

DETERMINACIÓN DE LA ENERGÍA METABOLIZABLE Y COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE LA HARINA INTEGRAL DE SOYA BOLIVIANA DE PROCESO HIDROTÉRMICO EN CARNE DE POLLOS

Ayda Cecilia Luna Mercado¹, Víctor Vergara Rubín²

Resumen

El objetivo del trabajo fue la determinación de la Energía Metabolizable Aparente corregida por nitrógeno (EMAn) para pollos de carne de la harina integral de soya (HIS) de proceso Hidrotérmico, comparando las técnicas de Colección Total y Fibra Cruda (Experimento I) y posteriormente se evaluó el valor energético determinado a través del comportamiento productivo de pollos de carne (Experimento II). En el experimento I, se utilizaron 60 pollos machos de la línea Arbor Acres, distribuidos en dos tratamientos, con tres repeticiones de diez pollos cada una. La EMAn determinada por el método de colección total fue de 3.463 ± 0.009 Mcal/kg y por fibra cruda fue de 3.411 ± 0.137 Mcal/Kg, con una Metabolizabilidad de 65.06 y 64.07% respectivamente, siendo estadísticamente similares. En el experimento II se utilizaron 60 pollos machos y 60 pollos hembras distribuidos en cuatro tratamientos. Las dietas fueron isoproteicas e isocalóricas, con un nivel fijo del 20% de HIS, formuladas con el 90, 100, 110 y 120% del valor de la energía de la HIS determinada por el método de colección total. Los incrementos de peso mejoraron ($P < 0,05$), con las dietas formuladas con el 90 y 100%. La grasa abdominal aumentó en forma cuadrática a medida que aumentó el aporte y utilización de la energía metabolizable de las dietas. Los parámetros obtenidos en el experimento II, confirma el valor de la EMAn, de la HIS determinada en el experimento I.

Abstract

This study was carried out to determine the nitrogen corrected Apparent Metabolic Energy (EMAn) for poultry of hydrotherm processed full fat soybean meal (FFSM), comparing the Total Collection and Crude Fiber techniques (Experiment I) and secondly to evaluate the determined energy value through the broiler performance (Experiment II). In Experiment I, 60 male Arbor Acres chicks were used in two treatments with three replicates of 10 chickens each. EMAn determined by the collection method and crude fiber resulted in 3.463 ± 0.009 Mcal/kg and 3.411 ± 0.137 Mcal/Kg respectively with metabolizability rates of 65.06 and 64.07% respectively. There was no statistical difference between methods. In Experiment II, 60 male and 60 female chickens were equally distributed in 4 treatments. Isoproteic and isocaloric diets were fed at a fixed level of 20% FFSM formulated at 90, 100, 110 and 120% the energy value determined by the total collection method. Live weight gains increased ($P < 0,05$) with the diets formulated at the 90 and 100% energy levels. Abdominal fat increased quadratically as utilization of metabolizable energy in the diets was improved. Experiment II results confirm the EMAn values for FFSM determined in Experiment I.

¹ Ing. Zootecnista, MSc. en Nutrición. Universidad Nacional Agraria La Molina.

² Profesor Principal del Departamento Académico de Nutrición. Universidad Nacional Agraria, La Molina

INTRODUCCIÓN

La formulación de alimentos balanceados para animales, permite optimizar el uso de nuevas alternativas alimentarias que puedan sustituir en costo y valor nutritivo los alimentos tradicionales. En este sentido, el grano integral de soya reúne en un solo producto, los beneficios que ofrecen en forma separada, la torta y el aceite. La torta de soya es considerada la fuente vegetal de mayor contenido de proteína y de mejor balance de aminoácidos esenciales, por su parte el aceite de soya representa una excelente fuente energética por su alto contenido de ácidos grasos esenciales y lecitina. Es por ello que la harina integral de soya pasó a considerarse como un ingrediente de elección en la formulación de dietas para animales. Además representa una fuente de proteína más económica, que los insumos tradicionalmente usados. Sus altos niveles de grasa hacen que pueda ser usado en sustitución parcial o total de otras fuentes de energía, tales como grasas y aceites. Por otro lado la escasez temporal de harinas, grasas y aceites de pescado han contribuido a incrementar significativamente la demanda de harina integral de soya.

La obtención de un producto con todo el potencial proteico y energético aprovechable por el organismo animal, depende en gran medida del tratamiento térmico a la cual es sometido. Este ejerce un claro efecto sobre la disponibilidad de aceite y energía, dando como resultado un amplio rango en el contenido de energía metabolizable (3.30- 4.20 Mcal/Kg). El amplio rango de valores de Energía Metabolizable disponibles para procesos térmicos similares, los niveles crecientes de inclusión en dietas de pollos y el hecho de que el proceso Hidrotérmico ofrezca comercialmente valores mayores a los reportados en diversas normas de alimentación, hace necesario conocer su aporte real y confirmarlo a través del comportamiento productivo de pollos de carne.

