

**Evaluación productiva de dietas para pollos
de engorde formuladas con base en proteína
cruda, aminoácidos totales y aminoácidos
digeribles**

Marco Andrés Andrade Espinel

Juan José Castelló Zambrano

ZAMORANO

Carrera de Ciencia y Producción Agropecuaria

Noviembre, 2006

Evaluación productiva de dietas para pollos de engorde formuladas con base en proteína cruda, aminoácidos totales y aminoácidos digeribles

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

presentado por

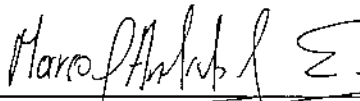
Marco Andrés Andrade Espinel

Juan José Castelló Zambrano

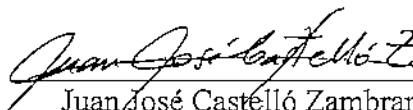
Zamorano, Honduras

Noviembre, 2006

Los autores conceden a Zamorano permiso para reproducir y distribuir copias de este trabajo para fines educativos. Para otras personas físicas o jurídicas se reservan los derechos de autor.



Marco Andrés Andrade Espinel



Juan José Castelló Zambrano

Honduras
Noviembre, 2006

AGRADECIMIENTOS

M. A. A. E

Al Ser Supremo, por haberme dado nuevas oportunidades y nuevos desafíos en todos estos años.

A mi padre, por ser el mejor de los amigos y un vivo ejemplo de lucha constante, apoyo e inspiración en los días más grises.

A mi madre, por ser un reflejo del amor de Dios en mi vida, por sus consejos y palabras sabias que me han conducido a ser una mejor persona. Por ser mi confidente e inmejorable amiga. ¡Muchas gracias!

A mis hermanos Steffie y Dany, por todas esas sonrisas y buenos momentos que hemos compartido juntos. Siempre los llevo en mi corazón y son parte de cada una de mis oraciones.

A mi esposa Sara Isabel, por su paciencia, su ternura y su amor hacia mí y hacia nuestra hija Jimena. Por apoyarme en los momentos más duros y esperarme con cariño. ¡La amo mi cielo!

A Mandito, mi fiel e incondicional amigo, por ser un ejemplo de honestidad y de integridad en Zamorano. Gracias por el apoyo moral y humano que me has brindado.

A la familia Núñez, por su apoyo y su amable hospitalidad. A mi suegro Joaquín por su sincera amistad y gran apoyo de manera desinteresada.

A José Linares, mi buen amigo, por sus consejos, su paciencia y los buenos momentos compartidos durante el año 2006. Te deseo lo mejor amigo.

A mi compañero Juan José Castelló, por apoyarme en momentos difíciles y sacarme más de una carcajada de vez en cuando. Te deseo lo mejor Juan José, Dios te bendiga.

Al Ing. Luis Fernando Vélez, por su tiempo y sus consejos inspirados siempre en nobles intenciones.

Al Ing. Gerardo Murillo, por darme la oportunidad de realizar este trabajo de investigación, su apoyo y sus comentarios siempre oportunos.

Al Dr. Abel Gernat por su apoyo y buena voluntad para ayudarnos.

AGRADECIMIENTOS

J. J. C. Z

A Dios, por libramme de todo mal y permitirme seguir en la lucha de la sobrevivencia.

A mi padre, aquel hombre que con cada acto, con cada palabra hace que mis ojos brillen de felicidad, por hacerme sentir el hijo con más suerte del mundo.

A mi madre, por ser la niña de mis días, la única mujer que me ama sin intereses, por decir claridad cuando todo esta oscuro, estar en la ventanita dándome ánimos, por ser la tumba de mis secretos, mi tesoro y porque sin ella no hubiera podido ser posible esta tesis.

A mis hermanas Carola y Mai, por todos esos consejos con los que recapacité más de una vez sobre mis actos, por esos momentos que más que cantidad fueron calidad, ¡por aguantar mis celos, por todo!

