

Efecto productivo y económico de la inclusión parcial de fuentes energéticas y proteicas no convencionales en los pollos de engorde

**Angel Ricardo Tábor Chinchilla
Mario Orlando Suazo Lara**

Zamorano, Honduras

Diciembre; 2009

ZAMORANO
CARRERA DE CIENCIA Y PRODUCCIÓN AGROPECUARIA

Efecto productivo y económico de la inclusión parcial de fuentes energéticas y proteicas no convencionales en los pollos de engorde

Proyecto Especial presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Agrónomo en el Grado Académico de Licenciatura.

Presentado por:

Angel Ricardo Tábor Chinchilla
Mario Orlando Suazo Lara

Zamorano, Honduras
Diciembre; 2009

Efecto productivo y económico de la inclusión parcial de fuentes energéticas y proteicas no convencionales en los pollos de engorde

Presentado por:

Angel Ricardo Tábor Chinchilla
Mario Orlando Suazo Lara

Aprobado:

Abel Gernat, Ph.D.
Asesor principal

Miguel Vélez, Ph.D.
Director Carrera de Ciencia y
Producción Agropecuaria

Gerardo Murillo, Ing. Agr.
Asesor

Raúl Espinal, Ph.D.
Decano Académico

John Jairo Hincapié, Ph.D.
Coordinador del Área de Zootecnia

Kenneth L. Hoadley, D.B.A.
Rector

RESUMEN

Suazo, M; Tábor, A; 2009. Efecto productivo y económico de la inclusión parcial de fuentes energéticas y proteicas no convencionales en los pollos de engorde. Proyecto Especial del Programa de Ingeniero Agrónomo de la Carrera de Ciencia y Producción Agropecuaria. Zamorano, Honduras. 17 p.

La avicultura en Latinoamérica enfrenta problemas para la obtención de materias primas para la elaboración de alimentos balanceados de bajo costo. El objetivo del estudio fue evaluar la productividad y realizar un análisis económico de diferentes sustitutos proteicos (harina de carne y harina de camarón) y energéticos (harina de coquito, semolina de arroz y DDG's) para disminuir los costos de alimentación en pollos de engorde. El ensayo se realizó en el Centro de Investigación y Enseñanza Avícola de la Escuela Agrícola Panamericana. Se utilizaron 3,136 pollos de la línea Arbor Acres Plus[®] x Ross[®] distribuidos en 56 corrales experimentales de 1.25 x 3.75 m, con 56 aves por corral, obteniendo una densidad de 12 pollos/m². El experimento tuvo siete tratamientos con ocho repeticiones. Los tratamientos fueron la dieta control a base de maíz y harina de soya y seis dietas con sustituciones proteicas de 2.5, 5, 7.5, 10, 12.5 y 15% y sustituciones energéticas de 4.5, 9, 13.5, 18, 22.5 y 27%. Se analizó peso corporal, consumo de alimento, índice de conversión alimenticia, ganancia de peso, mortalidad acumulada y un análisis económico. Se encontraron diferencias ($P < 0.05$) en todo el ciclo de producción a excepción del día 21 para el peso corporal, en consumo de alimento se encontraron diferencias ($P < 0.05$) en todo el ciclo; en la conversión alimenticia se encontraron diferencias ($P < 0.05$) en todo el ciclo a excepción del día 42 y para ganancia de peso no se encontraron diferencias ($P > 0.05$) en los días 21 y 35. El análisis económico demostró que la dieta con los menores costos para alcanzar 1.81 kg de peso es el tratamiento control a base de maíz y harina de soya y el menor costo a los 42 días (2.27 kg) corresponde al tratamiento con 7.5% de sustitución proteica y 13.5% de sustitución energética.

Palabras clave: materias primas alternas, pollo de engorde, fuentes proteicas, fuentes energéticas, nutrición.

CONTENIDO

Portadilla.....	i
Página de firmas	II
Resumen	IIIi
Contenido	iv
Índice de cuadros y figuras.....	v
1. INTRODUCCIÓN	1
2. MATERIALES Y MÉTODOS	3
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	8
4. CONCLUSIONES	14
5. RECOMENDACIONES	15
6. LITERATURA CITADA	16

ÍNDICE DE CUADROS Y FIGURAS

Cuadro

1. Descripción de los tratamientos.....	3
2. Dieta experimental de inicio de 1-21 días de edad.....	5
3. Dieta experimental de crecimiento de 22-35 días de edad..	.6
4. Dieta experimental final de 36-42 días de edad.....	7
5. Efecto de los tratamientos en el peso del pollo (g/ave).....	8
6. Efectos de los tratamientos en el consumo de alimento (g/ ave).....	9
7. Efecto de los tratamientos en el índice de conversión alimenticia (g:g).....	10
8. Efecto de los tratamientos en la ganancia de peso (g).....	11
9. Efecto de los tratamientos en la mortalidad acumulada (%).....	12

Figura

1. Costo por kilogramo de ganancia de peso (US \$) para obtener 1.81 kilogramos de peso vivo.....	12
2. Costo por kilogramo de ganancia de peso (US \$) al llegar a los 42 días de producción... ..	13

1. INTRODUCCIÓN

En América Latina la avicultura enfrenta problemas para la obtención de materias primas para la elaboración de alimentos balanceados que sean de bajos costos, de buena calidad, que no compitan directamente con la alimentación humana y que sean producidos localmente (Pérez 1997).