El presente trabajo de investigación contiene dos experimentos, cuyos objetivos fueron:

- Experimento I; Determinar el valor de la Energía Metabolizable Aparente corregida por Nitrógeno (EMAn) para pollos de carne de la harina integral de soya de proceso Hidrotérmico, y comparar las técnicas de determinación de Colección Total y Fibra Cruda.
- Experimento II; Evaluar el valor energético determinado en el experimento I, a través del comportamiento productivo de pollos de carne; asumiendo niveles de 120, 110 y 90% del valor energético determinado de la harina integral de soya.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo de investigación se realizó en dos fases, ambos en las instalaciones del Laboratorio de Evaluación de Alimentos del Departamento Académico de Nutrición, la preparación de las dietas en la Planta de Alimentos Balanceados, pertenecientes a la Facultad de Zootecnia de la Universidad Nacional Agraria La Molina. El primer experimento se realizó en el mes de marzo y el segundo durante los meses de noviembre-diciembre de 1998.

Experimento I: Se utilizó baterías eléctricas de cinco pisos con dos divisiones cada una, con pisos alambrados, bebederos, comederos y bandejas metálicas acondicionadas para la colección de las excretas. La temperatura de las baterías fue controlada por termostato con la ayuda de un termómetro ambiental. Se utilizaron 60 pollos machos de la línea Arbor Acres, de un día de edad, distribuidos al azar en dos tratamientos de 30 pollos cada uno. Cada tratamiento constó de tres repeticiones y cada repetición de diez pollos.

Experimento II: Se utilizó las mismas jaulas de inicio, pero se usó cuatro divisiones por piso; además se utilizaron jaulas frías para la etapa de crecimiento. Se utilizaron 60 pollos machos hembras de la línea Ross 308, de un día de edad, distribuidos al azar por sexos separados en cuatro tratamientos, de 15 pollos cada uno. Cada tratamiento constó de tres repeticiones y cada repetición de cinco pollos.

PRODUCTO DE EVALUACIÓN

El producto usado en ambos experimentos fue la harina integral de soya (HIS) de proceso Hidrotérmico, de procedencia boliviana. El proceso Hidrotérmico se basa en el tratamiento del grano de soya con vapor, durante un periodo de retención entre 15 y 60 minutos, dentro de un reactor de varios pisos. Posteriormente el producto es pasado

por un secador y puede ser almacenado o sometido a procesos de expansión o molienda (Buitrago, 1992). Los análisis proximales de las harinas usa-

das para el experimento I y II se muestran en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Análisis proximal de la harina integral de soya usada en el experimento I y II

Componentes	Experimento I %	Experimento II %
Humedad	7.82	7.36
Proteína	35.99	38.20
Grasa	19.77	18.53
Fibra	6.33	7.00
Ceniza	4.70	5.55
ELN	25.39	23.36

Laboratorio de Evaluación Nutricional de Alimentos. Departamento Académico de Nutrición. Facultad de Zootecnia

MÉTODOS, PROCEDIMIENTOS Y EVALUACIONES

Experimento I:

En el Experimento I se determinó la energía Metabolizable Aparente corregida por nitrógeno (EMAn) de la harina Integral de soya, utilizando el método de colección total y el desarrollado por Almquist y Halloran (1971) empleando como indicador a la fibra cruda. Al inicio del experimento los pollos fueron pesados en forma individual para homogenizar las repeticiones entre tratamientos, luego se tomaron los pesos al final de la fase de colección. Se utilizaron dos dietas; una dieta de referencia que incluye 50% glucosa e ingredientes de uso común en aves, formulada de tal manera que aporte las cantidades de todos los nutrientes requeridos por el ave y otra dieta experimental donde se reemplazó el 30% de la glucosa por la harina de soya (Cuadro 2).

Durante los primeros 7 días, todas las aves recibieron la dieta referencial, luego en los siguientes 14 días uno de los tratamientos fue cambiado por la dieta experimental. El suministro de alimento y agua fue ad libitum. El periodo de colección tuvo una duración de 4 días, durante los cuales se midió el consumo de alimento. Las excretas se re-

colectaron empleando bolsas de plástico colocadas encima de las bandejas metálicas, se limpió todo resto de alimento, escamas, plumones y plumas que pudieron contaminarlas. Finalizada la etapa de colección, las excretas fueron homogenizadas, pesadas y secadas en una estufa con aire circulante a 60-70°C. Una vez secas se molieron y guardaron en frascos de vidrio para su análisis. Para el cálculo de la Energía Metabolizable corregida por nitrógeno de la Harina Integral de Soya, los valores de los análisis realizados, las cantidades de alimento y excreta fueron expresados en base a materia seca. Para el método de Colección total se empleó la fórmula siguiente, según Hill et al. (1960):

$$\text{E.M./g de insumo} = 3.64 - \text{E.M./ Dieta Referencial} - \text{E.M./g Dieta Experimental} \\ \text{Porcentaje de sustitución}$$

Para el método de la Fibra Cruda se empleó las mismas muestras y fórmulas, utilizadas en el método de colección total. Utilizando el porcentaje de fibra cruda de la dieta y el de fibra cruda de la excreta como indicadores.