A Anita, la mujer que me ha tenido tanta paciencia, con la que hemos compartido momentos indescriptibles y difíciles, por ser esa mujer que llena de alegría mi vida, mi novia, te amo.

A Millán, porque más que un padre, un reclutón, una mujer en Zamorano, fuiste y eres un amigo muy valioso, sabio y comprensivo.

A Danilo Cando, un amigo que es algo loco, pero lo llevo muy dentro de mi corazón, y que aparte de jugar monopolio o compartir en fines de semana, fue un buen consejero y amigo de la verdad.

A Cristian Castro, y no el cantante, mi compañero de cuarto por más de una ocasión, mi refugio, mi asilo político, el amigo que cualquiera quiere tener, mi negro. ¡Gracias!

A Andrés Andrade, una persona que supo guiarme cuando justo lo necesitaba, dándome consejos y ayudándome para ser mejor día a día, un amigo que vale mucho, éxitos daddy, ¡gracias por todo!

A todos mis amigos, por esos inolvidables momentos.

Al Dr. Abel Gernat y el Ing. Gerardo Murillo, por su apoyo, confianza, creer en que puedo cambiar, y sus sabias recluteadas.

RESUMEN

Andrade, M; Castelló, J. 2006. Evaluación productiva de dietas para pollos de engorde formuladas con base en proteína cruda, aminoácidos totales y aminoácidos digeribles. Proyecto especial del programa de Ingeniero Agrónomo, Zamorano, Honduras, 14 p.

La proteína como macronutriente representa aproximadamente el 25% del costo total en dietas para pollos de engorde. Por eso surge como alternativa la reducción de los niveles de proteína cruda en las formulaciones, integrando compuestos más simples, que son más fáciles para el aprovechamiento de los animales, como son los aminoácidos totales y aminoácidos digeribles. El objetivo del experimento fue determinar la respuesta productiva de un lote de pollos de engorde en el Centro de Investigación y Enseñanza Avícola de Zamorano. Se utilizaron 56 corrales, de dimensiones 1.25 × 3.75 m, con 56 animales en cada uno, de la línea Hubbard × Hi-Y[®]. Se realizaron cuatro tratamientos, el tratamiento uno fue una dieta control, formulada para proteína cruda, el tratamiento dos se formuló con base en aminoácidos totales, considerando los requerimientos de acuerdo a cada etapa, el tratamiento tres fue balanceado con base en aminoácidos digeribles, considerando requerimientos y digestibilidad de los compuestos y el tratamiento cuatro fue un perfil similar al tratamiento tres, con 10% menos de contenido de aminoácidos digeribles. No se modifica los niveles de energía en ningún tratamiento. Se usó un diseño de Bloques Completos al Azar (BCA) con medidas repetidas en el tiempo y se hizo la separación de medias usando la prueba Duncan, con un nivel de significancia de $P < 0.05$. Existieron diferencias para los cuatro tratamientos en las variables peso corporal ($P < 0.05$), consumo de alimento ($P < 0.05$), índice de conversión alimenticia ($P < 0.05$), pero para el porcentaje de mortalidad no hubieron ($P > 0.05$). Los pesos con mejores resultados se observaron en el tratamiento formulado con base en aminoácidos totales.

Palabras clave: Digerible, total.

CONTENIDO

Portadilla.....	i
Autoría.....	ii
Página de firmas.....	iii
DEDICATORIA M.A.A.E.....	iv
DEDICATORIA J.J.C.Z.....	v
AGRADECIMIENTOS M.A.A.E.....	vi
AGRADECIMIENTOS J.J.C.Z.....	vii
RESUMEN.....	viii
CONTENIDO.....	ix
ÍNDICE DE CUADROS.....	x
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. MATERIALES Y MÉTODOS.....	3
2.1 LOCALIZACIÓN.....	3
2.2 ANIMALES.....	3
2.3 TRATAMIENTOS.....	3
2.4 DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	3
2.5 ALIMENTACIÓN Y DIETAS EXPERIMENTALES.....	4
2.6 VARIABLES ANALIZADAS.....	7
2.6.1 Peso corporal (g).....	7
2.6.2 Consumo de alimento (g).....	7
2.6.3 Índice de Conversión Alimenticia (ICA).....	7
2.6.4 Mortalidad (%).....	7
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	8
3.1 PESO CORPORAL.....	8
3.3 ÍNDICE DE CONVERSIÓN ALIMENTICIA (ICA).....	10
3.4 MORTALIDAD.....	11
4. CONCLUSIONES.....	12
5. RECOMENDACIONES.....	13
6. LITERATURA CITADA.....	14