En pollos de engorde la alimentación representa el 70% de los costos de producción y lo que se haga para reducirlos redundará en un mayor beneficio económico (Pontes y Castello 1995).

El aumento de la producción de etanol y biodiesel incrementó los precios de los granos y de la grasa para alimentos balanceados. De esta manera, va a ser básico el uso de ingredientes alternativos en las dietas avícolas para mantener bajo el costo del alimento. No obstante, es imperativo aprender a qué hacer con estos subproductos de forma eficaz, para poder producir los alimentos balanceados de la más alta calidad posible (Batal 2005).

Las fuentes proteicas de origen animal son ingredientes integrales en muchas raciones alimenticias. En el caso de las aves las más utilizadas son la harina de pescado, la harina de carne y la harina de sangre. En términos generales, estos alimentos son buenas fuentes de proteínas de alto valor biológico y buenas fuentes de minerales y vitaminas, principalmente B₁₂. Por lo general, son muy utilizados como mejoradores de la proteína total de los alimentos básicos y a la vez aportan algunos aminoácidos marcadamente deficientes en las proteínas vegetales (Álvarez 1986).

Las fuentes principales de energía son los carbohidratos y las grasas. Sin embargo, cuando se da proteína en exceso, mucha se puede convertir en una fuente de energía, pero dar proteína para la producción de energía es antieconómico. Dentro de ciertos límites, la energía de un alimento afecta la cantidad consumida; los pollos tienen la capacidad de regular su consumo de alimento, así que comen menos de un alimento de alto contenido de energía y más de un alimento de baja energía (North y Bell 1993).

Al balancear una dieta para alimentación animal, es necesario tomar en cuenta los niveles de proteína y energía (Robles 2000). Este estudio evaluó la inclusión parcial de materias primas alternas como: harina de carne y harina de camarón como fuentes proteicas y granos secos de destilería y solubles (DDG's), semolina de arroz y harina de coquito como fuentes energéticas. Se sustituyeron parcialmente los porcentajes de maíz y harina de soya en la dieta, buscando reducir los costos de alimentación y evaluar la efectividad de estos subproductos.

El objetivo general fue comparar la inclusión parcial de materias primas alternas disponibles localmente con las dietas tradicionales a base de maíz y harina de soya realizando también un análisis económico para evaluar si la inclusión de las materias primas, reduce los costos en la alimentación de pollos de engorde.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó entre Julio y Agosto de 2009, en el Centro de Investigación y Enseñanza Avícola de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, ubicada en el Valle del Yeguaré, Francisco Morazán a 32 km de Tegucigalpa, Honduras; con una temperatura promedio anual de 24 °C, una precipitación anual de 1,100 mm y a una altura de 800 msnm.

Se utilizaron 3,136 pollos machos de la línea Arbor Acres Plus[®] x Ross[®], adquiridos en la empresa CADECA S.A, distribuidos en 56 corrales experimentales de 1.25 x 3.75 m. El clima del galpón se controló con criadoras de gas, ventiladores y cortinas en los costados del galpón. El alimento y agua fueron proporcionados *ad libitum* utilizando bebederos de niple y comederos de tolva, y sometidos a un programa de 23 horas luz/día. Se utilizaron 56 pollos por corral obteniendo una densidad de 12 pollos/m².

Se evaluaron siete tratamientos con diferentes niveles de materias primas alternas (Cuadro 1). Las materias primas alternas evaluadas fueron: harina de carne y harina de camarón como fuentes proteicas y DDG's, harina de coquito y semolina de arroz como fuentes energéticas. El programa de alimentación se realizó en tres etapas: inicio, crecimiento y final (Cuadros 2, 3 y 4).

Cuadro 1. Descripción de los tratamientos

Tratamientos	Descripción
T1	Dieta a base de maíz y harina de soya
T2	Dieta a base de maíz y harina de soya con 2.5% de sustitutos proteicos y 4.5% de sustitutos energéticos
T3	Dieta a base de maíz y harina de soya con 5% de sustitutos proteicos y 9% de sustitutos energéticos
T4	Dieta a base de maíz y harina de soya con 7.5% de sustitutos proteicos y 13.5% de sustitutos energéticos
T5	Dieta a base de maíz y harina de soya con 10% de sustitutos proteicos y 18% de sustitutos energéticos
T6	Dieta a base de maíz y harina de soya con 12.5% de sustitutos proteicos y 22.5% de sustitutos energéticos
T7	Dieta a base de maíz y harina de soya con 15% de sustitutos proteicos y 27% de sustitutos energéticos

Las variables analizadas fueron: Peso corporal (g/ave), al final de cada semana se pesaron 20 pollos por corral que representaron 35% de la población. El consumo de alimento acumulado (g/ave), se determinó a partir de la diferencia entre el alimento ofrecido al inicio de cada semana y el rechazado al final de la misma para todos los corrales. El Índice de Conversión Alimenticia (ICA), se calculó a partir de la relación del consumo de alimento acumulado entre el peso corporal de cada semana. La ganancia de peso semanal (g/ave), se calculó a partir de la diferencia del peso final de la semana y el peso inicial de la misma. La mortalidad (%) se midió diariamente para luego calcular el porcentaje de muertes semanales y acumuladas por corral.

