

Elaboración de una harina integral de yuca (*N. esculenta* Crantz) para alimentación de pollitos de engorde. II. Evaluación de una harina integral de yuca en pollitos de engorde

Julio Ballinas Díaz¹, Alfredo Larios Saldaña², Carlos Cruz Mondragón², Rutilo Castellanos Molina³ y Ernesto Avila González⁴

Dpto. de Biotecnología y Bioingeniería, Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional, México, D.F.

RESUMEN. Aproximadamente, 50% de las materias primas usadas para alimento de pollos está constituido de sorgo como fuente de energía. El objetivo de esta investigación fue evaluar la calidad nutrimental de una harina integral de yuca (HIY: 61.2% y 38.8% de harinas de raíz y hoja, respectivamente) para pollitos en crecimiento. El sorgo fue sustituido parcialmente de una dieta base por 15, 30 y 45% de HIY. Cuatro dietas a base de sorgo, harina de soya y HIY fueron formuladas. Niveles de 0.0, 8.6, 16.4 y 23.7% de HIY fueron incluidos en las dietas. Pollitos Vantress blancos (96) fueron usados en el experimento durante 28 días. Cada tratamiento fue probado con 24 pollitos. La dieta con 23.7% de HIY mostró menor ganancia de peso y eficiencia alimenticia ($p < 0.05$) al compararla con las otras dietas, y la relación peso hígado: peso ave aumentó en forma directa con el incremento de HIY en las raciones.

Palabras clave: Harina integral, yuca, pollitos de engorde, evaluación.

SUMMARY. Production of cassava whole meal (*N. esculenta* Crantz) to elaborate a feed growing chicks. II. Evaluation of cassava whole meal in growing chicks: About 50% of the raw materials used for poultry feeds are constituted of sorghum as a energy source. The purpose of this work was to evaluate the nutritional quality of a cassava whole meal (CWF: 61.2% and 38.8% of root and leaf flours, respectively) for growing chicks. The sorghum was partially substituted from a basal diet by 15, 30 and 45% of CWF. Four diets based of sorghum, soybean meal and CWF were formulated. Levels of 0.0, 8.6, 16.4 and 23.7% of CWF were included in the diets. White Vantress chicks (96) were used in the nutritional experiment during 28 days. Each treatment was assayed with 24 chicks. The diet containing 23.7% of CWF showed the lower weight gain and feed efficiency ($p < 0.05$) as compared with the other diets, and the liver/bird weight relation increased directly with the increment of CWF. Key words: Whole meal, cassava, growing chicks, evaluation.

INTRODUCCION

Los precios inaccesibles y el suministro restringido de granos de cereales han llevado a los especialistas en nutrición animal a buscar fuentes alternativas más económicas de energía y proteína para alimentación de animales. Estudios económicos (1,2) han estimado que en la producción comercial de aves, el alimento representa 50-70% del total del costo de producción. Para abatir costos, se deben investigar ingredientes abundantes y baratos que puedan sustituir a los ingredientes tradicionales en la alimentación de las aves. La yuca es uno de los ingredientes potenciales que podrían sustituir total o parcialmente a los granos en la alimentación de aves. Existe evidencia de que los productos de yuca pueden ser usados

como sustitutos de ciertos cereales en raciones nutrionológicamente balanceadas para algunos tipos de animales (3,4). El maíz se ha sustituido en 0, 33, 67 y 100% por harina de raíz de yuca en dietas para pollitos en crecimiento, encontrando una disminución en la ganancia de peso y en la eficiencia de conversión a medida que la proporción de yuca se incrementó (5). Las hojas de yuca han sido propuestas como forrajes con alto contenido de proteína (6). Como harina, las hojas pueden ser un suplemento proteínico adecuado para pollos cuando se proporciona en niveles menores de 10% de la ración (7). En codornices, la harina de hojas de yuca (HHY) se ha empleado en niveles de 2.5, 5.0, 7.5 y 10.0% sin encontrar diferencias significativas en la ganancia de peso, respecto al control con maíz-soya (8).