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Pág.
1. Composición (en porcentaje, excepto ME) de dietas experimentales de fase de inicio.....	4
2. Composición (en porcentaje, excepto ME) de dietas experimentales de fase de crecimiento.....	5
3. Composición (en porcentaje, excepto ME) de dietas experimentales de fase de finalización.....	6
4. Efecto de dietas formuladas con base en proteína cruda, aminoácidos totales y aminoácidos digeribles sobre el peso corporal.....	8
5. Efecto de dietas formuladas con base en proteína cruda, aminoácidos totales y aminoácidos digeribles sobre el consumo de alimento.....	9
6. Efecto de dietas formuladas con base en proteína cruda, aminoácidos totales y aminoácidos digeribles sobre el ICA.....	10
7. Efecto de dietas formuladas con base en proteína cruda, aminoácidos totales y aminoácidos digeribles sobre el porcentaje de mortalidad.....	11

1. INTRODUCCIÓN

Los productores avícolas en América Latina tienen que hacer más eficiente la alimentación en las granjas, puesto que este rubro representa la mayor erogación de capital en el ciclo productivo, oscilando entre 60% -70% de los costos totales (Bedford 1996).

A partir del año 1996 la industria avícola tiene el segundo lugar de participación en el mercado mundial de carnes (FAO 2001). El 70% de la carne de la industria avícola proviene de la producción de pollos de engorde o ceba (North y Bell 1993). Las fuentes principales de energía en el alimento del pollo de engorde son los carbohidratos y las grasas, sin embargo, cuando se da proteína en exceso, mucha se puede convertir en una fuente de energía, lo cual es antieconómico (North y Bell 1993).

A su vez, el compromiso de los avicultores de cumplir con la demanda creciente de carne ha provocado no sólo la reducción del ciclo biológico de producción, sino la inclusión de nuevas tecnologías, que también encierra conceptos innovadores que han permitido realizar más adecuadamente la explotación y crecer en volúmenes de producción (Nilipour 1993).

Los productores cada vez buscan “hilar más fino” en cuanto a la formulación de raciones; se empezó con proteína cruda, se continuó con aminoácidos totales y en la actualidad se ha incluido un nuevo término “aminoácidos digeribles” (Allegan y Leclercq 1997). Lo que se busca con estas nuevas estructuras en la formulación de dietas es que la retención de proteína (ganancia respecto a consumo de proteína) sea máxima y la excreción de nitrógeno sea mínima (Allegan y Leclercq 1997).

Ingredientes menores, como aminoácidos sintéticos, que son absorbidos en su mayoría en el tracto digestivo de las aves, lo cual no ocurre con los ingredientes mayores que no pueden ser absorbidos completamente, por lo que existe la posibilidad de aumentar la digestibilidad de las dietas incluyendo estos elementos (Pack *et al.* 2002). Se calcula que del 20 al 25% de la proteína total de los ingredientes no se digiere (Bedford 1996).

Otra de las ventajas de formular dietas con base en aminoácidos digeribles, en vez de proteína cruda, es la reducción en la excreción de nitrógeno y en consecuencia una mejor calidad de la cama. La ingesta excesiva de proteínas incrementa el consumo de agua por cuanto el nitrógeno es desaminado en los riñones y excretado como ácido úrico (Pack *et al.* 2002).