Se utilizó un Diseño de Bloques Completamente al Azar (BCA) con siete tratamientos y ocho repeticiones por tratamiento. Los resultados se analizaron usando el Análisis de Varianza (ANDEVA), utilizando el Modelo Lineal General (GLM), con ayuda del paquete estadístico Statistical Analysis System (SAS[®] 2006). Se utilizó la diferencia de medias LS Mean con un nivel de probabilidad exigido de $P < 0.05$.

Cuadro 2. Dieta experimental de inicio de 1-21 días de edad

Ingredientes	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
	(%)						
Maíz	53.06	51.00	47.58	44.51	41.62	38.52	35.11
H. de Soya	38.00	33.60	30.00	26.00	21.94	18.00	14.02
H. de Carne	0.00	1.25	2.50	3.75	5.00	6.25	7.50
DDG's ¹	0.00	1.50	3.00	4.50	6.00	7.50	9.00
Semolina Arroz	0.00	1.50	3.00	4.50	6.00	7.50	9.00
H. Coquito	0.00	1.50	3.00	4.50	6.00	7.50	9.00
H. Camarón	0.00	1.25	2.50	3.75	5.00	6.25	7.50
Carbonato Ca	1.52	1.25	0.97	0.70	0.44	0.17	0.00
Biofos ^{®2}	1.79	1.47	1.15	0.85	0.52	0.20	0.00
NaCl	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40
Prem. Vit+Min ³	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
BioMos ^{®4}	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11
Coban 60 ^{®5}	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Aceite Vegetal	4.50	4.50	5.10	5.70	6.20	6.80	7.53
DL-Metionina	0.26	0.27	0.27	0.28	0.29	0.29	0.30
Lisina	0.10	0.14	0.16	0.19	0.22	0.25	0.27
Análisis Calculado:							
Proteína cruda	22.00	22.00	22.00	22.00	22.00	22.00	22.00
ME Kcal/kg	3050	3050	3050	3050	3050	3050	3050
Ca	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.06
P Disponible	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.52
Metionina	0.59	0.60	0.61	0.62	0.64	0.64	0.65
Lisina	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
Met+Cis	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97
Arginina	1.53	1.50	1.50	1.48	1.47	1.46	1.44
Treonina	0.94	0.93	0.93	0.93	0.92	0.92	0.92
Triptófano	0.28	0.27	0.26	0.25	0.23	0.23	0.21
COSTO/100 lb L.	389.05	384.52	382.51	380.81	378.30	375.94	375.29

¹DDG's: Granos secos de destilería.

²Biofos[®]: Fosfato monodivale.

³Premezcla vitamina y mineral: vitamina A, 1000 UI/kg; Vitamina D3, 2000 UI/kg; Vitamina E, 30 UI/kg; Vitamina K3, 2.0 mg; Vitamina B1, 1.0 mg; Vitamina B2, 6.0 mg; Vitamina B6, 3.5 mg; Vitamina B12, 18 mg; Niacina, 60 mg; Acido Pantoténico, 10 mg; Biotina, .010 mg; Acido Fólico, 0.75 Mg; Colina, 250mg; Hierro, 50 mg; Cobre, 10 mg; Zinc, 70 mg; Manganeso, 70 mg; Selenio, 0.30 mg; Yodo, 1.0 mg.

⁴Bio-Mos[®]: Probiótico; levadura de cerveza seca y soluble fermentado de *Saccharomyces cerevisiae*.

⁵Coban 60[®]: Coccidiostato; Elanco.

Cuadro 3. Dieta experimental de crecimiento de 22-35 días de edad

Ingredientes	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	
	(%)							
Maíz	57.51	55.06	51.85	48.87	45.82	42.58	38.07	
H. de Soya	33.00	28.80	25.00	21.00	17.00	13.20	9.50	
H. de Carne	0.00	1.25	2.50	3.75	5.00	6.25	7.50	
DDG's ¹	0.00	1.50	3.00	4.50	6.00	7.50	9.00	
Semolina Arroz	0.00	1.50	3.00	4.50	6.00	7.50	9.00	
H. Coquito	0.00	1.50	3.00	4.50	6.00	7.50	9.00	
H. Camarón	0.00	1.25	2.50	3.75	5.00	6.25	7.50	
Carbonato Ca	1.38	1.11	0.85	0.57	0.30	0.03	0.00	
Biofos ^{®2}	1.58	1.26	0.95	0.63	0.31	0.00	0.00	
NaCl	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	
Prem. Vit+Min ³	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	
BioMos ^{®4}	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	
Coban 60 ^{®5}	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	
Aceite Vegetal	5.50	5.70	6.25	6.80	7.40	8.00	9.20	
DL-Metionina	0.20	0.20	0.21	0.21	0.22	0.22	0.23	
Lisina	0.07	0.10	0.12	0.15	0.18	0.20	0.23	
Análisis Calculado:								
Proteína cruda	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	
ME Kcal/kg	3150	3150	3150	3150	3150	3150	3150	
Ca	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	1.05	
P Disponible	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.51	
Metionina	0.49	0.51	0.52	0.53	0.54	0.54	0.56	
Lisina	1.18	1.18	1.18	1.18	1.18	1.18	1.18	
Met+Cis	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	
Arginina	1.36	1.35	1.34	1.33	1.31	1.31	1.30	
Treonina	0.88	0.87	0.87	0.87	0.86	0.87	1.88	
Triptófano	0.25	0.24	0.23	0.22	0.20	0.20	0.18	
COSTO/100 lb	L.	376.83	372.80	370.93	368.30	366.40	364.16	367.69

