

EFFECTO DE LA SUPLEMENTACIÓN DE L-GLUTAMINA Y L-GLUTAMATO (AMINO-GUT®) SOBRE EL CRECIMIENTO TEMPRANO DE POLLOS DE ENGORDE

Avellaneda Y, Hernández J, Ariza C, Afanador T¹

Departamento de Ciencias para la Producción Animal
Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia,
Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá
C. I. DISAN

Corporación de Investigación Agropecuaria (Corpoica)

RESUMEN

Este estudio se llevó a cabo con el objeto de evaluar el impacto de la suplementación de una mezcla comercial de L-glutamina y L-glutamato (Amino-gut®) sobre diferentes parámetros de producción asociados al crecimiento temprano de pollos de engorde. Se utilizaron 455 hembras y 455 machos de la estirpe COBB para evaluar tres niveles de inclusión de mezcla comercial de L-glutamina y L-glutamato (0,5, 1,0 y 1,5%) y dos tiempos de duración de la suplementación (7 y 14 días). Las dietas de los tratamientos fueron isocalóricas e isoproteicas. Las aves se pesaron a los días 1, 8, 15 y 25 de edad, el consumo de alimento se determinó para estos intervalos y la mortalidad se registró diariamente. El desempeño corporal de los pollos de engorde fue mejor en los grupos suplementados con la mezcla comercial de L-glutamina y L-glutamato respecto al grupo control, mientras que el consumo de alimento disminuyó linealmente con el nivel de inclusión de la mezcla; de tal forma que la conversión alimenticia en una interacción con el sexo fue mejor para el mayor nivel de inclusión de la mezcla comercial de L-glutamina y L-glutamato en los machos, mientras que las hembras suplementadas con 1,0 o 1,5% mostraron una mejor conversión alimenticia. Las aves suplementadas durante 7 días mostraron una mayor mortalidad ($P = 0,0814$) comparadas con las suplementadas durante 14 días. Un nivel de inclusión de 1,5% registró el menor costo de producción frente al grupo de aves no suplementadas. De tal forma que la respuesta a la suplementación con la mezcla comercial de L-glutamina y L-glutamato es inherente al sexo del ave y afecta positivamente el desempeño bioeconómico del pollo de engorde durante la fase de crecimiento temprano.

Palabras clave: glutamina, glutamato, pollos de engorde, crecimiento temprano.

EFFECT OF L-GLUTAMINE AND L-GLUTAMATE (AMINO-GUT®) SUPPLEMENTATION ON THE EARLY GROWTH OF BROILERS

ABSTRACT

This study was carried out to evaluate the impact of a commercial mixture of L-glutamine and L-glutamate (amino-gut®) supplementation, on the performance of broilers during early

1 gafanadort@unal.edu.co

growth period. 455 females and 455 males of COBB strain were utilized in this study. Three levels of the commercial mixture of L-glutamine and L-glutamate (0,5, 1,0 and 1,5%) and two supplementation periods (7 and 14 days) were investigated. The experimental diets were isocaloric and isoproteic. Body weight of broiler chicks was measured at 1, 8, 15 and 25 days of age and feed intake was determined among those periods. The broilers supplemented with the commercial mixture of L-glutamine and L-glutamate exhibited a better performance compared to unsupplemented groups. Feed intake decreased lineally with the level of inclusion of Aminogut® while feed conversion ratio was affected by the interaction between level of inclusion and sex, being the response better on 1,5% of Aminogut® supplementation in male broiler whereas in female broiler this response occurred at 1,0 and 1,5% of Aminogut® supplementation. Broilers supplemented during seven days, exhibited a mayor mortality ($P = 0,0814$) compared to 14 days. Broilers supplemented with 1,5% of Aminogut® showed a least cost of production compared to control group. In conclusion, the response to Aminogut® supplementation was associated with the sex of broiler and it was also observed a positive effect on performance and bio-economic balance during the early growth period of production.

Key words: glutamine, glutamate, broilers, early growth.