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 LOCALIZACIÓN

El ensayo se llevó a cabo en el Centro de Investigación y Enseñanza Avícola de la Escuela Agrícola Panamericana Zamorano, con una elevación de 800 msnm con una precipitación anual de 1100 mm y una temperatura promedio anual de 24°C. Tuvo una duración de 42 días a partir de la segunda semana de julio de 2006.

2.2 ANIMALES

Se utilizaron 3136 pollos provenientes de un lote mixto de la línea Hubbard × Hi-Y®, los mismos que se distribuyeron de manera uniforme en 56 corrales con dimensiones 1.25 × 3.75 m, utilizando una densidad de 12 pollos por metro cuadrado.

El alimento y el agua fueron ofrecidos *ad libitum*; en comederos de plato y bebederos de “niples”, respectivamente. Se suministró luz en un programa de 23 horas de luz y una de oscuridad.

2.3 TRATAMIENTOS

Se evaluaron cuatro tratamientos. A continuación se describe cada tratamiento.

T1 = Dieta balanceada para proteína cruda

T2 = Dieta balanceada para aminoácidos totales

T3 = Dieta balanceada para aminoácidos digeribles

T4 = Perfil de T3 con 10% de reducción de aminoácidos digeribles

Se trabajó con los mismos ingredientes en cada una de las dietas, sólo se modificó el tipo de aminoácido de acuerdo a recomendaciones comerciales. Se mantuvieron constantes los niveles de energía, fósforo disponible y porcentaje de calcio, de acuerdo a cada fase del ciclo de producción.

2.4 DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO.

Se usó un diseño de Bloques Completos al Azar (BCA) con medidas repetidas en el tiempo para la variable peso corporal, consumo de alimento, índice de conversión alimenticia y porcentaje de mortalidad. Se consideró como unidad experimental cada

corral y se realizaron 14 repeticiones por cada tratamiento. Se usó el Modelo General Lineal (GLM) y la separación de medias se obtuvo usando la prueba Duncan con un nivel de significancia de $P < 0.05$. Los datos fueron analizados en el programa de análisis estadístico “Statistical Analysis System” (SAS[®], 2006).

2.5 ALIMENTACIÓN Y DIETAS EXPERIMENTALES.

La composición de las dietas en las fases de inicio, crecimiento y finalización se muestran en los cuadros 1, 2 y 3.

Cuadro 1. Composición (en porcentaje, excepto ME) de dietas experimentales en la fase de inicio.

INGREDIENTES	T1	T2	T3	T4
Maíz	48.20	42.10	42.80	50.40
Harina de Soya	44.10	49.00	48.40	42.20
Carbonato de calcio	1.35	1.30	1.31	1.37
Fosfato dicálcico	1.65	1.62	1.62	1.66
Cloruro de sodio	0.30	0.30	0.30	0.30
Premezcla de vitaminas + minerales ¹	0.25	0.25	0.25	0.25
Biomos ²	0.11	0.11	0.11	0.11
Coban 60 ³	0.09	0.09	0.09	0.09
Aceite Vegetal	4.05	5.26	5.13	3.64
DL-metionina	0.00	0.06	0.06	0.04
Lisina	0.00	0.00	0.00	0.00
ANÁLISIS CALCULADO				
Proteína Cruda	25.00	26.90	26.70	24.20
ME ⁴	3010	3010	3010	3010
Ca	1.00	1.00	1.00	1.00
P disponible	0.50	0.50	0.50	0.50
Metionina	0.43	0.51	0.47	0.42
Lisina	1.39	1.52	1.34	1.20
Arginina	1.84	1.99	1.82	1.63
Treonina	0.91	0.97	0.84	0.77
Triptófano	0.23	0.25	0.22	0.20

¹La premezcla de vitaminas y minerales contiene las siguientes cantidades en la dieta: vitamina A, 10,000 UI/kg; vitamina D3, 2,000 UI/kg; vitamina E, 30 UI/kg; vitamina K3, 2.0 mg; vitamina B1, 1.0 mg; vitamina B2, 6 mg; vitamina B6, 3.5 mg; vitamina B12, 18 mg; Niacina, 60 mg; Ácido pantoténico, 10 mg; Biotina, 0.10 mg; Ácido Fólico, 0.75 mg; Colina, 250 mg; Hierro, 50 mg; Cobre, 10 mg; Zinc, 70 mg; Manganeso, 70 mg; Selenio, 0.30 mg; Yodo, 1.0 mg.