Por tanto, el objetivo de esta investigación fue evaluar nutrimentalmente, en pollitos de engorde, una harina integral de yuca (HIY) elaborada con 61.2% de harina de raíz de yuca (HRY) y 38.8% de harina de hoja de yuca (HHY).

1. Estudiante de Doctorado del Departamento
2. Profesores Auxiliares del Departamento
3. Profesor Titular del Departamento
4. Investigador del Instituto Nacional de Investigaciones Pecuarias de la SARH.

MATERIALES Y METODOS

Elaboración de harina integral de yuca (HIY): Fue elaborada de acuerdo a los descritos por Balinas y col. (9). Mezclar 61.2% de harina de raíz con 38.8% de harina de hoja de yuca.

Evaluación analítica de ingredientes: El sorgo, la harina de soya y la HIY usados en todas las dietas experimentales fueron del mismo lote. Estos tres ingredientes fueron primero analizados para nitrógeno total, cenizas, grasa, humedad y digestibilidad *in vitro* por los métodos descritos por la Association of Official Analytical Chemists (10). La Fibra Detergente Neutra (FDN) se determinó por el método de Van Soest and Wine (11) y la Fibra Cruda (FC) por el método de Van de Kamer and Van Ginkel (12).

Experimento con pollitos: Un experimento con 96 pollitos blancos Vantress machos fue llevado a cabo durante 28 días. Con cuatro días de edad y peso inicial promedio de 34.5 g los pollitos fueron enjaulados en una batería iniciadora termostáticamente controlada, con sobrepisos de alambre, permitiéndoles acceso *ad libitum* al agua y al alimento. Luz uniforme fue proporcionada por 24 h diariamente. Las aves fueron alimentadas con una dieta comercial (Purina) durante los tres primeros días previos al experimento. Se formularon cuatro dietas isocalóricas e isoproteínicas (Tabla 1). La presentación de las dietas fue en forma semigranulada. Cada una de las dietas fue proporcionada a un grupo de 24 pollitos (tres replicas, cada replica con ocho pollitos). Los tratamientos consistieron de una dieta control sin HIY a base de sorgo y harina de soya, y dietas con 8.6, 16.4 y 23.7% de HIY (15,30 y 45% de sustitución del sorgo por HIY, respectivamente). El consumo de alimento y el peso corporal de cada grupo fue medido semanalmente durante cuatro semanas, y con estos valores fue calculada la ganancia de peso y la eficiencia alimenticia (relación ganancia de peso: consumo de alimento).

Al finalizar el experimento, dos aves de cada tratamiento fueron elegidas aleatoriamente, pesadas y sacrificadas con formol. Los pesos del bazo, corazón, páncreas e hígado también fueron registrados.

Análisis estadístico: Los datos del experimento con pollitos fueron analizados aplicando la Técnica de Análisis de Varianza para diseños completamente aleatorizados (variación de clasificación simple). Las diferencias entre las medias de los tratamientos individuales fueron estimadas usando la prueba de la diferencia mínima significativa (14).

TABLA 1
Composición química de las dietas para pruebas con pollitos

Ingredientes y análisis	Nivel de harina integral de yuca			
	A ¹	B	C	D
	g/100g			
HIY ^a (9,15% PC)	0	8,59	16,43	23,74
Sorgo (9,56% PC)	56,20	46,74	37,53	28,59
Harina de soya (44,84% PC)	38,08	38,12	38,39	38,73
Carbonato de calcio	1,33	1,33	1,33	1,33
Cloruro de sodio	0,40	0,40	0,40	0,40
Ortofosfato	1,86	1,86	1,86	1,86
Mezcla de minerales ¹	0,03	0,03	0,03	0,03
Mezcla de vitaminas ¹	0,20	0,20	0,20	0,20
Lisina	0,11	0	0	0
Metionina ³	0,24	0,13	0,13	0,13
Aceite de soya	1,55	2,61	3,69	4,99
Proteína cruda (Nx6,25)	21,00	20,83	20,99	20,86
Extracto etéreo	4,93	6,32	7,23	9,01
Fibra cruda	7,17	7,27	7,37	7,71
FDN	14,56	14,74	15,07	15,20
Cenizas	6,72	7,09	7,26	7,17
ELN ⁴	60,18	59,29	57,75	55,35
HCN ⁵	0,006,02E-05		1,15E-04	1,66E-04
EMV ⁶ kcal/kg	2.882	2.881	2.877	2.889

1) Fórmula de Avila (13). 2) Reemplaza al sorgo en 15% (B), 30% (C) y 45% (D), respectivamente. 3) No disponible en cantidad suficiente para las dietas B, C y D. 4) Extracto libre de nitrógeno. 5) La HIY contiene 7ppm de HCN. 6) Energía metabolizable verdadera.