INTRODUCCIÓN

El avance científico y tecnológico en diferentes temáticas asociadas al mejoramiento genético y la nutrición aviar ha permitido que los pollos de engorde alcancen fisiológicamente más temprano el peso corporal del mercado; la primera semana representa una alta proporción (20%) del ciclo de vida (1). Este rápido crecimiento (incremento de 200 a 300 veces durante la primera semana) considera importantes cambios en el tracto gastrointestinal (TGI) y en la microestructura de los segmentos del intestino delgado (2-4). En consecuencia, el desarrollo del TGI juega un papel crítico en el crecimiento temprano del pollo de engorde (5, 6), y el crecimiento rápido del intestino es un requisito para soportar las altas y constantes tasas de crecimiento corporal (7). Por ello, en general, se considera que el primer factor limitante para alcanzar el potencial genético del crecimiento de las estirpes modernas de pollos de engorde es el desarrollo de órganos asociados al TGI, oferta que permite asegurar el crecimiento posterior de órganos o tejidos que demandan, como el músculo (8).

La principal vía para controlar el desarrollo y función del TGI es a través de la dieta, vista no solamente como una fuente de nutrientes, sino como un regulador de los procesos fisiológicos. Así, el objetivo de una dieta deberá ser evitar la competencia y el gasto metabólico por el movimiento de moléculas desde otros compartimientos corporales, para el metabolismo del TGI. En principio esta forma de mejorar la productividad del pollo de engorde depende de la importancia de algunos aminoácidos (glutamina, glutamato, aspartato) y su participación en diversas rutas metabólicas en el TGI (9-13). La glutamina y el glutamato son una importante fuente de energía para las células del TGI y del sistema inmune (12). Desde el punto de vista estrictamente metabólico, la glutamina y el glutamato son intercambiables como importantes sustratos para el sistema celular de la mucosa intestinal (9, 14). La glutamina sigue dos rutas funcionales; en la primera el nitrógeno amino de la glutamina se utiliza como soporte para la síntesis de purina, pirimidinas y aminoazúcares, y en la segunda la cadena carbonada del α -grupo amino de la glutamina entra a la vía que guía la síntesis de

otros aminoácidos, principalmente ornitina, citrulina y arginina (12).

El objetivo de este artículo es evaluar la inclusión conjunta de L-glutamina y L-glutamato (Aminogut®) en pollos de engorde, considerando la duración de suplementación, sobre la respuesta bioeconómica de machos y hembras durante la fase de crecimiento temprano.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se llevó a cabo en las instalaciones del Centro de Investigaciones Corpoica (Tibaitatá), a 2.600 m. s. n. m. Se utilizaron 455 hembras y 455 machos de 1 día de edad, de la estirpe COBB, alojados en 70 corrales con 13 aves cada uno, dotados con un sistema de calefacción, comedero lateral de canal y bebedero automático de *nipple*. La temperatura inicial fue de 35 °C y se redujo semanalmente hasta 18 °C al final del experimento. La iluminación fue continua durante la primera semana y de 16 horas a partir del día 8 de edad de las aves. El diseño experimental contó con 14 tratamientos, constituidos por la combinación de 3 niveles de inclusión de Aminogut®, 0,5, 1,0 y 1,5%, dos duraciones de la suplementación, 7 y 14 días, y los sexos de las aves, así como un control para cada sexo. Durante el experimento las aves tuvieron acceso libre al alimento y al agua de bebida. Se manejaron 2 fases de alimentación: preiniciación, de 0 a 7 días de edad (3,0 kcal de EMA/kg, 22,6% de PC), e iniciación, de 8 a 24 días de edad (3,05 kcal de EMA/kg, 21,14% de PC). Las dietas se formularon de acuerdo con los requerimientos para pollos de engorde desarrollados por Rostagno (15). Las aves se pesaron con balanza electrónica (exactitud de 0,05 g) a los días 1, 8, 15 y 25 de edad. Los datos se analizaron según un diseño con una estructura factorial

2*3*2+2; además se consideró la medición anterior como covariable. Los efectos se determinaron a través del uso de contrastes con la opción Contrast del procedimiento GLM del paquete estadístico SAS (16).