²Probiótico, ³Coccidiostato, ⁴Energía Metabolizable en Kcal/kg.

El nivel de proteína durante las primeras dos semanas de vida del pollo no debe ser menor a 24% y debe irse disminuyendo gradualmente en las semanas siguientes (North y Bell 1993).

Cuadro 2. Composición (en porcentaje, excepto ME) de dietas experimentales en la fase de crecimiento.

INGREDIENTES	T1	T2	T3	T4
Maíz	52.80	50.80	52.30	59.20
Harina de Soya	37.20	38.70	37.50	31.80
Carbonato de calcio	1.25	1.24	1.25	1.30
Fosfato dicálcico	1.47	1.46	1.47	1.51
Cloruro de sodio	0.30	0.30	0.30	0.30
Premezcla de vitaminas + minerales ¹	0.25	0.25	0.25	0.25
Biomos ²	0.11	0.11	0.11	0.11
Coban 60 ³	0.09	0.09	0.09	0.09
Aceite Vegetal	6.62	7.03	6.75	5.40
DL-metionina	0.00	0.06	0.06	0.04
Lisina	0.00	0.00	0.05	0.00
ANÁLISIS CALCULADO				
Proteína Cruda	22.00	22.60	21.10	19.80
ME ⁴	3175	3175	3175	3175
Ca	0.90	0.90	0.90	0.90
P disponible	0.45	0.45	0.45	0.45
Metionina	0.38	0.45	0.41	0.36
Lisina	1.20	1.24	1.47	1.31
Arginina	1.60	1.65	1.47	1.31
Treonina	0.80	0.82	0.70	0.63

¹La premezcla de vitaminas y minerales contiene las siguientes cantidades en la dieta: vitamina A, 10,000 UI/kg; vitamina D3, 2,000 UI/kg; vitamina E, 30 UI/kg; vitamina K3, 2.0 mg; vitamina B1, 1.0 mg; vitamina B2, 6 mg; vitamina B6, 3.5 mg; vitamina B12, 18 mg; Niacina, 60 mg; Ácido pantoténico, 10 mg; Biotina, 0.10 mg; Ácido Fólico, 0.75 mg; Colina, 250 mg; Hierro, 50 mg; Cobre, 10 mg; Zinc, 70 mg; Manganeso, 70 mg; Selenio, 0.30 mg; Yodo, 1.0 mg.

²Probiótico, ³Coccidiostato, ⁴Energía Metabolizable en Kcal/kg.

Cuadro 3. Composición (en porcentaje, excepto ME) de dietas experimentales en la fase de finalización.

INGREDIENTES	T1	T2	T3	T4
Maíz	57.70	59.70	58.20	63.80
Harina de Soya	32.30	30.70	31.90	27.40
Carbonato de calcio	1.23	1.25	1.23	1.28
Fosfato dicálcico	1.37	1.38	1.37	1.40
Cloruro de sodio	0.30	0.30	0.30	0.30
Premezcla de vitaminas + minerales ¹	0.25	0.25	0.25	0.25
Biomos ²	0.11	0.11	0.11	0.11
Coban 60 ³	0.09	0.09	0.09	0.09
Aceite Vegetal	6.65	6.27	6.56	5.48
DL-metionina	0.00	0.03	0.02	0.01
Lisina	0.00	0.00	0.00	0.01
ANÁLISIS CALCULADO				
Proteína Cruda	20.00	19.30	19.80	18.00
ME ⁴	3225	3225	3225	3225
Ca	0.85	0.85	0.85	0.85
P disponible	0.42	0.42	0.42	0.42
Metionina	0.35	0.37	0.34	0.30
Lisina	1.07	1.03	0.94	0.84
Arginina	1.44	1.38	1.30	1.17