¹DDG's: Granos secos de destilería.

²Biofos[®]: Fosfato monodivale.

³Premezcla vitamina y mineral: vitamina A, 1000 UI/kg; Vitamina D3, 2000 UI/kg; Vitamina E, 30 UI/kg; Vitamina K3, 2.0 mg; Vitamina B1, 1.0 mg; Vitamina B2, 6.0 mg; Vitamina B6, 3.5 mg; Vitamina B12, 18 mg; Niacina, 60 mg; Acido Pantoténico, 10 mg; Biotina, .010 mg; Acido Fólico, 0.75 mg; Colina, 250mg; Hierro, 50 mg; Cobre, 10 mg; Zinc, 70 mg; Manganeso, 70 mg; Selenio, 0.30 mg; Yodo, 1.0 mg.

⁴Bio-Mos[®]: Probiótico; levadura de cerveza seca y soluble fermentado de *Saccharomyces cerevisiae*.

⁵Coban 60[®]: Coccidiostato; Elanco.

Cuadro 4. Dieta experimental final de 36-42 días de edad

Ingredientes	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	
	(%)							
Maíz	62.91	60.36	57.22	53.98	50.93	47.56	42.82	
H. de Soya	28.00	23.70	19.80	16.00	12.00	8.10	4.40	
H. de Carne	0.00	1.25	2.50	3.75	5.00	6.25	7.50	
DDG's ¹	0.00	1.50	3.00	4.50	6.00	7.50	9.00	
Semolina Arroz	0.00	1.50	3.00	4.50	6.00	7.50	9.00	
H. Coquito	0.00	1.50	3.00	4.50	6.00	7.50	9.00	
H. Camarón	0.00	1.25	2.50	3.75	5.00	6.25	7.50	
Carbonato Ca	1.35	1.08	0.80	0.52	0.25	0.00	0.00	
Biofos ^{®2}	1.47	1.15	0.83	0.52	0.20	0.00	0.00	
NaCl	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	
Prem. Vit+Min ³	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	
BioMos ^{®4}	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	
Coban 60 ^{®5}	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	
Aceite Vegetal	5.20	5.60	6.20	6.80	7.40	8.10	9.50	
DL-Metionina	0.20	0.20	0.21	0.21	0.22	0.23	0.23	
Lisina	0.11	0.15	0.17	0.20	0.23	0.25	0.28	
Análisis Calculado:								
Proteína cruda	18.00	18.00	18.00	18.00	18.00	18.00	18.00	
ME Kcal/kg	3200	3200	3200	3200	3200	3200	3200	
Ca	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.87	1.03	
P Disponible	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.44	0.51	
Metionina	0.48	0.49	0.50	0.50	0.52	0.52	0.53	
Lisina	1.09	1.09	1.09	1.09	1.09	1.09	1.09	
Met+Cis	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	
Arginina	1.22	1.20	1.19	1.17	1.16	1.15	1.15	
Treonina	0.80	0.79	0.78	0.79	0.79	0.79	0.80	
Triptófano	0.22	0.21	0.20	0.19	0.18	0.16	0.15	
COSTO/100 lb	L.	366.08	362.70	360.89	358.92	357.02	356.29	360.20

¹DDG's: Granos secos de destilería.

²Biofos[®]: Fosfato monodivale.

³Premezcla vitamina y mineral: vitamina A, 1000 UI/kg; Vitamina D3, 2000 UI/kg; Vitamina E, 30 UI/kg; Vitamina K3, 2.0 mg; Vitamina B1, 1.0 mg; Vitamina B2, 6.0 mg; Vitamina B6, 3.5 mg; Vitamina B12, 18 mg; Niacina, 60 mg; Acido Pantoténico, 10 mg; Biotina, .010 mg; Acido Fólico, 0.75 mg; Colina, 250mg; Hierro, 50 mg; Cobre, 10 mg; Zinc, 70 mg; Manganeso, 70 mg; Selenio, 0.30 mg; Yodo, 1.0 mg.

⁴Bio-Mos[®]: Probiótico; levadura de cerveza seca y soluble fermentado de *Saccharomyces cerevisiae*.