Cuadro 2. Composición porcentual y valores nutritivos estimados de las dietas referencial y experimental

INGREDIENTES	DIETA	
	REFERENCIAL (%)	EXPERIMENTAL (%)
Glucosa	50.00	20.00
Harina Integral de Soya	---	30.00
Torta de Soya	37.70	37.70
Harina de Pescado Prime	5.00	5.00
Aceite Vegetal	2.89	2.89
Carbonato de Calcio	1.23	1.23
Harinilla de Trigo	1.22	1.22
Fosfato Monodivalente	1.17	1.17
Sal común	0.32	0.32
DL-Metionina	0.27	0.27
Premezcla de vit. y minerales	0.10	0.10
Cloruro de Colina	0.10	0.10
TOTAL	100.00	100.00
EM (Mcal/Kg)	3.00	3.05
Proteína total, %	20.53	31.84
Lisina, %	1.30	1.96
Metionina, %	0.62	0.77
Metionina-Cistina, %	0.92	1.30
Fósforo disponible, %	0.45	0.48
Calcio, %	0.90	0.97
Sodio, %	0.16	0.19

Experimento II:

Se evaluaron cuatro dietas para la etapa de inicio y crecimiento, formuladas de acuerdo a los requerimientos del NRC (1994), con un nivel de inclusión fijo de harina integral de soya del 20%. La dieta en la que se asumió el 100% fue formulada con el valor de 3.463 Mcal/Kg de EMAn de la harina integral de soya determinado en el experimento I, mediante el método de colección total, y las demás dietas fueron formuladas con valores asignados del 90% (3.177 Mcal/Kg), 110% (3.809 Mcal/Kg), y 120% (4.156 Mcal/Kg), del valor de la energía determinado (Cuadro 3). Posteriormente se reemplazó en la formulación de las dietas los valores asignados por el valor determinado de energía de la harina integral de soya, para así obtener el aporte real de energía de las dietas.

El consumo de alimento y agua fue ad libitum. Las aves fueron pesadas al inicio, a los 21 y 42 días

de edad. Asimismo se midió el consumo acumulado de estos periodos. La conversión alimenticia se calculó al dividir el consumo de alimento entre la ganancia de peso y la conversión de energía se halló multiplicando la conversión alimenticia total por la EM de la dieta, indicando así, la cantidad de Megacalorías utilizados por cada Kg de peso ganado. Al final de la prueba, una muestra de 6 aves por tratamiento fue sacrificada para medir la grasa abdominal. Se consideró como grasa abdominal a la grasa que rodea la molleja y al depósito de grasa extendido dentro del isquium, rodeando la bolsa de fabricio y cloaca, donde se adhieren a los músculos abdominales. El índice de grasa abdominal se calculó como la relación del peso de la grasa abdominal entre el peso vivo del ave expresado en porcentaje.

Cuadro 3. Composición porcentual y valor nutritivo estimado de las dietas de inicio y crecimiento