RESULTADOS

PESO Y GANANCIA DE PESO CORPORAL

La dinámica del crecimiento asociada a los grupos experimentales y a los cambios de la dieta en las fases de alimentación (preiniciación: 1 a 7 días de edad e iniciación: de 8 a 25 días de edad) se observa en la tabla 1. El uso de la covariable peso corporal asociado a los cambios de dieta mostró un efecto significativo ($P \leq 0,01$) en cada una de las edades analizadas. El sexo del ave y los niveles de inclusión de Aminogut® a los días 15 y 25, y la duración de inclusión al día 15 de edad, mostraron un efecto significativo ($P < 0,05$).

El promedio ajustado de peso corporal para los días 8, 15 y 25 de edad fue de 155,1 \pm 6,3, 389,4 \pm 11,8 y 911,8 \pm 317 g, respectivamente. Estos pesos corporales representan un incremento, en comparación con el observado a 1 día de edad, de 333, 251 y 224%, respectivamente, para los diferentes intervalos de tiempo. El día 15 de edad los machos fueron significativamente más pesados que las hembras (388,1 \pm 15,2 g vs. 378,9 \pm 15,4 g, respectivamente); asimismo, los pollos de engorde que consumieron Aminogut® durante 7 días presentaron un mayor peso corporal (394,2 \pm 14 g) respecto a las aves que consumieron durante 14 días (386,0 \pm 15 g). El grupo que fue suplementado con 1,5% de Aminogut® tuvo un mayor peso corporal comparado con los otros niveles (383 \pm 17, 387 \pm 63, 388 \pm 97 y 394 \pm 16 g control, inclusión de 0,5, 1,0 y 1,5%, respectivamente).

Tabla 1. Efecto del sexo, el nivel y la duración de la suplementación de Aminogut® sobre el peso corporal (g) de pollos de engorde durante la fase temprana de crecimiento.

Tratamientos		Edad				
Sexo	N (%)	D (d)	Día 8	Día 15	Día 25	
H	0,5	0	151,1 ± 8,2	378,9 ± 26,7	869,1 ± 24,3	
		7		384,6 ± 15,1	910,5 ± 33,8	
		14	155,3 ± 4,2	384,2 ± 12,2	891,3 ± 26,6	
		7		395,5 ± 9,8	922,7 ± 37,4	
		14	157,1 ± 5,2	374,3 ± 4,9	884,1 ± 19,9	
		7		397,8 ± 21,9	881,7 ± 49,4	
	1,5	0		155,1 ± 6,0	381,0 ± 15,8	883,9 ± 28,9
		7	160,6 ± 7,5	388,1 ± 24,2	906,6 ± 44,1	
		14	154,8 ± 7,2	390,3 ± 11,2	915,2 ± 20,6	
		7		391,6 ± 15,5	939,8 ± 41,5	
		14	154,6 ± 5,6	394,4 ± 12,6	927,0 ± 25,6	
		7		391,5 ± 26,2	929,3 ± 35,7	
M	1,5	7	152,4 ± 6,2	403,3 ± 20,2	957,5 ± 52,9	
		14		396,6 ± 8,7	946,3 ± 16,7	
		Efectos				
		Principales			S**, N* y D*	S**, N*
		Interacción				
		Efecto de los niveles				
Principal			Lineal	Lineal		

Donde: S: sexo, N: nivel de inclusión y D: duración de la inclusión; ** Efecto muy significativo ($P \leq 0,01$); * Efecto significativo ($P \leq 0,05$).

