

ESTIMACIÓN DE LA ENERGÍA METABOLIZABLE DE LA HARINA DE ZANAHORIA Y SU UTILIZACIÓN EN POLLOS DE ENGORDA.

Patricia Euzárraga Vazquez¹
Ramón García Castillo²
Regino Morones Reza³

RESUMEN

Se llevó a cabo un experimento en dos etapas: I. Estimación de la energía metabolizable (EM) de la harina de zanahoria (HZ); II. Prueba de alimentación con pollas de engorda de la línea comercial Indian River de 1-53 días de edad. La estimación de la EM se llevó a cabo mediante la técnica propuesta por Sibbald (1963) y el valor encontrado de EM de la HZ fue de 2532 kcal/kg. Asimismo, la digestibilidad aparente de la HZ fue de 71.14 %.

En la prueba de alimentación se utilizaron dietas conteniendo 0, 9, 18, 27 y 36 % de HZ con dietas isoprotéicas (22 % para iniciación y 20 % de PC para finalización) con diferentes niveles de EM (3000, 2950, 2900, 2850 y 2800) y (3,100, 3000, 2900, 2800 y 2700 kcal/kg) para iniciación y finalización respectivamente. Los consumos de alimento, peso corporal y conversión alimenticia fueron: (1.532, 1.425, 1.366, 1.338 y 1.260 kg); (0.804, 0.783, 0.675, 0.632 y 0.526 kg) y (1.67, 1.81, 2.02, 2.11 y 2.39) para iniciación; (3.005, 3.207, 3.158, 3.153 y 3.021 kg), (1.285, 1.249, 1.146, 1.057 y 1.017 kg) y (2.33, 2.56, 2.75, 2.99 y 2.96) para finalización; y al evaluar de 1-53 días de edad los resultados fueron los siguientes: (4.358, 4.509, 4.525, 4.492 y 4.281 kg); (2.090, 2.032, 1.822, 1.690 y 1.544 kg) y (2.08, 2.21, 2.48, 2.65 y 2.76). En los períodos de iniciación, finalización e iniciación-finalización no hubo diferencia significativa ($P \geq .05$) para consumo de alimento, y hubo diferencia significativa ($P \leq .05$) para peso corporal y conversión alimenticia. Las ecuaciones de tendencia a respuesta nos indican que podemos incluir un 22,23 y 18 % de HZ en dietas para los períodos respectivos.

1. Tesista.

2. M.C. Maestro-Investigador, Depto. de Nutrición Animal. Div. de Ciencia Animal. UAAAN.

3. M.C. Maestro-Investigador, Depto. de Estadística y Cálculo, Div. de Ingeniería. UAAAN.

INTRODUCCIÓN

En todas las explotaciones pecuarias, el alimento representa el porcentaje más alto de la inversión, aunado a esto, la producción de cereales está cada vez más encaminada a la alimentación humana y la cantidad que se destina a los animales resulta relativamente costosa, por lo que muchos nutricionistas buscan sustancias alimenticias que puedan aportar proteína y/o energía a las diferentes especies pecuarias; en este sentido, es importante que tengamos la información sobre el contenido de la energía de los ingredientes utilizados en aves, ya que la eficiencia de utilización de estos en la dieta, dependerá del contenido de energía metabolizable.

De los productos y subproductos agrícolas que se han usado como fuente nutritiva, podemos señalar a las hortalizas como la zanahoria (*Daucus carota* L.) que ha sido empleada en el ganado como un ingrediente alimenticio importante, sin embargo, no se ha utilizado en la avicultura y se considera que podría ser una fuente energética en la dieta.

Los objetivos planteados en el presente trabajo fueron:

1. Estimar el contenido de EM de la harina de zanahoria.
2. Estimar la digestibilidad aparente de la materia seca de la harina de zanahoria.
3. Prueba de alimentación en pollos con raciones conteniendo harina de zanahoria.
4. Estimar el nivel óptimo de la harina de zanahoria en pollos de engorda.

REVISIÓN DE LITERATURA

Los valores de energía bruta (EB), digestible (ED), metabolizable (EM), productiva o neta (EN) pueden ser usados para describir el contenido de energía de un alimento; sin embargo, el valor de energía más utilizado en aves es la EM, ya que nos da una medida de la energía del alimento disponible por el ave para sus procesos metabólicos (Sibbald *et al.*, 1960) y así poder formular raciones más adecuadas y económicas en base a esta determinación.