⁵Coban 60[®]: Coccidiostato; Elanco.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 PESO CORPORAL

Hubo diferencias ($P < 0.05$) en todo el ciclo de producción a excepción del día 21 (Cuadro 5); los tratamientos con mayor porcentaje de sustitutos proteicos y energéticos lograron mejores pesos que la dieta basal de maíz y harina de soya, lo que se atribuye a un mejor aprovechamiento de los aminoácidos por la calidad proteica de los sustitutos utilizados. Estos datos son similares a los obtenidos por Ramírez y Ortez (2006) quienes con una dieta a base de harina de soya, harina de carne y DDGs obtuvieron los mejores pesos en todo el ciclo de producción en comparación de la dieta testigo a base de maíz y harina de soya y a los obtenidos por Rosenfeld *et al.* (1997) quienes sustituyeron a la harina de soya con 50, 80 y 100% de harina de camarón, obteniendo mejores pesos con las dietas sustituidas. En cambio difiere de los obtenidos por García (1997) y los de Soto y Tamayo (2003) quienes utilizaron sustitutos energéticos y encontraron los mejores pesos en las dietas control a base de maíz y harina de soya; también difieren de los resultados obtenidos por Monroy (2000) quien utilizó sustitutos proteicos y no encontró diferencias ($P > 0.05$) en todo el ciclo de producción.

Cuadro 5. Efecto de los tratamientos en el peso del pollo (g/ave)*

Tratamientos	Edad (días)					
	7	14	21	28	35	42
T1	141.8 ^b	366.4 ^b	706.7	1089.3 ^b	1615.5 ^b	2192.2 ^b
T2	147.8 ^a	385.8 ^a	706.5	1166.3 ^a	1675.7 ^{ab}	2260.9 ^{ab}
T3	148.0 ^a	386.5 ^a	724.8	1192.7 ^a	1716.4 ^{ab}	2274.6 ^{ab}
T4	153.0 ^a	398.6 ^a	747.9	1197.9 ^a	1759.4 ^a	2231.9 ^{ab}
T5	150.9 ^a	390.9 ^a	738.8	1225.5 ^a	1737.5 ^{ab}	2356.2 ^a
T6	152.0 ^a	393.0 ^a	735.9	1196.0 ^a	1686.2 ^{ab}	2387.7 ^a
T7	152.9 ^a	385.5 ^a	723.1	1174.5 ^a	1721.0 ^{ab}	2282.7 ^{ab}
P ¹	0.0004	0.0024	0.1224	0.0010	0.0472	0.0163
CV ²	3.33	3.63	4.59	4.81	5.26	4.71

P¹: Probabilidad.

CV²: Coeficiente de Variación.

*Medias seguidas de diferentes letras en cada columna, son significativamente diferentes ($P \leq 0.05$)

3.2 CONSUMO DE ALIMENTO

Se encontró diferencias ($P < 0.05$) en todo el ciclo de producción (Cuadro 6), siendo los tratamientos con mayores pesos los que consumieron mayor cantidad de alimento. Estos

datos son similares a los obtenidos por Oseis y Amo (1986) quienes encontraron un mayor consumo en las dietas sustituidas con harina de coquito en comparación con el tratamiento control; sin embargo difiere de los datos obtenidos por Ramírez y Ortez (2006) quienes utilizaron sustitutos proteicos y energéticos, y con Botero (1998) y Rosenfeld *et al.* (1997), quienes utilizaron harina de camarón como sustituto proteico y no encontraron diferencias ($P>0.05$) al final del ciclo de producción, también difieren de los resultados obtenidos por García (1997) y por Escobar (1999) quienes utilizaron sustitutos energéticos como la harina de coquito y semolina de arroz y encontraron el mayor consumo en la dieta a base de maíz y harina de soya.

Cuadro 6. Efectos de los tratamientos en el consumo de alimento (g/ave)*

Tratamientos	Edad (días)					
	7	14	21	28	35	42
T1	144.1 ^c	517.1 ^d	1107.9 ^c	1895.1 ^d	2857.7 ^b	4112.8 ^d
T2	143.7 ^c	543.2 ^c	1157.8 ^{bc}	1992.2 ^{cd}	3128.2 ^{ab}	4332.5 ^{bcd}
T3	147.7 ^c	553.6 ^{bc}	1194.2 ^{ab}	2060.3 ^{bc}	3233.2 ^{ab}	4157.9 ^{cd}
T4	149.6 ^c	554.0 ^{bc}	1196.7 ^{ab}	2104.7 ^{abc}	3293.3 ^{ab}	4478.1 ^{abc}
T5	152.9 ^{bc}	573.5 ^b	1256.2 ^a	2204.3 ^{ab}	3193.9 ^a	4662.6 ^{ab}
T6	157.4 ^{ab}	578.3 ^b	1275.2 ^a	2254.6 ^a	3515.6 ^a	4753.4 ^a
T7	161.3 ^a	610.0 ^a	1281.8 ^a	2197.8 ^{ab}	3372.3 ^a	4504.9 ^{abc}
P ¹	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0098	0.0002
CV ²	4.16	3.40	5.34	5.65	7.63	5.87

P¹: Probabilidad.