¹La premezcla de vitaminas y minerales contiene las siguientes cantidades en la dieta: vitamina A, 10,000 UI/kg; vitamina D3, 2,000 UI/kg; vitamina E, 30 UI/kg; vitamina K3, 2.0 mg; vitamina B1, 1.0 mg; vitamina B2, 6 mg; vitamina B6, 3.5 mg; vitamina B12, 18 mg; Niacina, 60 mg; Acido pantoténico, 10 mg; Biotina, 0.10 mg; Ácido Fólico, 0.75 mg; Colina, 250 mg; Hierro, 50 mg; Cobre, 10 mg; Zinc, 70 mg; Manganeso, 70 mg; Selenio, 0.30 mg; Yodo, 1.0 mg.

²Probiótico, ³Coccidiostato, ⁴Energía Metabolizable en Kcal/kg.

2.6 VARIABLES ANALIZADAS

2.6.1 Peso corporal (g). Una vez por semana se registró el peso de todos los pollos de cada corral hasta los 42 días de edad.

2.6.2 Consumo de alimento (g). Los pollos fueron alimentados *ad libitum*, se consideró como la diferencia de peso del alimento ofrecido al inicio de cada semana y el sobrante al final de la misma.

2.6.3 Índice de Conversión Alimenticia (ICA). Se obtuvo a partir de la división del consumo acumulado entre el peso vivo.

2.6.4 Mortalidad (%). Se registró este valor diariamente en un tablero ubicado en la parte frontal de cada corral.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 PESO CORPORAL

El peso obtenido en las diferentes etapas se indica en el cuadro 4. Se observaron diferencias ($P < 0.05$), el tratamiento balanceado para aminoácidos totales, mostró un mejor desempeño en el comportamiento productivo de los pollos. El peso final fue superior en 6.5, 16 y 9% que los tratamientos balanceados para proteína cruda, aminoácidos digeribles y 10% de reducción de aminoácidos digeribles respectivamente. Estos resultados son inferiores a los obtenidos por Nilipour (1993) y Fontain *et al.* (2001).

Cuadro 4. Efecto de dietas formuladas con base en proteína cruda, aminoácidos totales y aminoácidos digeribles sobre el peso corporal (g).

Día	T1	T2	T3	T4	P ¹	CV ²
7	121.5 ^b	127.7 ^a	118.6 ^b	121.3 ^b	0.0145	3.42
14	287.1 ^b	304.7 ^a	266.3 ^c	283.4 ^b	0.0236	4.75
21	529.8 ^b	586.1 ^a	486.8 ^c	517.8 ^b	0.0157	4.98
28	947.1 ^b	1051.1 ^a	862.3 ^c	929.8 ^b	0.0178	6.29
35	1446.1 ^b	1548.2 ^a	1376.3 ^c	1401.9 ^c	0.0398	5.80
42	1915.9 ^b	2038.8 ^a	1754.2 ^c	1870.2 ^b	0.0265	4.12

Letras diferentes en la misma fila indican diferencia significativa ($P < 0.05$)

T1 = Dieta balanceada para proteína cruda

T2 = Dieta balanceada para aminoácidos totales

T3 = Dieta balanceada para aminoácidos digeribles

T4 = Perfil de T3 con 10% de reducción de aminoácidos digeribles

¹ Probabilidad, ² Coeficiente de variación (%)

Estos resultados se deben a que se usaron los requerimientos de la línea de pollos Ross, que están por debajo de los requeridos de la línea Hubbard (Fontain *et al.* 2001). Al subestimar los requerimientos de aminoácidos los pollos tuvieron un desempeño productivo por debajo de lo que se esperaba, a pesar de ello, el tratamiento dos, por contener mayor cantidad de aminoácidos totales mostró un comportamiento superior en relación a los demás tratamientos, con un peso final de 2039 g.