INGREDIENTES	INICIO				CRECIMIENTO			
	Valores asignados de EMA, de la Harina Integral de Soya							
	120%	110%	100%	90%	120%	110%	100%	90%
Maíz amarillo grano	57.74	59.55	57.77	55.99	57.55	62.84	64.61	62.83
Hna. Integral de Soya	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00
Torta de Soya	16.02	11.84	12.14	12.44	16.39	11.65	7.52	7.82
Hna. de Pescado Prime	---	5.00	5.00	5.00	2.61	2.64	5.00	5.00
Aceite compuesto	2.61	0.40	1.87	3.35	---	---	0.42	1.89
Carbonato de Calcio	1.71	1.60	1.60	1.59	1.84	1.66	1.55	1.54
Fosfato Monodivalente	1.15	0.92	0.92	0.93	0.94	0.69	0.46	0.47
Sal común	0.40	0.35	0.35	0.35	0.39	0.27	0.22	0.22
DL-Metionina	0.16	0.15	0.15	0.15	0.08	0.05	0.03	0.03
Premezcla de vit. y minerales	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
Cloruro de Colina	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
TOTAL	100	100	100	100	100	100	100	100
EM (Mcal/Kg)	3.20	3.20	3.20	3.20	3.20	3.20	3.20	3.20
Proteína total, %	21.28	21.13	21.12	21.11	19.87	19.71	19.56	18.55
Fibra cruda, %	3.84	3.61	3.58	3.55	3.92	3.68	3.45	3.42
Extracto etéreo, %	6.89	7.47	8.87	10.26	6.80	7.03	7.62	9.02
Lisina, %	1.18	1.19	1.19	1.19	1.06	1.07	1.08	1.08
Metionina, %	0.51	0.52	0.52	0.52	0.38	0.38	0.39	0.38
Metionina-Cistina, %	0.90	0.90	0.90	0.90	0.76	0.75	0.75	0.74
Fósforo disponible, %	0.45	0.45	0.45	0.45	0.35	0.35	0.35	0.35
Calcio, %	1.00	1.00	1.00	1.00	0.92	0.90	0.90	0.90
Sodio, %	0.20	0.20	0.20	0.20	0.17	0.15	0.15	0.15

ANÁLISIS QUÍMICOS:

Experimento I:

Los análisis químicos a que fueron sometidas las muestras de excreta como las dietas fueron: humedad, calor de combustión, proteína total y fibra cruda. Se realizó un análisis proximal a la harina integral de soya.

Experimento II:

Se realizó un análisis proximal a las dietas de inicio y de crecimiento. Así como también a la harina integral de soya usada en este experimento.

DISEÑO ESTADÍSTICO

Experimento I:

Se realizó una prueba de "t" para la comparación de los métodos usados (colección total y fibra cruda). Asimismo se usó un Diseño Completamente

al Azar y un análisis de variancia para el consumo, ganancia de peso y conversión alimenticia de los pollos a los 21 días.

Experimento II:

Se utilizó un Diseño Completamente al Azar con arreglo factorial 4x2 (energía x sexo) para machos y hembras. Se aplicó una prueba de comparación de Duncan para las medias de los consumos, ganancias de peso, conversión alimenticia, conversión de energía e índice de grasa abdominal de cada tratamiento. Asimismo, se realizó un análisis de Regresión Cuadrática con el nivel de energía recalculada de las dietas como variable independiente para los parámetros anteriormente mencionados (Calzada, 1982).

RESULTADOS Y DISCUSIONES

Experimento I:

Energía Metabolizable

Los valores de energía metabolizable aparente corregida por nitrógeno (EMAn) en base seca de la harina integral de soya (HIS) obtenida por el método de colección total fue de 3.757 ± 0.009 Mcal/Kg, con un coeficiente de variabilidad de 0.24% y una relación de metabolibilidad (EM/EB) de 65.06%, mientras que por el método de fibra cruda fue de 3.700 ± 0.137 Mcal/Kg un coeficiente de variabilidad de 3.69% y una relación de metabolibilidad (EM/EB) de 64.07%. El valor de la EMAn en base tal como ofrecido fue de 3.463 Mcal/Kg, por el método de colección total y de 3.411 Mcal/Kg, por el método de fibra cruda (Cuadro 4). En la determinación de la energía por el método de colección total se tuvo que eliminar una repetición por razones adversas al experimento, pero los análisis realizados a las muestras se utilizaron para el método de fibra cruda que no incluye la medición total del consumo ni de la excreta.

Los valores hallados de 3.757 y 3.700 Mcal/Kg en base seca de energía metabolizable para la harina integral de soya de proceso Hidrotérmico son similares a los reportados por el NRC (1994) de 3.667 Mcal/Kg en base seca (3.300 Mcal/Kg en tal como ofrecido); y Feedstuffs (1997) de 3.722 Mcal/Kg en base seca (3.350 Mcal/kg en tal como ofrecido) para una soya con un aporte de 41 y 42% de proteína respectivamente, y 20% de grasa, en comparación al ingrediente evaluado que presentó 39.04% de proteína y 21.45% de grasa (base seca). Por otro lado los valores hallados resultan menores a los reportados por Wiseman (1980), en base seca, para la soya tratada con Extrusión húmeda (4.752 Mcal/Kg); Extrusión seca (4.624 Mcal/Kg); Micronización (4.587 Mcal/Kg); Tostado (4.204 Mcal/Kg); Jet Exploded (4.116 Mcal/Kg); con un porcentaje de proteína de 43.38% y 21.69% de grasa (base seca).