Al día 25 de edad los machos pesaron 4,45% más que las hembras ($P < 0,05$): $931,6 \pm 34,7$ g vs. $891,9 \pm 32,1$ g) y el grupo control presentó un peso corporal significativamente menor frente a los grupos con diferentes niveles de inclusión de Aminogut® ($888,1 \pm 38$ g control frente a $911,6 \pm 28$, $914,4 \pm 28$ y $924,5 \pm 44$ g, grupos suplementados con 0,5, 1,0 y 1,5%, respectivamente).

La tabla 2 presenta los valores de ganancia de peso corporal para los diferentes grupos experimentales y el análisis estadístico asociado. La variable ganancia de peso corporal mostró un efecto significativo del sexo y un efecto lineal del nivel de inclusión de los aminoácidos funcionales, el cual se hace

evidente a partir del día 8 de edad y durante los intervalos subsiguientes correspondientes a los periodos de evaluación ($P < 0,05$).

Una mayor ganancia de peso corporal se observó en machos en comparación con las hembras (periodo de 8 a 15: $34,1 \pm 1,9$ y $32,8 \pm 1,7$ g/d y periodo de 15 a 25: $53,4 \pm 2,7$ y $51,22 \pm 2,6$ g/d para machos y hembras, respectivamente). La ganancia promedio total durante el estudio fue mayor en machos ($36,7 \pm 1,4$ g) que en hembras ($35,4 \pm 1,3$ g), lo que representa un incremento del 3,7%.

La ganancia diaria de peso corporal en los intervalos 8 a 15 días de edad y 15 a 25 días de edad presentó una tendencia lineal similar para los niveles de inclusión

Tabla 2. Efecto del sexo, el nivel y la duración de la suplementación de Aminogut® sobre la ganancia diaria de peso (g/d) de pollos de engorde durante la fase temprana de crecimiento.

Tratamientos			Intervalo			
Sexo	N (%)	D (d)	1 a 8	8 a 15	15 a 25	1 a 25
H	0,5	0	14,9 ± 1,1	32,5 ± 2,7	49,0 ± 4,2	34,2 ± 1,0
		7		32,7 ± 1,3	52,6 ± 2,6	36,0 ± 1,4
		14	15,5 ± 0,7	32,6 ± 1,3	50,7 ± 2,3	35,1 ± 1,1
		7		33,6 ± 1,3	53,6 ± 3,5	36,8 ± 0,8
		14	15,7 ± 0,7	31,4 ± 1,3	50,9 ± 2,1	34,8 ± 0,8
		7		34,6 ± 1,3	49,8 ± 3,4	35,3 ± 1,8
	1,5	7	15,5 ± 0,8	32,2 ± 1,3	51,7 ± 4,4	35,5 ± 1,1
		14		32,4 ± 1,3	51,8 ± 3,2	35,8 ± 1,8
		7		33,3 ± 1,3	52,4 ± 1,8	36,1 ± 0,8
		14	15,4 ± 1,0	34,0 ± 1,2	53,7 ± 2,0	36,8 ± 1,0
		7		34,0 ± 1,3	53,2 ± 2,6	36,6 ± 1,0
		14	15,6 ± 0,8	34,0 ± 1,3	52,3 ± 4,2	36,1 ± 1,3
M	1,0	7	15,1 ± 0,8	35,6 ± 1,3	55,4 ± 3,4	37,9 ± 2,2
		14		35,0 ± 1,2	54,9 ± 2,7	37,4 ± 0,6
		7		35,6 ± 1,3	55,4 ± 3,4	37,9 ± 2,2
	1,5	7	15,1 ± 0,8	35,6 ± 1,3	55,4 ± 3,4	37,9 ± 2,2
		14		35,0 ± 1,2	54,9 ± 2,7	37,4 ± 0,6
		7		35,6 ± 1,3	55,4 ± 3,4	37,9 ± 2,2
Efectos						
Principales			S*, N*	S*, N*	S**, N*	
Interacción						
Efecto de los niveles						
Principal			Lineal	Lineal	Lineal	

Donde: S: sexo, N: nivel de inclusión y D: duración de la inclusión; ** Efecto muy significativo (P ≤ 0,01); * Efecto significativo (P ≤ 0,05).