Los valores de EM se clasifican como aparentes (EMA), cuando no se usan mediciones y correcciones de los aportes metabólico y endógeno que son de origen corporal y que se producen como consecuencia del proceso digestivo y posteriormente aparece en las heces (energía metabólica) y en la orina (energía endógena). Los valores que se corrigen se denominan energía metabolizable verdadera (EMV) (Shimada, 1987).

Los valores de EM de los ingredientes alimenticios utilizados en raciones para aves, pueden ser influenciados por muchas variables que incluyen: edad, dieta referencia, nivel de inclusión, valor nutritivo del ingrediente a evaluar, método de recolección, entre otros.

Sibbald y Slinger (1963) mencionan que las determinaciones de EM con aves de dos semanas de edad son más favorables porque son más uniformes que las aves adultas. Generalmente la cantidad y calidad de proteína en la dieta prueba puede diferir de la dieta control, y el tipo de proteína empleada en la dieta basal puede influenciar la disponibilidad del material a probar; Sibbald *et al.* (1960) encontraron que los valores de EM para maíz variaba cuando la dieta basal con el cual era combinado difería en composición. Así mismo, el nivel de inclusión de la dieta puede tener un marcado efecto con algunas fuentes de proteína (Sibbald y Slinger, 1962) y hay una sobreestimación de la EM al incrementar el nivel de incorporación de productos con alto contenido de proteína (Medina, 1988). La composición del ingrediente a evaluar influye debido a su papel en la dieta; tienen mayor influencia los ingredientes con grandes cantidades de proteína, grasa, ceniza, fibra y sustancias tóxicas o nocivas. En lo que se refiere a método de colección de excreta Han *et al.*, (1976) y Muztar *et al.*, (1981) señalan que la colección total y el óxido crómico presentan similares resultados en valores de EMA.

Alimentación de Pollos con Productos Energéticos

En la búsqueda de fuentes energéticas, se han realizado trabajos tendientes a evaluar una gran cantidad de ingredientes no convencionales, que aporten una importante suma de nutrientes para monogástricos, así pues, Fisinin (1987) menciona que los tubérculos como la papa, remolacha, forraje de remolacha y desechos de frutas y vegetales, pueden proveer de un 30 a 50 % de la energía en dietas para aves.

Ante la gran cantidad de productos con los que se ha experimentado en la alimentación de aves, podemos mencionar entre estos la harina de raíz de yuca (*Manihot esculenta*), de igual manera se ha utilizado el mango criollo, papa, naranja, etc. los cuales pueden reemplazar al maíz y sorgo en la ración.

Enríquez *et al.* (1977) mencionan que al utilizar la yuca en sustitución del maíz en un 45 %, los pesos corporales y la conversión alimenticia a la octava semana fueron de 1390 g y 2.56 respectivamente. Empleando la harina de mango criollo a un nivel de 30 %, los pollos presentaron un peso corporal y una conversión alimenticia a la cuarta semana de 538 g y 2.08 (Armas *et al.*, 1979). Salazar *et al.* (1987) reportan que con la inclusión a la dieta de un 12 % de harina de naranja, hay incrementos de peso corporal de 722 y 1171 g y una conversión alimenticia de 1.87 y 2.23 para iniciación y finalización, respectivamente.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se llevó a cabo en la Unidad Metabólica de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, ubicada en Buenavista, Saltillo, Coah. La zanahoria se obtuvo de un rancho particular en Navidad, N.L., y se le practicó análisis proximal, como se muestra en el Cuadro 1.

El experimento consistió de dos etapas: 1). Estimación de la energía metabolizable de la harina de zanahoria; 2). Prueba de alimentación incluyendo la harina de zanahoria en raciones para pollo de engorda de 1-53 días de edad.

Etapa 1. Estimación de la Energía Metabolizable.

Se utilizaron 80 pollitos machos de un día de edad alojados en criadoras de batería.

Durante las dos primeras semanas los pollitos recibieron una dieta preliminar común a libre acceso. Al cumplir las dos semanas de edad se pesaron y se formaron ocho grupos de 10 pollitos cada uno; cuatro grupos se alimentaron con la dieta preliminar y los otros cuatro con la dieta experimental (60 partes de la dieta preliminar y 40 partes de la harina de zanahoria. (Cuadro 2).

Cuadro 1. Análisis proximal de la zanahoria en base a materia seca total, expresada en porcentaje.

MS	PC	EE	FC	Ceniza	ELN	EB(kcal/kg)
10.26	6.53	1.47	5.52	12.26	74.22	3790.29

Cuadro 2. Composición de las dietas para la estimación de la energía metabolizable.