Cuadro 4. Valores de EMAN de la harina integral de soya

	Base seca		Tal como ofrecido*	
	Colección total	Fibra cruda	Colección total	Fibra cruda
EMAn (Mcal/Kg)	3.757	3.700	3.463	3.411
Desv. Estándar	0,009	0,137		
C.V. %	0,240	3,690		
EM/EBx100	65,06	64,07		

* Materia seca de la Harina Integral de Soya: 92.18%

Las diferencias encontradas de los valores de energía metabolizable de los diferentes tratamientos térmicos son debidas en parte al tipo de tratamiento (Extrusión, Hidrotérmico, tostado, etc.), así como también a las condiciones asociadas al tratamiento (temperatura, tiempo, humedad, grado de

daño celular, etc.). Consecuencia de la efectividad del proceso, será una mayor o menor inactivación de los principales factores antinutricionales que afectan la utilización de la energía como son los inhibidores de tripsina y quimiotripsina y las lipoxigenasas. En general, cuando mayor es la rup-

tura de las células de grasa y más uniforme es el tratamiento térmico, mayor será la disponibilidad de energía (Monari, 1992 y Torero, 1997). En el caso de la extrusión húmeda, la adición de vapor mejora la transferencia del calor y por consiguiente la efectividad del proceso. Por el contrario, el proceso Hidrotérmico se basa en el tratamiento del grano de soya (molido o entero) con vapor de agua por un periodo de retención más prolongado (entre 15 y 60 minutos) e involucra un mínimo daño físico en el grano durante el proceso (Buitrago, 1992). Esto explica en parte a los valores encontrados de energía en comparación a los encontrados por Wiseman (1980). Es importante señalar que la efectividad del tratamiento térmico depende más de la precisión de los controles en cada equipo que del tipo de equipo utilizado, ya que un procesamiento deficiente (poca temperatura o poca duración del proceso) ocasiona que los factores antinutricionales no sean inactivados de una manera efectiva, mientras que un sobreprocesamiento aunque se logre la inactivación de los factores antinutricionales, puede ocasionar una destrucción irreversible de ciertos aminoácidos; afectando, en ambos casos, la disponibilidad de energía (Buitrago, 1992)

Métodos de Determinación

Los valores de EMAN de la harina integral de soya determinados mediante la técnica de colección total y fibra cruda no mostraron diferencias estadísticas significativas a la prueba de t. Sin embargo, la energía determinada con la técnica de fibra cruda presentó una mayor variabilidad (3.69%), que la técnica de colección total (0.24%). En lo referente al método de fibra cruda como indicador, se obtuvo un con la dieta referencial 95.74% de recuperación de fibra cruda y con la dieta experimental con la harina integral de soya un 96.75% de fibra cruda no digerible. Estos resultados concuerdan con los estudios realizados por Almquist y Halloran (1971), Halloran y Sibbald (1979) y Pílarres (1997).

Experimento II:

Peso corporal y Ganancia de peso

Los pesos y ganancias de peso de los machos fueron significativamente ($P < 0,05$) mayores que el de hembras para la mayoría de los tratamientos. El peso corporal y la ganancia de peso fueron afectados significativamente por el nivel de energía de

las dietas ($P < 0,01$). Las aves que recibieron las dietas con el 100 y 90%, tuvieron mejores pesos que las aves que recibieron las dietas con el 120 y 110% del valor de EM determinado de la harina integral de soya (Cuadro 5). No existió una regresión cuadrática significativa entre el nivel de energía de las dietas, y los pesos corporales y ganancias de peso; sin embargo, se observó que a medida que disminuía el nivel de energía de la dieta, el peso corporal y las ganancias de peso también disminuyeron. En pollos machos se observó una respuesta similar, sin embargo, las diferencias significativas ($P < 0,05$) fueron entre las aves alimentadas con la dieta del 90% y del 120% del valor de energía determinado de la harina integral de soya.

Similares resultados obtuvieron Cherry et al. (1978) en un estudio, el efecto de diferentes niveles de energía en pollos machos en dietas de inicio y acabado, manteniendo la relación energía/proteína.

Cuadro 5. Ganancia de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia de pollos machos (M) y hembras(H) durante las etapas de inicio y crecimiento