RESULTADOS Y DISCUSION

Digestibilidad de las dietas: La Tabla 2 muestra la digestibilidad en pepsina de cada una de las dietas elaboradas con base en la Tabla 1. Respecto a caseína, las dietas fueron 14-17% menos digestibles, pero los valores de digestibilidad de las dietas fueron estadísticamente iguales ($p > 0.05$), mostrando una ligera tendencia a disminuir la digestibilidad conforme el nivel de HIY se incrementa en las dietas. Esta ligera reducción (85.92 - 83.11%) de la digestibilidad de las dietas se atribuyen al ligero incremento del contenido de fibra en las mismas: 7.17 - 7.71% (FC) y 14.56 - 15.20% (FDN) a un nivel constante de proteína (Tabla 1).

Ensayo en pollitos: Para esta prueba se formularon tres dietas con diferentes niveles de HIY, y una adicional sin HIY (Tabla 1). Sobre la base de la dieta sin HIY (Dieta A), el sorgo fue parcialmente sustituido en 15% (8.6% de la ración, Dieta B), 30% (16.4% de la ración, Dieta C) y 45% (23.7% de la

ración, dieta D). La composición proximal de las dietas se muestra en la parte inferior de esta tabla, notando que éstas son muy similares respecto a la cantidad de energía y a la cantidad de proteína, considerando entonces a las dietas como isocalóricas e isoproteínicas. Para lograr la condición de equivalencia de energía en las cuatro dietas, fue necesario adicionar aceite en proporción directa a los incrementos de HIY o en proporción inversa a la reducción del contenido de sorgo en las dietas B, C y D. Si en las dietas formuladas para este experimento el sorgo es reemplazado por maíz, el nivel máximo de inclusión de HIY hubiese sido menor de 45%, debido que las adiciones de aceite en raciones para aves no deben exceder de 5% y porque la HIY (2,454 kcal/Kg) contiene 28.2% menos de EM que el maíz o 24.6% menos que el sorgo (13).

TABLE 2
Digestibilidad in vitro de las dietas

Dieta	Digestibilidad	
	Absoluta	Respecto a caseína
	g/100g	
A	75,61	85,92
B	73,48	83,50
C	73,40	83,41
D	73,14	83,11
Caseína	88,00	100,00

Sustitución de sorgo por HIY: A-0% B-15%
C-30% y D-45%.

La inclusión de 23.7% de HIY (45% de HIY + 55% de sorgo) resultó en pérdida de ganancia en peso y en eficiencia alimentaria respecto a las otras dietas (Tabla 3), de lo cual se concluye que el límite de inclusión de HIY es de 16.4% sin modificar significativamente el comportamiento del crecimiento de este tipo de pollitos, ya que niveles superiores de HIY implican niveles no permitidos de fibra en las dietas, lo cual se refleja en un consumo inferior de alimento (Tabla 3). Por otro lado, después de cuatro semanas de recibir el alimento, dos aves de cada tratamiento fueron sacrificadas para estudiar la influencia del nivel de inclusión de HIY en las dietas sobre el peso de algunos órganos (Tabla 4). El hígado fue el único órgano en el cual se notó la influencia del nivel de HIY (nivel de fibra) ya que la relación peso de hígado: peso de ave incrementó proporcionalmente al incremento del nivel de HIY en las dietas. Estos datos referentes al hígado confirman la experiencia de otros investigadores (13, 15) en el sentido de que los animales monogástricos están limitados para degradar y asimilar materiales ricos en fibra.