Ingrediente	%	
	Dieta preliminar	Dieta experimental
Maíz molido	49.5	29.7
Pasta de soya	40.0	24.0
Acemite de trigo	3.0	1.8
Harina de zanahoria	-	40.0
Harina de hueso	5.0	3.0
D.L. Metionina	0.5	0.3
NaCl lodado	0.5	0.3
Vitaminas	1.5	0.9

Se llevó un registro diario de consumo de alimento y en los últimos cuatro días de esta etapa experimental se realizó la colección total de excreta, las heces se congelaron durante el período que duró la recolección. Al finalizar este período, las excretas se descongelaron, se homogenizaron y se trataron con ácido sulfúrico (H_2SO_4) al 5 %.

Al alimento y excreta se les realizaron los siguientes análisis: materia seca, nitrógeno y extracto etéreo, de acuerdo a la metodología de la AOAC. (1980) y la energía bruta se determinó con una bomba calorimétrica adiabática Parr.

La estimación de la energía metabolizable de la harina de zanahoria se obtuvo por el procedimiento propuesto por Sibbald y Slinger (1963).

Etapas II. Prueba de Alimentación

Se utilizaron 200 pollitos hembras de un día de edad, la prueba tuvo una duración de 53 días que comprendieron dos períodos: iniciación (28 días) y finalización (25 días).

Se utilizaron raciones isoprotéicas (22 % de PC para iniciación y 20 % para finalización) con diferentes niveles de energía (3000, 2950, 2900, 2850 y 2800 kcal de EM) y (3100, 3000, 2900, 2800 y 2700 kcal de EM) para similares períodos respectivamente. Las dietas experimentales contenían un 0, 9, 18, 27 y 36 % de harina de zanahoria dentro de la dieta total. (Cuadro 3).

Diseño Experimental

Se utilizó un diseño completamente al azar con cinco tratamientos y cuatro repeticiones con 10 pollitos como unidad experimental. La ecuación de respuesta se obtuvo por polinomios ortogonales. (Steel y Torrie, 1986).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Etapas I. Estimación de la Energía Metabolizable de la Harina de Zanahoria

De acuerdo a estimaciones realizadas en este trabajo, el valor de EM de la harina de zanahoria es de 2532 kcal/kg; sin embargo, la NRC (1984) y Shimada (1987) reportan valores de 3040 y 3190 kcal de EM/kg de MS, respectivamente, los cuales son ligeramente superiores a los encontrados en este trabajo, esto podría deberse a que sus determinaciones fueron estimadas en rumiantes; puede ser lógico si consideramos la actividad microbiana del rumen en estas especies.

Cuadro 3. Composición (%) de las dietas experimentales conteniendo 0,9, 18, 27 y 36 % de harina de zanahoria para iniciación y finalización.

Ingrediente	Iniciación				
	0,9	18	27	36	
Maíz	57.58	47.6	38.395	28.368	18.65
Soya	37.41	38.4	39.426	40.52	41.3
Zanahoria	-	9.0	18.0	27.0	36.0
Aceite	1.0	1.0	-	-	-
Metionina	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
Orto-fosfato	0.256	0.256	0.256	0.256	0.256
Harina de hueso	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
Roca fosfórica	1.344	1.344	1.344	1.344	1.344
NaCl	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Vitaminas	0.5	0.5	0.6	0.6	0.5
Antibiótico	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2

Ingrediente	Finalización				
	0,9	18	27	36	
Maíz	60.7	52.6	43.7	33.7	23.72
Soya	32.7	33.3	34.2	35.2	36.18
Zanahoria	-	9.0	18.0	27.0	36.0
Aceite	2.5	1.0	-	-	-
Metionina	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
Orto-fosfato	0.256	0.256	0.256	0.256	0.256
Harina de hueso	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
Roca fosfórica	1.344	1.344	1.344	1.344	1.344
NaCl	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Vitaminas	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
Antibiótico	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2

En lo que se refiere a digestibilidad aparente de la MS de la zanahoria, se encontró un valor de 71.14 %, esto debido probablemente a que la zanahoria contiene gran cantidad de carbohidratos solubles.

Etapa II. Prueba de Alimentación

Período: Iniciación

Los consumos de alimento por animal por tratamiento fueron muy similares entre sí (1.352, 1.425, 1.366, 1.338 y 1.260 kg); no hubo diferencia significativa ($P \geq .05$), sin embargo, se encontró la siguiente ecuación:

$$\hat{Y} = 1369.09 + 5.594 X - 0.232 X^2 \quad R^2 = 0.88$$

De acuerdo a valores estimados por medio de la ecuación, se puede adicionar hasta un 12 % de harina de zanahoria y obtener un mayor consumo.