Niveles asumidos de EMA _n	0-21 DIAS (g)			22-42 DIAS (g)			0-42 DIAS (g)		
	M	H	Prom.	M	H	Prom.	M	H	Prom.
GANANCIA DE PESO									
120%	670 ^b	619 ^c	644 ^b	1421 ^{bc}	1268 ^d	1344 ^c	2091 ^d	1887 ^c	1989 ^b
110%	688 ^{ab}	595 ^c	642 ^b	1520 ^{ab}	1251 ^d	1385 ^{bc}	2208 ^{ab}	1846 ^c	2027 ^b
100%	695 ^{ab}	676 ^b	686 ^a	1514 ^{ab}	1398 ^c	1456 ^{ab}	2209 ^{ab}	2074 ^b	2142 ^a
90%	727 ^a	694 ^{ab}	711 ^a	1574 ^a	1395 ^c	1485 ^a	2302 ^a	2089 ^b	2195 ^a
CONSUMO DE ALIMENTO									
120%	927 ^{abc}	879 ^{cd}	903 ^a	2,821 ^{ab}	2,538 ^c	2,680 ^a	3,748 ^{ab}	3,417 ^{cd}	3,583 ^a
110%	951 ^{ab}	837 ^d	894 ^a	3,004 ^a	2,462 ^c	2,728 ^a	3,955 ^a	3,288 ^d	3,622 ^a
100%	941 ^{abc}	937 ^{abc}	939 ^a	2,925 ^{ab}	2,713 ^{bc}	2,819 ^a	3,866 ^{ab}	3,650 ^{abc}	3,758 ^a
90%	957 ^a	912 ^{abc}	934 ^a	2,913 ^{ab}	2,689 ^{bc}	2,801 ^a	3,869 ^{ab}	3,600 ^{bcd}	3,735 ^a
CONVERSIÓN ALIMENTICIA									
120%	1.39 ^{bc}	1.42 ^c	1.40 ^b	1.99 ^b	2.00 ^b	1.99 ^b	1.79 ^{bc}	1.81 ^c	1.80 ^b
110%	1.38 ^{bc}	1.41 ^c	1.39 ^b	1.98 ^b	1.96 ^b	1.97 ^b	1.79 ^{bc}	1.78 ^{bc}	1.79 ^b
100%	1.35 ^{ab}	1.39 ^{bc}	1.37 ^b	1.93 ^{ab}	1.94 ^{ab}	1.94 ^{ab}	1.75 ^{bc}	1.76 ^{bc}	1.75 ^b
90%	1.32 ^a	1.31 ^a	1.32 ^a	1.85 ^a	1.93 ^{ab}	1.89 ^a	1.68 ^a	1.72 ^a	1.70 ^a

a,b,c,d Medias con letras distintas son significativamente diferentes (Duncan, $\alpha = 0.05$)

Asimismo estos resultados concuerdan con los encontrados por Jackson et al. (1982a) donde usó varios niveles de energía en pollos de carne machos y hembras de 0 a 49 días a un mismo nivel de proteína. Sin embargo, Lei y Van Beek (1997) compararon en pollos machos y hembras, dos niveles de energía con la misma relación energía/proteína no encontrando diferencias significativas en el peso corporal de las aves.

Estos resultados muestran que los pesos obtenidos con los tratamientos con el 90 y 100% de energía determinada de la harina integral de soya con un nivel fijo de inclusión del 20%, son mejores y comercialmente más aceptables, que los obtenidos con los tratamientos con el 110 y 120% del

valor de energía determinado de la soya, y esto podría ser explicado por el mejor balance y aporte de energía de la dieta de acuerdo a las necesidades del ave.

Consumo de Alimento

Los pollos machos y hembras mostraron consumos similares; sin embargo el consumo en machos fue significativamente ($P < 0.05$) mayor que en hembras en los tratamientos con 120 y 110% del valor de EM determinado de la harina integral de soya. En general el consumo de alimento de los pollos machos fue numéricamente mayor que el de las hembras en todos los tratamientos (Cuadro 5). Esto es explicable debido a que los machos tienen una mayor tasa de deposición de proteína que el de

las hembras, y por consiguiente una mayor demanda de nutrientes. El consumo de alimento no fue afectado por los niveles de energía de las dietas durante todas las etapas de crianza. Tampoco se encontró una relación cuadrática significativa entre los consumos y el nivel de energía de las dietas.

Estos resultados no concuerdan con los encontrados por Lesson et al (1996), donde variando los niveles de energía con el mismo nivel de proteína, en pollos machos de 0 a 49 días encontraron que hubo una marcada relación lineal entre el nivel de energía de la dieta y la ingesta de alimento, a medida que el nivel de energía disminuyó, la ingesta de alimento se incrementó, afirmando que el pollo de carne parece tener una habilidad innata para controlar su ingesta de energía, al ajustar su ingesta de alimento en respuesta a su necesidad de energía. Similares resultados se encontró en otro estudio donde se probó dos niveles de energía con la misma relación energía/proteína en pollo machos y hembras de inicio y crecimiento (Lei y Van Beek, 1997). Estos resultados sugieren que la variación de energía usada en este experimento no ha sido suficiente para provocar cambios significativos en la ingesta de alimento.