de Aminogut®. Para el primer intervalo los pollos suplementados con 1,5% tuvieron una ganancia de peso significativamente mayor (34,4 ± 2,0 g/d) frente a los otros grupos experimentales (33,4 ± 2,1, 33,2 ± 1,5 y 32,4 ± 1,8 g/d a 1,0, 0,5 y 0,0% de inclusión). Para el segundo intervalo el grupo control mostró una menor ganancia de peso corporal (50,4 ± 3,5 g/d) frente a los grupos experimentales suplementados (52,6 ± 2,8 g/d); esta tendencia domina, finalmente, la ganancia promedio de peso corporal para todo el periodo experimental (36,6 ± 1,8, 36,1 ± 1,2, 36,0 ± 1,1 y 35,06 ± 1,6, niveles

de inclusión de Aminogut® de 1,5, 1,0, 0,5 y 0,0%, respectivamente).

CONSUMO DE ALIMENTO Y CONVERSIÓN ALIMENTICIA

El consumo de alimento de los diferentes grupos experimentales en cada uno de los periodos evaluados se observa en la tabla 3. El sexo del ave afectó significativamente el consumo de alimento y en promedio, durante el estudio, fue mayor en los machos, con un incremento del 3,1% frente a las hembras (51,6 ± 1,6 y 50,1 ± 1,6 g/ave/d, machos y hembras, respectivamente).

Tabla 3. Efecto del sexo, el nivel y la duración de la suplementación de Aminogut® sobre el consumo de alimento (g/d) de pollos de engorde en la fase temprana de crecimiento.

Tratamientos			Intervalo				
Sexo	N (%)	D (d)	1 a 7	8 a 14	15 a 24	1 a 24	
H	0	0	15,6 ± 0,7	44,4 ± 2,7	77,2 ± 3,6	49,7 ± 1,5	
		7		45,3 ± 2,1	81,3 ± 5,8	51,8 ± 3,0	
	0,5	14	16,1 ± 0,6	43,7 ± 2,3	80,0 ± 1,8	50,8 ± 0,7	
		7		44,3 ± 0,7	77,0 ± 4,4	49,8 ± 2,4	
	1,0	14	16,1 ± 0,5	43,5 ± 1,1	78,5 ± 3,3	50,0 ± 1,3	
		7		45,2 ± 2,3	75,0 ± 4,3	49,0 ± 1,9	
	1,5	14	15,6 ± 0,5	42,2 ± 0,7	78,1 ± 3,9	49,4 ± 1,5	
		7		45,6 ± 1,9	80,1 ± 3,5	51,2 ± 2,0	
	M	0,5	7	15,5 ± 0,6	43,1 ± 3,5	81,6 ± 1,8	51,2 ± 1,8
			14	15,5 ± 0,6	43,2 ± 2,4	84,1 ± 3,4	51,0 ± 2,0
1,0		7		47,0 ± 1,7	82,6 ± 2,6	52,8 ± 1,4	
		14	15,4 ± 0,7	44,8 ± 3,6	82,3 ± 4,1	51,6 ± 2,8	
1,5		7		47,0 ± 1,7	79,2 ± 2,0	50,9 ± 1,0	
		14	14,8 ± 0,8	44,7 ± 1,3	81,5 ± 1,6	51,4 ± 0,2	
Efectos							
Principales			S**, N*	D*	S**, N**	S*, N*	
Interacción 1 ^{er} orden				S×N*			
Efecto de los niveles							
Principal			Lineal		Cuadrático	Cuadrático	
Dentro de machos				Cúbico			

Donde: S: sexo, N: nivel de inclusión y D: duración de la inclusión; ** Efecto altamente significativo ($P \leq 0,01$); * Efecto significativo ($P \leq 0,05$).