CV²: Coeficiente de Variación.

*Medias seguidas de diferentes letras en cada columna, son significativamente diferentes ($P\leq 0.05$)

3.3 CONVERSIÓN ALIMENTICIA

Hubo diferencias ($P<0.05$) en la conversión alimenticia por tratamiento en todo el ciclo de producción a excepción del día 42 (Cuadro 7). Esto difiere con los hallazgos obtenidos por Soto y Tamayo (2003) quienes utilizaron sustitutos proteicos y energéticos, al igual que Oseis y Amo (1986) y Escobar (1999), quienes usaron sustitutos energéticos y Monroy (2000) quien utilizó sustitutos proteicos, encontrando que a mayores niveles de sustitución mayores índices de conversión alimenticia. De igual manera difieren de los de García (1997) quien encontró mejores conversiones alimenticias sustituyendo 10% de harina de coquito en la dieta, sin embargo, son similares a los de Rosenfeld *et al.* (1997) quienes sustituyeron la harina de soya con 60, 80 y 100% de harina de camarón y no encontraron diferencias ($P>0.05$) en el ciclo de producción.

Cuadro 7. Efecto de los tratamientos en el índice de conversión alimenticia (g:g)*

Tratamientos	Edad (días)					
	7	14	21	28	35	42
T1	1.02 ^{ab}	1.42 ^b	1.57 ^c	1.75 ^{ab}	1.86 ^b	1.88
T2	0.97 ^b	1.42 ^b	1.64 ^{bc}	1.71 ^{ab}	1.87 ^{ab}	1.92
T3	1.00 ^{ab}	1.43 ^b	1.65 ^{abc}	1.73 ^{ab}	1.89 ^{ab}	1.89
T4	0.98 ^b	1.39 ^b	1.60 ^{bc}	1.76 ^{ab}	1.87 ^{ab}	1.92
T5	1.01 ^{ab}	1.47 ^b	1.70 ^{abc}	1.80 ^{ab}	1.98 ^{ab}	1.98
T6	1.04 ^{ab}	1.47 ^b	1.74 ^{ab}	1.88 ^a	2.09 ^a	1.99
T7	1.06 ^a	1.58 ^a	1.78 ^a	1.88 ^a	1.97 ^{ab}	1.98
P ¹	0.0094	0.0001	0.0043	0.0066	0.0282	0.4222
CV ²	4.60	4.45	6.41	5.90	7.59	6.99

P¹: Probabilidad.

CV²: Coeficiente de Variación.

*Medias seguidas de diferentes letras en cada columna, son significativamente diferentes (P≤ 0.05)

3.4 GANANCIA DE PESO

Se encontraron diferencias (P<0.05) en la ganancia de peso de todos los tratamientos a lo largo del ciclo de producción exceptuando los días 21 y 35 (Cuadro 8). La tendencia presentada en el peso corporal se mantiene en la ganancia de peso, los tratamientos con mayor peso corporal obtuvieron mayores ganancias de peso.

Cuadro 8. Efecto de los tratamientos en la ganancia de peso (g)*

Tratamientos	Edad (días)					
	7	14	21	28	35	42
T1	100.8 ^b	224.6 ^b	340.3	382.7 ^b	526.2	575.7 ^b
T2	106.8 ^a	238.0 ^{ab}	320.8	459.7 ^a	509.4	585.2 ^b
T3	107.0 ^a	238.6 ^{ab}	338.1	467.9 ^a	523.8	558.1 ^b
T4	112.0 ^a	245.6 ^a	349.3	450.0 ^a	561.5	572.5 ^b
T5	109.9 ^a	239.9 ^{ab}	347.9	487.3 ^a	512.1	618.7 ^{ab}
T6	111.0 ^a	241.0 ^{ab}	342.8	460.2 ^a	490.2	701.5 ^a
T7	111.9 ^a	232.6 ^{ab}	337.6	451.4 ^a	546.5	561.7 ^b
P ¹	0.0004	0.0405	0.5657	0.0096	0.7505	0.0227
CV ²	4.59	5.15	8.71	11.31	15.34	14.37

P¹: Probabilidad.

CV²: Coeficiente de Variación.

* Medias seguidas de diferente letra en cada columna, son significativamente diferentes (P≤0.05)

3.5 MORTALIDAD

No se encontraron diferencias (P>0.05) entre los tratamientos en cuanto a la mortalidad (Cuadro 9). Esto coincide con Soto y Tamayo (2003) quienes no encontraron diferencias (P>0.05) en todo el ciclo de producción y con los datos obtenidos por Rosenfeld *et al.* (1997) quienes sustituyeron la harina de soya con 60, 80 y 100% de harina de camarón y no encontraron diferencias (P>0.05) en todo el ciclo de producción, sin embargo, difieren con los de García (1997) quien sustituyó al maíz con el 10, 20 y 30% con harina de coquito y encontró diferencias (P<0.05) entre tratamientos.