El mercado de Honduras no requiere pesos más allá de 1.25 kg y 1.43 kg en canal (FAO 2001), por lo que los tratamientos balanceados para proteína cruda y 10% de reducción de

aminoácidos digeribles, a pesar de no ser los mejores en el experimento suplen las cantidades demandadas por el mercado.

3.2 CONSUMO DE ALIMENTO

No se observaron diferencias ($P>0.05$) en el consumo de alimento en la semana uno (cuadro 5). En las siguientes cinco semanas se observaron diferencias entre los tratamientos. El tratamiento balanceado para aminoácidos totales tuvo mayor consumo ($P<0.05$) de 1.8, 2.6 y 1.5% más que los tratamientos balanceados para proteína cruda, aminoácidos digeribles y 10% de reducción de aminoácidos digeribles respectivamente. Estos datos concuerdan con los obtenidos por Nilipour (1993).

Cuadro 5. Efecto de dietas formuladas con base en proteína cruda, aminoácidos totales y aminoácidos digeribles sobre el consumo de alimento.

Día	T1	T2	T3	T4	P ¹	CV ²
7	121.6	125.1	124.2	120.2	0.2189	7.50
14	433.0 ^a	444.1 ^a	414.1 ^b	431.3 ^a	0.0335	5.24
21	906.6 ^b	961.7 ^a	866.1 ^c	909.3 ^b	0.0498	5.31
28	1693.8 ^b	1770.7 ^a	1585.5 ^c	1672.1 ^b	0.0208	4.59
35	2703.3 ^{bc}	2756.6 ^a	2686.9 ^c	2737.8 ^{ab}	0.0387	2.32
42	3783.7 ^b	3853.4 ^a	3754.3 ^b	3795.8 ^{ab}	0.0183	2.21

Letras diferentes en la misma fila indican diferencia significativa ($P<0.05$)

T1 = Dieta balanceada para proteína cruda

T2 = Dieta balanceada para aminoácidos totales

T3 = Dieta balanceada para aminoácidos digeribles

T4 = Perfil de T3 con 10% de reducción de aminoácidos digeribles

¹ Probabilidad, ² Coeficiente de variación (%).

La industria avícola en formulaciones balanceadas con base en aminoácidos totales tiende a sobreformular o sobredosificar las cantidades de estos compuestos (Pack *et al.* 2002). Al haber un exceso de aminoácidos los pollos gastan energía para desaminar los que no son asimilados y no se aprovechan para depositar músculo, por tal razón el consumo es mayor para compensar dicho gasto (Fontain y Llames 1994).

3.3 ÍNDICE DE CONVERSIÓN ALIMENTICIA (ICA)

El tratamiento balanceado para aminoácidos totales tuvo un ICA mejor ($P < 0.05$) que los tratamientos balanceados para proteína cruda, aminoácidos digeribles y 10% de reducción de aminoácidos digeribles, que fueron iguales entre sí (cuadro 6). Esta fue la única variable que no tuvo dependencia del tiempo. A pesar de ser el tratamiento balanceado para aminoácidos totales el mejor, estuvo por encima de lo obtenido en los resultados de Nilipour (1993) y Bedford (1996).

El tratamiento balanceado para aminoácidos totales fue el mejor porque a pesar de tener un mayor consumo (1.5%-3% sobre el resto), por el mismo hecho de tener mayor cantidad de aminoácidos en las formulaciones pudo acumular una mayor ganancia de peso, hecho que compensó el efecto de la pérdida de energía y redujo el valor de esta variable de medición de eficiencia.

Cuadro 6. Efecto de dietas formuladas con base en proteína cruda, aminoácidos totales y aminoácidos digeribles sobre el ICA.