Conversión alimenticia

La conversión alimenticia fue afectada por el nivel de energía de las dietas en todas las etapas de crianza ($P < 0.01$). A la prueba de Duncan se observó que a las aves alimentadas con la dieta de 90% del valor de energía determinada de la harina integral de soya fueron significativamente más eficientes que el resto de las aves. Numéricamente el tratamiento con el 100% del valor de la energía presentó mejores conversiones alimenticias que los tratamientos con el 110 y 120% donde se sobrepasó el valor de la energía metabolizable de la soya (Cuadro 7). En general no se presentó una relación cuadrática significativa entre la conversión alimenticia y los niveles de energía de las dietas. En machos se presentó una regresión cuadrática durante las etapas de crecimiento y durante el total de la etapa de crianza. Sin embargo se observó que a medida que el nivel de energía de las dietas aumenta, las aves son más eficientes en convertir el alimento.

Estos resultados concuerdan con un estudio donde se usó variados niveles de energía en dietas

de inicio y acabado en pollos machos, manteniendo la misma relación de energía/proteína; se observó que las aves alimentadas con la dieta de menor energía fueron menos eficientes que las otras aves (Cherry et al., 1978). Asimismo (Lesson et al., 1996) al trabajar con pollos machos de 0 a 49 días a los cuales se les suministró dietas que variaban solo en el nivel de energía, encontró una relación lineal muy marcada, en donde a medida que la energía metabolizable de las dietas se aumentó, la eficiencia alimenticia fue mejorando. Los resultados encontrados estarían indicando una mejor utilización cuando se formula dietas subvalorando (90%) el nivel de la harina integral de soya, con un nivel fijo de inclusión del 20%.

Conversión de Energía

Las conversiones de energía de machos y hembras no mostraron diferencias significativas a un mismo tratamiento. El nivel de energía no afectó significativamente la conversión de energía (Cuadro 6). Tampoco se encontró una relación de tipo cuadrática entre el nivel de energía y la conversión de energía. Estos resultados concuerdan con los encontrados por Lesson et al. (1996) donde pollos machos de 0 a 42 días consumieron la misma cantidad de energía por Kg de peso ganado ajustando su consumo, con dietas variables en energía. Las diferencias de los niveles de energía de las dietas, usadas en este experimento, no fue tan marcado como para haber provocado cambios significativos en el consumo de alimento, por lo que la energía consumida por Kg de peso ganado fue similar en los tratamientos.

Cuadro 6. Conversión de energía e índice de grasa abdominal de pollos machos (m) y hembras (h) durante las etapas de inicio y crecimiento

Niveles asumidos de EMA _n	Conversión de energía			Índice de grasa abdominal ¹		
	Mcal/Kg de peso ganado					
	M	H	Prom.	M	H	Prom.
120%	5.50 ^a	5.56 ^a	5.53 ^a	1.43 ^c	1.86 ^{bc}	1.64 ^b
110%	5.61 ^a	5.58 ^a	5.59 ^a	1.70 ^{bc}	1.94 ^{bc}	1.82 ^b
100%	5.60 ^a	5.63 ^a	5.61 ^a	1.89 ^{bc}	2.24 ^{ab}	2.07 ^{ab}
90%	5.50 ^a	5.64 ^a	5.57 ^a	1.96 ^{bc}	2.65 ^a	2.30 ^a

a,b,c, Medias con letras distintas son significativamente diferentes (Duncan, $\alpha = 0.05$)

Índice de Grasa Abdominal

El índice de grasa abdominal de pollos machos y hembras no mostraron diferencias significativas a un mismo tratamiento, con excepción del tratamiento con el 90% del valor de EM de la harina integral de soya, donde las hembras presentaron estadísticamente más grasa que los machos. Esto es explicable debido a que las hembras depositan más grasa corporal que los machos (Lesson, 1996).

El nivel de energía de las dietas afectó el índice de grasa abdominal ($P < 0.05$). A la prueba de Duncan las aves alimentadas con el 90% de la energía determinada de la harina integral de soya, presentaron similar contenido de grasa que el tratamiento con el 100% y significativamente mayor contenido de grasa que las aves alimentadas con el 120% y 110% de la energía de la harina integral de soya. Numéricamente el tratamiento con el 100%, presentó mayores índices de grasa abdominal que los tratamientos con el 110% y 120%, donde se sobrevaloró el nivel de energía metabolizable de la soya (Cuadro 8). Hubo una relación cuadrática significativa entre el índice de grasa abdominal y el nivel de las dietas ($P < 0.05$), tal que a medida que se incrementa la energía de las dietas se incrementa el índice de grasa abdominal. Estos resultados concuerdan con Jackson et al. (1982b) donde usó dietas en pollos de carne de 0 a 49 días, que variaron sólo en el contenido de energía. Del mismo modo, Lesson et al. (1996) en un trabajo donde sólo los niveles de energía variaron en pollos de carne de 0 a 49 días, encontró que la grasa abdominal tuvo

una disminución lineal muy marcada cuando disminuyó el nivel de energía dietario.