Cuadro 9. Efecto de los tratamientos en la mortalidad acumulada (%)*

Tratamientos	Edad (días)					
	7	14	21	28	35	42
T1	0.44	0.44	0.89	1.56	2.03	2.26
T2	0.00	0.63	0.90	0.90	0.90	1.79
T3	0.44	1.10	1.35	1.59	1.60	1.83
T4	0.44	1.10	1.13	1.81	2.28	2.53
T5	0.44	0.66	0.89	1.13	1.35	2.03
T6	0.22	0.66	1.12	1.13	1.35	1.79
T7	0.66	1.10	1.13	1.35	1.58	2.03
P ¹	0.8170	0.8925	0.9848	0.9345	0.8219	0.9583
CV ²	209.3	145.1	118.4	97.7	89.98	74.54

P¹: Probabilidad.

CV²: Coeficiente de Variación.

* No se encontraron diferencias estadísticas en todos los tratamientos ($P \geq 0.05$)

3.6 ANÁLISIS ECONÓMICO

Se estimó el costo por kilogramo de cada uno de los tratamientos. El tratamiento con el menor costo es el tratamiento uno, aunque es el más caro por kg de alimento, ya que el consumo por ave fue menor (Figura 1).

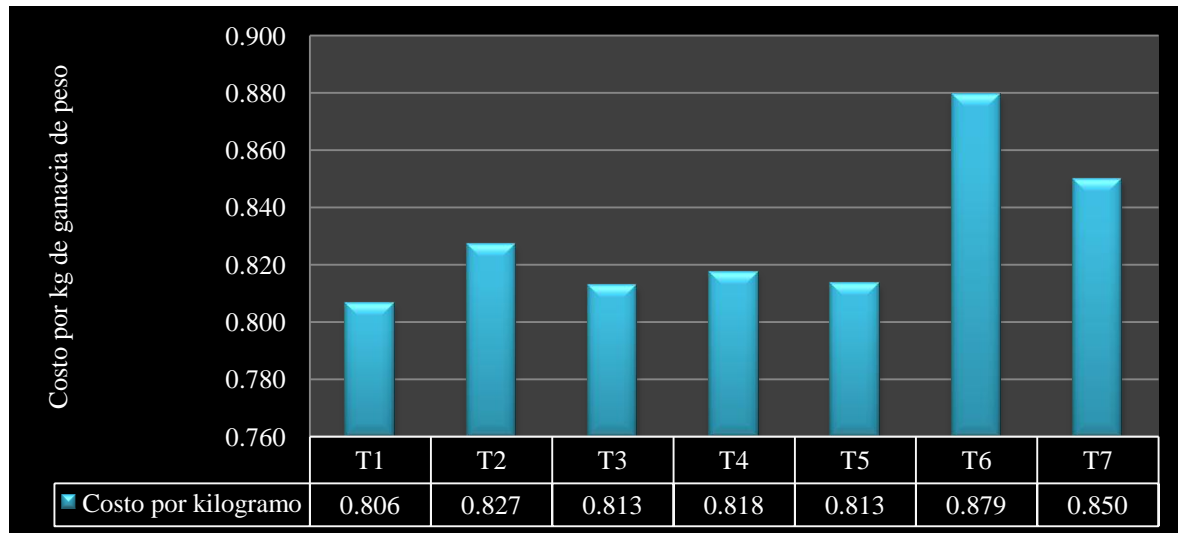


Figura 1. Costo por kilogramo de ganancia de peso (US \$) para obtener 1.81 kilogramos de peso vivo

El tratamiento con los menores costos de alimento por kilogramo (Figura 2) de peso a los 42 días (2.27 kg) corresponde al tratamiento tres. La posible causa de este cambio en los costos a los 42 días es que el pollo al final del ciclo pierde eficiencia para convertir alimento en peso corporal.