Día	T1	T2	T3	T4	p ¹	CV ²
7	0.99 ^{ab}	0.98 ^a	1.04 ^b	1.01 ^{ab}	0.0445	5.84
14	1.51 ^{ab}	1.45 ^b	1.55 ^{ab}	1.52 ^{ab}	0.0043	4.34
21	1.71 ^{ab}	1.64 ^b	1.78 ^a	1.76 ^a	0.0081	5.98
28	1.79 ^{ab}	1.68 ^b	1.84 ^a	1.80 ^{ab}	0.0224	7.70
35	1.88 ^a	1.78 ^b	1.95 ^a	1.95 ^a	0.0001	5.33
42	1.98 ^a	1.89 ^b	2.03 ^a	2.02 ^a	0.0001	3.39

Letras diferentes en la misma fila indican diferencia significativa ($P < 0.05$)

T1 = Dieta balanceada para proteína cruda

T2 = Dieta balanceada para aminoácidos totales

T3 = Dieta balanceada para aminoácidos digeribles

T4 = Perfil de T3 con 10% de reducción de aminoácidos digeribles

¹ Probabilidad, ² Coeficiente de variación (%).

3.4 MORTALIDAD

La mortalidad fue similar ($P>0.05$) en todos los tratamientos (cuadro 7) y fue aceptable, ya que estuvo por debajo del 5% considerando como el límite en explotaciones comerciales (Ward 1990).

Cuadro 7. Efecto de dietas formuladas con base en proteína cruda, aminoácidos totales y aminoácidos digeribles sobre el porcentaje de mortalidad.

Día	T1	T2	T3	T4	P ¹	CV ²
7	1.10 ^d	0.26 ^c	0.36 ^b	0.45 ^a	0.001	00.00
14	0.10	0.07	0.11	0.09	0.121	90.42
21	0.12 ^{ab}	0.09 ^b	0.18 ^a	0.12 ^{ab}	0.005	63.70
28	0.12 ^{ab}	0.10 ^b	0.17 ^a	0.12 ^{ab}	0.004	65.14
35	0.13	0.11	0.18	0.13	0.073	63.04
42	2.14	2.13	3.19	4.15	0.065	44.70

Letras diferentes en la misma fila indican diferencia significativa ($P<0.05$)

T1 = Dieta balanceada para proteína cruda

T2 = Dieta balanceada para aminoácidos totales

T3 = Dieta balanceada para aminoácidos digeribles

T4 = Perfil de T3 con 10% de reducción de aminoácidos digeribles

¹ Probabilidad, ² Coeficiente de variación (%).

6. LITERATURA CITADA

Allcroft, W. 1968. Aves para carne: producción e industrialización. Zaragoza, España. 93 p.

Allegan, C; Leclercq, M. 1997. Efecto de aminoácidos en raciones para monogástricos. *Poultry Science* 46 (8) 125-139

Bedford, M. 1996. The effect of enzymes on digestion and digestible amino acids. *Poultry Science* 55 (2): 370-375.

FAO. 1997. Perspectivas alimentarias. Consultado 6/11/06. Disponible en <http://www.fao.org/docrep/004/w4136s/w4136s09.htm>

Fontain, J; Hoerr, J; Schirmer, B. 2001. Near infrared reflectance spectroscopy in ables the fasts and accurate prediction of the digestible and essential amino acids contents in soy, rapeseed meal, sunflower meal, peas, fishmeal, meat meal products and poultry meal. *Agricultural and Food Chemistry* 49(1): 57-66.

Fontain, J; Llames, C. 1994. Determination of aminoacids in feeds collaborative study. *AOAC Intenational* 77(6): 1362-1402.

Nilipour, A. 1993. Como ayudar a las aves a sobrevivir al clima caliente. *Industria Avícola* 40 (5): 22-30.

North, M; Bell, D. 1993. Manual de Producción Avícola. 3º Edición. Ed. El Manual Moderno, México D.F. 829 p.

Pack, M; Hohler, D; Fickler, J; Fontaine, J; Mack, S; Petri, A y Rademacher, M. 2002. Amino Acids in Animal Nutrition: A compendium of recent reviews and reports. Ed. Degussa. Bucharest, Romania. 83-100.

SAS. 2006. User Guide. Statistical Analysis System Inc., Cary, NC. Version 9.01. 329 p.

Ward, A. 1990. Feed conversion of broilers. *Poultry Science and Technology Guide* 27(5): 35-46.