TABLE 3
Comportamiento de pollitos alimentados con dietas con diferentes niveles de harina integral de yuca durante 28 días

Harina integral de yuca %	Ganancia de peso	Consumo de alimento	Eficiencia alimenticia
	g	g	g:kg
0	541.6 a	746.9 a	604.6 a
8.59 (15%)	433.2 a,b	737.9 a	587.1 a
16.43 (30%)	413.7 a,b	761.2 a*	543.5 a
23.74 (45%)	345.8 b	707.6 b	487.9 b

a,b: Medias en una columna con superíndices diferentes difieren significativamente ($P < 0.05$).

Los valores son medias de 3 grupos de 8 pollitos cada uno; el peso promedio inicial fue 34.5 g.

* Incluyeron un grupo de seis aves debido a la muerte de dos pollitos (electrocutados).

TABLE 4
Efecto del nivel de HIY en dietas para pollitos sobre el peso de algunos órganos después de 28 días

Nivel de HIY	Peso del ave ¹	PO x 100/PA ²			
		Bazo	Corazón	Hígado	Páncreas
	g/100 g	g/100 g			
	g				
0	570.5	0.12 a	0.68 b	2.61 c	0.36 d
8.6 (15)	458.4	0.10 a	0.73 b	2.80 c	0.44 d
16.4 (30)	475.5	0.11 a	0.66 b	2.84 c	0.34 d
23.7 (45)	422.3	0.11 a	0.76 b	2.90 c	0.34 d

1: Promedio de 2 aves por tratamiento.

2: PO: peso de órgano, promedio de 2 órganos; PA: peso ave.

a,b,c,d: Medias en cada columna con superíndices iguales no difieren significativamente ($p > 0.05$).

REFERENCIAS

1. Cuca GM, Avila E y Pró A. La alimentación de las aves de corral. Chapingo Edo. Méx. Centro de Enseñanza e Investigación en Ganadería. Colegio de Postgraduados, México. 1980.
2. Nesheim MC, Austin RE & Card LE. Poultry production. Philadelphia, USA. 12th ed. Lea & Febiger, 1979.
3. Oyenuga VA & Opeca LK. The value of cassava rations for pork and bacon production. W. AFR. J. Biol Chem 1957; 1:3.
4. Okezie BO. Performance of growing pigs on cassava meal as a basal feed. Proc Conf Seniro Tech Prof Staff, Min. of Agric (BIAFRA) 1968; 1:54.
5. Wylie D y Kinabo A. Harina de yuca o de maíz para pollos de

- asar y el efecto de la suplementación con metionina y sulfato en dietas basadas en yuca. *Producción Animal Tropical* 1980; 5:198.
6. Montaldo A. Whole plant utilization of cassava for animal feed. In *Cassava as animal feed* (Nestel, B., Graham M. Eds). IDRC. University of Guelph. 1977.
 7. Ross L & Enríquez FO. The nutritive value of cassava leaf meal. *Poultry Sci.* 1969; 48:846.
 8. Ravindran V, Kornegay ET & Cherry JA. Feeding values of cassava tubers and leaf meals. *Nutr Reports Intern* 1983; 28:189.
 9. Ballinas DJ. Elaboración de una harina integral de yuca y su evaluación nutricional en aves. México, DF. Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN. Dpto. Biotecnología. Tesis Maestría, 1992.
 10. Association of Official Analytical Chemists. *Official Methods of Analysis of the AOAC*. 14th ed. Washington DC. The Association, 1984.
 11. Van Soest PJ & RH Wine. Use of detergents in the analysis fibrous feeds. IV. Determination of plant cell-wall constituents. *J. Assoc Off Chem* 1967; 50:50.
 12. Van de Kamer JH & Van Ginkel L. Rapid determination of crude fiber in cereals. *Cereal Chem* 1952; 46:825.
 13. Avila GE. Alimentación de las aves. México DF. Ed. Universidad Nacional Autónoma de México, 1990.
 14. Reyes CP. *Bioestadística aplicada*. México DF. Ed. Trillas, 1987.
 15. NRC. National Research Council. *Nutrient Requirements of Poultry*. Washington DC 9th Rev. Ed. National Academy Press, 1994.

Recibido: 19-08-1996

Aceptado: 19-09-1997