El nivel de inclusión de Aminogut® presentó un efecto significativo sobre el consumo de alimento ($P < 0,05$). Una tendencia lineal decreciente se estimó en el intervalo de 1 a 7 días y al nivel de inclusión de 1,5% se observó el menor consumo de alimento

(15,2 ± 0,8 g/d) frente a los demás grupos experimentales (15,9 ± 1,1, 15,8 ± 0,7 y 15,7 ± 0,8 g/d control, 0,5 y 1,5% de inclusión de Aminogut®, respectivamente). La interacción observada para el intervalo de 8 a 14 días de edad se muestra en la tabla 4. En

Tabla 4. Interacción del sexo y el nivel de inclusión de Aminogut® sobre el consumo de alimento (g/d) en el intervalo de 8 a 14 días de edad.

		Nivel			
		0,0%	0,5%	1,0%	1,5%
Sexo	Hembras	44,46 A a ± 2,78	44,53 A a ± 2,29	43,94 B a ± 1,02	43,75 B a ± 1,99
	Machos	45,67 A ab ± 1,91	43,20 A b ± 2,18	45,94 A a ± 2,87	45,92 A a ± 2,24

Valores entre filas con diferente letra (mayúscula) indican diferencias significativas ($P \leq 0,05$).

Valores entre columnas con diferente letra (minúscula) indican diferencias significativas ($P \leq 0,05$).

general los pollos de engorde suplementados con 1,5% de Aminogut® consumieron significativamente menos alimento (50,2 ± 1,3 g/d) que los grupos suplementados con 0,5 y 1,0% (51,2 ± 1,8 y 51,1 ± 2,1, 0,5 y 1,0% de Aminogut®, respectivamente). En cuanto a la duración de la suplementación de L-glutamina y L-glutamato, se observó una diferencia significativa en el intervalo de alimentación de 8 a 14 días de edad: con el incremento del periodo de suplementación (45,3 ± 2,2 y 43,7 ± 2,1 g/d para la duración de inclusión de 7 y 14 días, respectivamente) disminuyó el consumo de alimento.

En el intervalo de los días 15 a 25 de edad los pollos de engorde que consumían dietas

con un nivel de inclusión de 1,5% de Aminogut® registraron una menor conversión alimenticia comparada con los grupos control y 0,5% (1,50 ± 0,08, 1,52 ± 0,09, 1,55 ± 0,08 y 1,56 ± 0,04 para los niveles de inclusión de 1,5, 1,0 y 0,5% y control, respectivamente). La tabla 6 presenta el efecto diferencial del sexo, a través de los niveles de inclusión de Aminogut®, sobre la conversión alimenticia. Un nivel de Aminogut® de 1,5% en las dietas para machos mejoró la conversión alimenticia comparada con los otros grupos experimentales, y una situación similar se observó en las hembras, pero con los dos niveles de inclusión más altos (1,5 y 1,0%).

Tabla 5. Efecto del sexo, el nivel y la duración de la suplementación de Aminogut® sobre la conversión de alimento (g/d) de pollos de engorde en la fase temprana de crecimiento.

Tratamientos			Intervalo			
Sexo	N (%)	D (d)	1 a 8	8 a 15	15 a 25	1 a 25
H	0,5	0	1,04 ± 0,01	1,37 ± 0,06	1,57 ± 0,01	1,45 ± 0,04
		7		1,38 ± 0,08	1,55 ± 0,08	1,44 ± 0,08
	1,0	14	1,03 ± 0,04	1,34 ± 0,05	1,58 ± 0,02	1,44 ± 0,05
		7		1,31 ± 0,03	1,43 ± 0,06	1,35 ± 0,09
	1,5	14	1,02 ± 0,03	1,38 ± 0,05	1,54 ± 0,06	1,43 ± 0,09
		7		1,30 ± 0,04	1,51 ± 0,05	1,38 ± 0,03
M	0,5	0	0,99 ± 0,03	1,40 ± 0,05	1,54 ± 0,07	1,43 ± 0,06
		7		1,29 ± 0,09	1,55 ± 0,03	1,41 ± 0,09
	1,0	14	1,00 ± 0,03	1,27 ± 0,06	1,56 ± 0,08	1,41 ± 0,10
		7		1,38 ± 0,04	1,55 ± 0,03	1,44 ± 0,04
	1,5	14	1,00 ± 0,05	1,32 ± 0,02	1,57 ± 0,04	1,42 ± 0,07
		7		1,32 ± 0,06	1,43 ± 0,05	1,34 ± 0,09
		14	0,98 ± 0,02	1,27 ± 0,01	1,48 ± 0,02	1,37 ± 0,03
Efectos						
Principales			S*		N*	
Interacción 1er orden			SxN*		SxN*	
Efecto de los niveles						
Principal			lineal		Lineal	
Dentro de hembras			Lineal		Lineal	
Dentro de machos			Cúbico		Lineal	