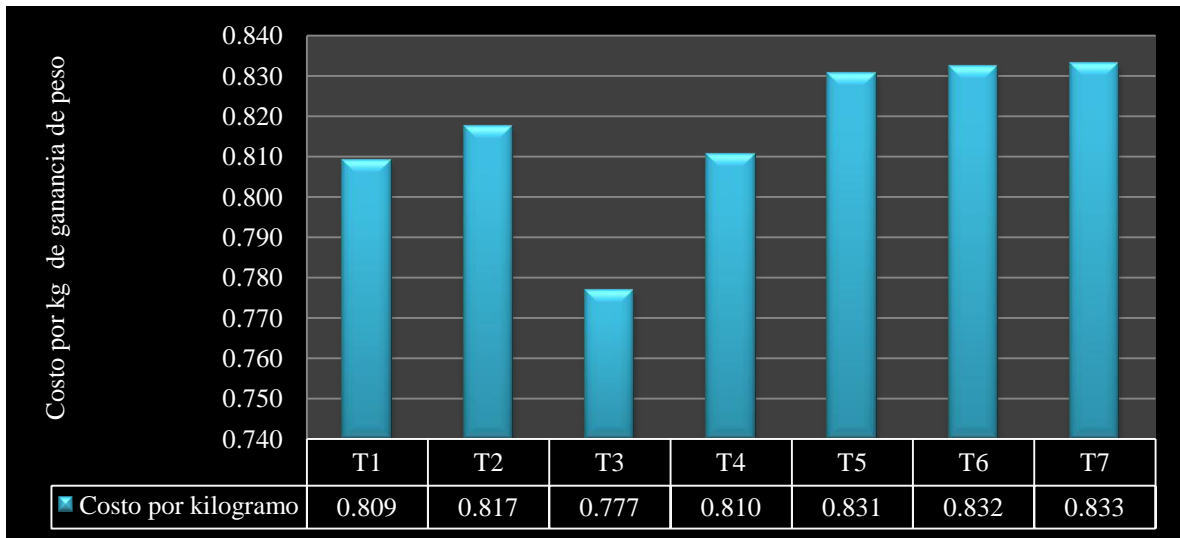


Figura 2. Costo por kilogramo de ganancia de peso (US \$) al llegar a los 42 días de producción

4. CONCLUSIONES

- Con la inclusión parcial de sustitutos proteicos y energéticos, en las proporciones de 28 y 35% se obtienen mejores pesos que con la dieta basal de maíz y harina de soya.
- Los costos más bajos de alimentación al alcanzar 1.81 kg de peso vivo se obtuvieron con la dieta a base de maíz y harina de soya.
- Los costos más bajos de alimentación a los 42 días de edad (2.27 kg) se obtuvieron con el 7.5% de sustitución proteica y 13.5% de sustitución energética.
- La modificación de la dieta tradicional con productos alternos como harina de carne, harina de camarón, semolina de arroz, harina de coquito y DDG's no afectaron la mortalidad durante el ciclo de producción.

5. RECOMENDACIONES

- Hacer un análisis del peso y rendimiento de la canal utilizando los mismos porcentajes de sustitutos energéticos y proteicos.
- Utilizar sustitutos proteicos y energéticos para reducir costos dependiendo de las fluctuaciones en los precios de las materias primas en el mercado.

6. LITERATURA CITADA

Álvarez, R. 1986. Utilización de los subproductos de mataderos avícolas en la alimentación de monogástricos (en línea). La Habana, Cuba, Ministerio de Educación Superior. Consultado 18 jul. 2009. Disponible en

<http://www.sian.info.ve/porcinos/publicaciones/segencuentr/Alvarezr.htm>

Batal, B. 2005. Uso de DDG's en dietas avícolas (en línea). Universidad de Georgia, Estados Unidos. Consultado 22 jul. 2009. Disponible en

<http://www.wattpoultry.com/ddgresp2.aspx>

Botero, M. 1998. El efecto del uso de harina de camarón bajo dos métodos de secado en dietas de pollo de engorde. Proyecto Especial del Programa de Ingeniero Agrónomo. Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano. Tegucigalpa, Honduras. 32 p.

Escobar, R. 1999. Evaluación de seis niveles de semolina de arroz en dietas comerciales para pollos de engorde. Proyecto Especial del Programa de Ingeniero Agrónomo. Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano. Tegucigalpa, Honduras. 24 p.

García, C. 1997. Utilización de harina de coquito en dietas para pollos de engorde. Proyecto Especial del Programa de Ingeniero Agrónomo. Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano. Tegucigalpa, Honduras. 21 p.

Monroy, C. 2000. Efecto de la harina de desecho de camarón extruida en pollos de engorde. Proyecto Especial del Programa de Ingeniero Agrónomo. Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano. Tegucigalpa, Honduras. 34 p.

North, M; Bell, O. 1993. Manual para la producción comercial de pollos. 3ed. Publishing Company, Inc. Westport, Connecticut. 710 p.

Oseis, SA; Amo, J. 1986. Palm kernel cake as broiler feed ingredient. Journal of Poultry Science 66: 1870-1873.

Pérez, J. 1997. Uso de harina de coquito en dietas para ponedoras. Proyecto Especial del Programa de Ingeniero Agrónomo. Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano. Tegucigalpa, Honduras. 23 p.

Pontes, PM; Castello JA. 1995. Alimentación de las aves. Real Escuela de Avicultura. Barcelona, España. 506 p.

Ramirez, J; Ortez, M. 2006. Determinación de la dieta base para pollos de engorde en Zamorano. Proyecto Especial del Programa de Ingeniero Agrónomo. Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano. Tegucigalpa, Honduras. 24 p.

Robles, K. 2000. Efecto de la reducción de la energía metabolizable en las dietas de pollos de engorde durante la primera semana de vida. Proyecto Especial del Programa de Ingeniero Agrónomo. Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano. Tegucigalpa, Honduras. 17 p.

Rosenfeld, DJ; Gernat, AG; Marcano, JD; Murillo, JG; Lopez, GH; Flores, JA. 1997. The effect of using different levels of shrimp meal in broiler diets. *Journal of Poultry Science* 76: 581-587.

S.A.S. 2006. S.A.S. User's guide: Statistics. S.A.S. Inst. Inc. Cary, NC. USA.

Soto, C; Tamayo, E. 2003. Evaluación de subproductos locales en la dieta para pollos de engorde. Proyecto Especial del Programa de Ingeniero Agrónomo. Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano. Tegucigalpa, Honduras. 13 p.