Estos consumos se presentan elevados, ya que, de acuerdo a reportes de la NRC (1977), los pollos hembras emplean en este período 0.975 kg.

Los resultados obtenidos en este trabajo serán discutidos con datos reportados en donde se han utilizado ingredientes de uso no convencional en la alimentación de aves.

Los consumos encontrados en nuestro trabajo concuerdan con lo reportado por Salazar *et al.*, (1987) quienes, al alimentar pollos con dietas conteniendo 12 % de harina de naranja, tuvieron gastos de 1.367 kg.

Los incrementos de peso corporal fueron los siguientes: (0.804, 0.783, 0.675, 0.632 y 0.526 kg). Se encontró diferencia significativa ($P \leq .05$) y una ecuación con tendencia lineal: $\hat{Y} = 825.86 - 7.8469 X$, $R^2 = 0.96$; de acuerdo a esta ecuación, se puede considerar que, al incluir un 22 % de harina de zanahoria, los pesos están dentro de los que reporta NRC (1977), (0.650 kg). Estos datos difieren de lo que reportan Hulan *et al.* (1982) quienes indican que en esta etapa, en dietas conteniendo de 50 a 300 g /kg de harina de papa, los pesos alcanzados para hembras fueron más elevados (0.867 kg).

La conversión alimenticia empeoró con la inclusión de harina de zanahoria en la dieta, ya que se encontraron valores de 1.67, 1.81, 2.02, 2.11 y 2.39 para 0, 9, 18, 27 y 36 %, respectivamente. Hubo diferencia significativa ($P \leq .05$) y una ecuación con tendencia lineal. $\hat{Y} = 1.6535 + 0.0192307 X$ $R^2 = 0.98$.

Estas conversiones son similares a las reportadas por Salazar *et al.*, (1987) con una conversión de 1.84 para los niveles de 4 a 12 % de harina de naranja.

Período: Finalización

El comportamiento en el consumo fue similar para todos los tratamientos, no se encontró diferencia significativa entre ellos ($P \geq .05$), en los consumos de 3.005, 3.207, 3.158, 3.153 y 3.021 kg, para los tratamientos respectivos.

Los incrementos de peso fueron los siguientes: 1.285, 1.249, 1.146, 1.057 y 1.017 kg; hubo diferencia significativa ($P \leq .05$) y se encontró la siguiente ecuación:

$$\hat{Y} = 1297.09 - 8.08 X \quad R^2 = 0.97.$$

De acuerdo a las estimaciones nos encontramos que con un 23 % de harina de zanahoria los pesos están dentro de los que reporta NRC (1977) (1.110

kg). Salazar et al. (1987) encontraron valores ligeramente menores a los nuestros (1.151 kg) al alimentar pollos cuyas raciones contenían 4, 8 y 12 % de harina de naranja, quizás se presentaron estos valores porque trabajaron en el segundo período hasta los 49 días de edad.

En cuanto a conversión alimenticia, se requirió de mayor cantidad de alimento por unidad de peso conforme se aumentó el nivel de harina de zanahoria en las dietas, estos valores fueron: 2.33, 2.56, 2.75, 2.99 y 2.96. Hubo diferencia significativa ($P \leq .05$) y la siguiente ecuación:

$$\hat{Y} = 2.371 + 0.0188145 X \quad R^2 = 0.93$$

Período: Iniciación - Finalización

Los consumos de alimento fueron muy similares entre sí (4.358, 4.509, 4.525, 4.492 y 4.281 kg) y no hubo diferencia significativa ($P \geq 0.5$). Nuestros resultados difieren de la NRC (1977) que reportan consumos de 3.600 kg para hembras.

Los pesos corporales de los diferentes tratamientos fueron: (2.090, 2.032, 1.822, 1.690 y 1.544 kg). Se encontró diferencia significativa ($P \leq .05$) y una ecuación con tendencia lineal.

$$\hat{Y} = 2059.25 - 15.92 X \quad R^2 = 0.98.$$

Al hacer estimaciones nos encontramos que la harina de zanahoria puede ser utilizada en un 18 % sin que los incrementos de peso se afecten presentando un peso corporal de aceptación al mercado. NRC (1977) reporta pesos corporales de 1.760 kg para hembras a las ocho semanas de edad.