Donde: S: sexo, N: nivel de inclusión y D: duración de la suplementación; ** Efecto muy significativo (P ≤ 0,01); * Efecto significativo (P ≤ 0,05).

Tabla 6. Interacción del sexo y nivel de inclusión de Aminogut® sobre la conversión alimenticia.

		Nivel			
		0,0%	0,5%	1,0%	1,5%
Conversión 8 a 15					
Sexo	Hembras	1,36 A b ± 0,056	1,36 B b ± 0,070	1,35 A ab ± 0,057	1,31 A a ± 0,041
	Machos	1,40 A c ± 0,065	1,28 A a ± 0,053	1,35 A b ± 0,048	1,29 A a ± 0,048
Conversión 1 a 25					
Sexo	Hembras	1,45 A b ± 0,013	1,44 A b ± 0,034	1,39 A a ± 0,068	1,39 A a ± 0,041
	Machos	1,43 A b ± 0,048	1,41 A b ± 0,034	1,43 B b ± 0,046	1,35 A a ± 0,056

Valores entre filas con diferente letra (mayúscula) indican diferencias significativas ($P \leq 0,05$).

Valores entre columnas con diferente letra (minúscula) indican diferencias significativas ($P \leq 0,05$).

HOMOGENEIDAD DE LOS GRUPOS

La homogeneidad de los grupos experimentales evaluada a través del coeficiente de variación del peso corporal se asoció con el nivel de inclusión de Aminogut® (tabla 7). A los 8 días de edad los pollos de engorde alimentados con un nivel de inclusión de Aminogut® de 0,5 y 1,0% presentaron una mayor homogeneidad ($7,1 \pm 1,7$ y $7,6 \pm 1,8\%$, respectivamente) frente al grupo alimentado con un nivel de 1,5% ($8,75 \pm 1,2\%$). A los 25 días de edad las aves que recibieron una inclusión de 0,5% de Aminogut® mostraron una mayor homogeneidad ($6,5 \pm 2,0\%$) frente a los otros dos niveles de Aminogut® ($9,1 \pm 1,9$ y $8,4 \pm 2,5$ para 1,5 y 1,0% de inclusión de L-glutamina y L-glutamato, respectivamente). El efecto de la duración de la suplementación referenciado para el día 25 se relaciona con que las aves

que consumieron dietas con L-glutamina y L-glutamato durante 7 días, presentaron una mayor dispersión ($8,6 \pm 2,3\%$) respecto a las que la recibieron 14 días ($7,4 \pm 2,3\%$).

MORTALIDAD

En la primera semana del estudio no se registró mortalidad en los grupos experimentales, en tanto que para las siguientes dos semanas el porcentaje de mortalidad acumulado fue numéricamente mayor en las hembras (4,39%) comparado con los machos (3,29%); esta diferencia representa un 33,3% del incremento en la mortalidad de las hembras (figura 1). Para la totalidad del ciclo experimental se observó una tendencia en la mortalidad asociada con la duración de la inclusión de aminoácidos funcionales en la dieta (figura 2): se registró un 75,24% más de mortalidad en las aves que consumieron aminoácidos funcionales durante 7 días frente a sus contrapartes de 14 días.

