, ser debido a que la digestibilidad fecal no es recomendada para la valoración de la misma; resultados que concuerdan con los reportados por [4], que demostraron que la digestibilidad fecal de la proteína está afectada por la actividad microbiana en el intestino grueso y que la fermentación de aminoácidos no representa ningún benefi-

cio nutricional para el animal.

En el caso de la digestibilidad de la FDN, la pasta (T3) presentó un valor de 95,04% superior ($P < 0,01$) en comparación con la harina seca y humedecida con 74,8% y 77,17% respectivamente, diferencias que pudieran deberse a que el material fresco, mezclado con agua es molido y luego cocinado, por lo cual podría haber un rompimiento de algunos enlaces lo que facilita la digestión y fermentación de la fibra; esto contradice con lo reportado por [3], quienes señalaron que la digestibilidad del alimento en forma de harina, es mayor en comparación con el material fresco, posiblemente por que ese material fresco no fue pasado por el proceso de cocción.

La digestibilidad de la energía de la pasta es alta ($P < 0,01$), lo cual es de esperarse, debido a la digestibilidad de la MS y MO, posiblemente debido al cocinado del material; lo que coincide con otros autores que citan que la energía digestible de la raíz de batata (*Ipomoea batatas* L) fresca es de 991 Kcal/kg [1]; y que cuando pasa por el proceso de cocción mejora la digestibilidad, llegando a obtenerse valores de 3136 Kcal/kg de MS [18].

CONCLUSIÓN

Los resultados obtenidos permiten concluir que el uso de raíz y follaje de yuca amarga, procesada en forma de pasta, mejora su digestibilidad facilitando su incorporación en dietas para cerdos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVARENGA, J.; DONCELES, J.; LÓPEZ J. Balanço da energia e proteína de alimentos alternativos para suínos. *Rev. Sociedade Brasileira da Zootecnia*. 16: 601-605. 1987
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. Official methods of analysis. 13 th eda. (AOAC), Washington, DC: 10818. 1989.
- BARBOSA, H.; FIALHO E.; RIBEIRO A. Composição química, energética e proteína digestível de algunos alimentos para suínos. *Boletín Industr. Anim. Nova Odessa, Sao Paulo, Brazil*. 46(1): 99-112. 1989
- DARCY – VRILLON, B.; J. LAPLACE. Ileal amino acid digestibility measurement in pig fed high fiber diets. Ileal – Rectal astomosis vs Ileal – Colic post valve fistulation. In Proc. 3rd. Int. Seminar on Digestive Physiol the Pig. Copenhagen, Denmark. Pp 184 – 187. 1985.
- DIAZ, I. Evaluación de cuatro métodos (Fecal, ileal, in situ e in vitro) para determinar digestibilidad del follaje de batata (*Ipomoea batatas* L) en cerdos. Tesis de Postgrado. **Facultad de Agronomía. Universidad Central de Venezuela**. Maracay. 12-20. pp 1998.
- GONZALEZ. C. Utilización de la batata (*Ipomoea batatas* L) en la alimentación de cerdos en confinamiento y en pastoreo. Tesis Doctoral. U.C.V. **Facultad de Agronomía**. 235.pp 1994.

- [7] GONZÁLEZ D.; GONZÁLEZ, C.; DIAZ, I.; LY, J.; VECCHIONACCE, H. Determinación en cerdos de la digestibilidad total aparente de los nutrientes del follaje de yuca amarga (*Manihot esculenta crantz*) en interacción con lípidos. *Revista Computadorizada de Producción Porcina* 6 (1) : 40-48. 1999.
- [8] LAURINEN, P.; VALAJA, J.; NASI, M.; SMEDS, K. Effects of different expander processing conditions on the nutritive value of barley and wheat by-products in pig diets. ***Animal Feed Science and Technology*** 74: 213-227. 1998.
- [9] LEZCANO, P. Fuentes alternativas de energía en condiciones tropicales para la alimentación porcina. Instituto de Ciencia Animal. La Habana, Cuba. p. 285. 1991.
- [10] LY, J. Digestión y digestibilidad en III Curso de fisiología, nutrición y alimentación de cerdos. Universidad Central de Venezuela. Facultad de Agronomía y Cs Veterinarias. Post- grado en Producción Animal. Maracay (mimeo). pp 79-83 1995.
- [11] MARTHY, B. J.; CHÁVEZ, E. R. Ileal Digestibilities and urinary losses of amino acids in pigs fed heat processed soybean products. *Livestock Production Science*. 43: 37-48. 1995.
- [12] NHU PHUC, B.H.; OGLE, B.; LINDBERG, J.E. Effect of replacing soybean protein with cassava leaf protein in cassava root meal based diets for growing pigs on digestibility and N retention. *Anim. Feed Sci. and Technol.* (83): 223-235. 2000.
- [13] PEKAS, J. Versatile swine laboratory apparatus for Physiologic and metabolic studies. *J. Anim. Sci.* 27:1303-1306. 1968.
- [14] RAVINDRAN, V.; KORNEGAY, E.; RAJAGURU, A.S. Influence of processing methods and storage time on the cyanide potential of cassava leaf meal. *Anim. Feed. Sci. Technol.* (17): 227-234. 1987.
- [15] S.A.S. SAS Users guide : statistic. SAS; Inc.; Car.; N.C. 1989.
- [16] VAN SOEST, P.; J. ROBERTSON; B.LEWIS. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and nonstarch polysacchrides in relation to animal nutrition. *J Diary Sci.* 74: 3583 – 3597. 1991.
- [17] VANDE, J. DE SCHRIJVER, R. Expansión ad pelleting of starter, grower and finisher diet for pigs: Effects on Nitrogen retention, ileal and total tract digestibility of protein, phosphorus and calcium and in vitro protein quality. *Anim. Feed. Sci. Technol.* (72): 303-314. 1998.
- [18] VARGAS, S.; MARRERO, L. Efecto de la sustitución del maíz por boniato crudo o cocido en la digestibilidad de los nutrientes para dietas de cerdos en ceba. *Rev. Prod. Anim.* 4:9-14. 1988.