Los resultados obtenidos indican que la subvaloración de la energía metabolizable (90%) de la harina integral de soya conlleva a incrementos significativos de la grasa abdominal, en relación a la sobrevaloración (110 y 120%), cuando se formulan dietas con un nivel fijo del 20% de la harina integral de soya. Un incremento en la acumulación de grasa abdominal esta asociado a un incremento en el aporte y utilización de la energía metabolizable de la dieta.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. Los valores de Energía Metabolizable Aparente corregida por nitrógeno de la harina integral de soya de proceso Hidrotérmico, determinados por los métodos de colección total y fibra cruda en base tal como ofrecido fueron 3.463 ± 0.009 y 3.411 ± 0.137 Mcal/Kg, respectivamente.
2. Los valores de energía Metabolizable determinados por los métodos de colección total y fibra cruda, no mostraron diferencias estadísticas significativas por lo que son técnicas adecuadas para la determinación de la Energía Metabolizable de la Harina Integral de Soya.
3. Los parámetros de comportamiento productivo de los pollos alimentados en base al valor de Energía Metabolizable de la harina integral de

soya de procesos determinado en el experimento I, confirma dicho valor.

4. Se recomienda usar el valor de 3.463 Mcal/Kg para la harina integral de soya de proceso Hidrotérmico, hallado por colección total, para la formulación de dietas comerciales para pollos de carne, por haber presentado menor variabilidad y ser más exacta que la técnica de fibra cruda para ese tipo de ingrediente.
5. Se recomienda realizar ensayos biológicos para la determinación de la Energía Metabolizable de los ingredientes utilizados en la formulación de dietas de pollos de carne, evitando así, sub o sobrevalorar la energía de la dieta que pueda afectar la performance del pollo.

BIBLIOGRAFÍA

- Almquist, H. y B. Halloran. (1971). Crude fiber as tracer in poultry nutrition studies. *Poultry Sci.* 50: 1233 - 1235.
- Buitrago, J. (1992). *Soya integral en la alimentación animal*. Asociación Americana de la Soya. Editorial Artropos Ltda. Bogotá.
- Calzada, B. (1982). *Métodos estadísticos de Investigación*. Vol I. Universidad Nacional Agraria, La Molina. Lima-Perú.
- Cherry, J.; W. Beane y W. Weaver (1978). The influence of dietary energy on the performance of broiler reared under different lighting regimes. *Poultry Sci.* 57:998-1001.
- Feddstuffs. (1997). *Reference Issue*. Vol. 69 N°30.
- Halloran, H. y I. SIBBALD. (1979). Metabolizable energy values of fats measured by several procedures. *Poultry Sci.* 58: 1296-1307.
- Hill, F.; D. Anderson; R. Renner, y L. Carew. (1960). Studies of metabolizable energy of grain and grain products for chickens. *Poultry Sci.* 39: 573-579.
- Jackson, S.; J. Summers, y S. Leeson. (1982a). Effect of dietary protein and energy on broiler performance and production costs. *Poultry Sci.* 61: 2232-2240.
- Jackson, S.; J. Summers, y S. Leeson. 1982b. Effect of dietary protein and energy on broiler carcass composition and efficiency of nutrient utilization. *Poultry Sci.* 61: 2224- 2231.
- Lesson, S. (1996). *Is feed efficiency still a useful measure of broiler performance*. Technical report. Hubbard Farms. Ontario. Canada.
- Lesson, S.; L. Caston, y Summers. (1996). Broiler response to diet energy. *Poultry Sci.* 75: 529-535.
- Lei, S. y G. Van Beek. (1997). Influence of activity and dietary energy on broiler performance, carcass yield and sensory quality. *Br. Poultry Sci.* 38:183-189.
- Monary, S. (1992). *Harina Integral de Soya en alimentación de Aves*. Asociación Americana de la Soya. Batillana Internacional S.A.
- National Research Council (NRC). (1994). *Nutrient requirement of poultry*. Ninth revised edition. National academy press. Washington D.C.
- Pilares, D. (1997). *Determinación de la energía metabolizable de la grasa ácida, estearina y ácidos grasos de pescado en pollos de carne*. Tesis para optar el grado de Magíster Scientiae. Universidad Nacional Agraria, La Molina. Lima-Perú.
- Torero, A. (1997). La harina Integral de Soya: procesos, cualidades y usos. *Mundo Avícola y Porcino*. Lima. Vol. 6. N° 23. Pp:58-60.
- Wiseman, J. (1980). *Use of full fat soy beans in diets for poultry and pigs. Utilization of full soy in animal feed*. ASA/SPT/AFTAA. Pp:127-142.239