Las conversiones alimenticias se presentaron de la siguiente manera: 2.08, 2.21, 2.48, 2.65 y 2.76, para los tratamientos respectivos. Hubo diferencia significativa ($P \leq .05$) obteniéndose una respuesta lineal.

$$\hat{Y} = 2.0725 - 0.0201742 X \quad R^2 = 0.97$$

CONCLUSIONES

De acuerdo a las estimaciones realizadas a la harina de zanahoria en dietas para pollo de engorda, podemos concluir:

1. Se encontró que la harina de zanahoria tiene aproximadamente 2530 kcal de EM/kg de MS.

2. En base a la conclusión anterior este subproducto se puede considerar como suplemento energético.
3. La harina de zanahoria presentó un coeficiente de digestibilidad aparente de la MS de 71.1 %
4. La inclusión de harina de zanahoria en las dietas de los diferentes tratamientos no afectó el consumo, ya que estos fueron similares entre sí.
5. Al aumentar el nivel de harina de zanahoria en las dietas, las ganancias de peso disminuyen, sin embargo, el nivel de zanahoria se puede llevar hasta 22, 23 y 18 % en las dietas para iniciación, finalización y en toda la etapa, respectivamente, sin que se afecte la ganancia de peso.
6. De acuerdo a los valores de conversión alimenticia, encontramos que se requiere de más alimento para producir un kilogramo de carne al incluir niveles hasta de un 36 % de harina de zanahoria en la dieta.
7. La mayor inclusión de harina de zanahoria en las dietas y la disminución del contenido de energía metabolizable en las mismas, influyó en los menores comportamientos de peso.

BIBLIOGRAFÍA

- AOAC. 1980. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists. 13th Ed. Washington. D.C.
- Armas, A.E., C.F. Chicco y R. Ordoñez. 1979. Engorda de pollos alimentados con dietas conteniendo harina de mango verde (*Mangifera indica*). Panamá. Asociación Latinoamericana de Producción Animal. (ALPA). 14:59.
- Enríquez, V.F., F.C. Arteaga y E.E. Avila. 1977. Harina de yuca (*Manihot esculenta*) en dietas para pollo de engorda y gallinas de postura. México. Técnica Pecuaria en México. 32: 53.
- Fisinin, V.I. 1987. Feeding of poultry- The science and practice. USA. Nutrition Abstracts and Reviews. 58 (6):358.
- Han, I.K., H.W. Hochstetler y M.L. Scott. 1976. Metabolizable energy values of some poultry feeds determined by various methods and their estimation using metabolizability of the dry matter. USA. Poultry Sci. 55: 1335-1342.

Hulan, H.W., F.G. Proudfoot y C.G. Zarkadas. 1982. Potato waste meal. II. The nutritive value and quality for broiler chicken. Canadá. Can. J. Anim. Sci. 62: 1171-1180.

Medina, L.R. 1988. Evaluación del procedimiento clásico en la determinación de la energía metabolizable de un suplemento protéico de origen animal (harina de pescado). II. Evaluación en aves adultas. Tesis M.C. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coah. México. p. 50.

Muztar, A.J., S. Leeson y S.J. Slinger. 1981. Effect of blending and level of inclusión on the metabolizable energy of tallow and tower rapeseed soapstocks. U.S.A. Poultry Sci. 60: 365-372.

National Research Council (NRC). 1977. Nutrient Requeriments of Domestic Animals. Nutrient Requeriments of poultry. National Academy of Science. Washington, D.C. USA p.p. 39-41.

_____. 1984. Nutrient Requeriments of Domestic animals. Nutrient Requirement of Dairy Cattle. USA National Academy of Science. Washington, D.C. p. 27.

Salazar, V.R., García C., R.F., Morones R., R. y N.E. Michel. 1987. Inclusión de harina de naranja deshidratada en dietas para pollo de engorda. Segunda Reunión Bianual de Nutrición Animal. Memoria. 86-88. Saltillo, Coahuila, México. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. p. 35.

Shimada, A. 1987. Fundamentos de Nutrición Animal Comparativa. Tercera reimpresión. México. p. 41.

Sibbald, I.R. y S.J. Slinger. 1962. Factors affecting the metabolizable energy content of poultry feeds. 10. A study of the affect of level of dietary inclusion on the metabolizable energy values of several high protein feedingstuffs. U.S.A. Poultry Sci. 41: 1282-1288.

_____. 1963. The effect of breed, sex and arsenical and nutrient density on the utilization of dietary energy. USA.Poultry Sci. 42: 1325-1332.

Sibbald, I.R., J.D. Summers y S.J. Slinger. 1960. Factors affecting the metabolizable energy content of poultry feeds. USA.Poultry Sci. 39: 544-555.

Steel, D.R.G. y J.H. Torrie. 1986. Bioestadística. Principios y Procedimientos. Segunda edición. (Primera en español) p. 345.