Tabla 7. Efecto del sexo, el nivel y la duración de la suplementación de Aminogut® sobre la dispersión en el peso corporal (CV) de pollos de engorde en la fase temprana de crecimiento.

Tratamientos			Edad		
Sexo	N (%)	D (d)	Día 8	Día 15	Día 25
H	0,5	0	7,6 ± 2,0	8,4 ± 1,6	7,7 ± 2,8
		7		7,2 ± 1,8	7,6 ± 1,7
	1,0	14	7,1 ± 2,0	6,5 ± 0,9	5,7 ± 2,0
		7	7,4 ± 1,8	8,0 ± 1,7	8,0 ± 2,0
	1,5	14		7,6 ± 2,5	7,0 ± 3,0
		7	8,1 ± 1,4	9,4 ± 1,7	10,6 ± 3,0
M	0,5	0	8,0 ± 1,0	7,8 ± 2,5	7,7 ± 2,6
		7	6,9 ± 1,5	7,7 ± 1,6	7,3 ± 2,2
	1,0	14		7,2 ± 1,5	5,2 ± 1,7
		7	7,6 ± 2,0	7,0 ± 2,8	9,4 ± 2,7
	1,5	14		7,7 ± 1,7	9,2 ± 2,0
		7	9,3 ± 0,8	7,5 ± 2,2	8,6 ± 1,7
Efectos			N*	N**, D*	

Principales

Interacción 1^{er} orden

Inatracción 2^o orden

Efecto de los niveles

Principal

Lineal

Lineal

Donde: S: sexo, N: nivel de inclusión y D: duración de la suplementación; ** Efecto muy significativo (P ≤ 0,01); * Efecto significativo (P ≤ 0,05).

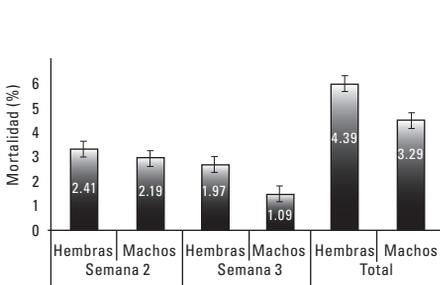


Figura 1. Mortalidad en pollo de engorde sexado durante la fase temprana de crecimiento.

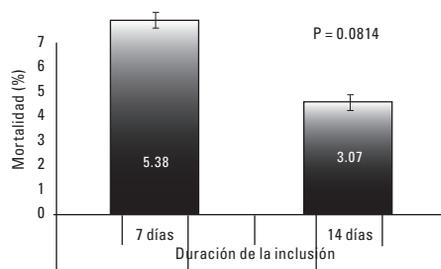


Figura 2. Mortalidad en pollo de engorde sexado durante la fase de crecimiento inicial discriminada por tiempo de suplementación de L-glutamina y L-glutamato (Aminogut®).

EVALUACIÓN ECONÓMICA

El costo por cada kilogramo de peso vivo para cada uno de los grupos experimentales se presenta en la tabla 8. El costo para las hembras fue mayor, 2.178 ± 71 \$/kg, comparado con el de los machos, $2.129,2 \pm 83$ ($P < 0,05$), lo cual indica un incremento en los costos de 2,3%. El nivel de inclusión de Aminogut® afectó el costo por kg de ave en pie. Con una inclusión de 1,5% de Aminogut® se genera un menor costo frente a la inclusión de 1,0% y al grupo control (figura 3).

Tabla 8. Efecto del sexo, el nivel y la duración de la suplementación de Aminogut® sobre el costo por kg de peso vivo de pollos de engorde al día 25 de edad.

Tratamientos			Costo
Sexo	N (%)	D (d)	(\$/kg de peso vivo)
H	0	7	$2221,5 \pm 33,8$
		14	$2208,9 \pm 48,7$
	0,5	7	$2160,4 \pm 72,5$
		14	$2107,3 \pm 85,0$
	1,0	7	$2219,2 \pm 71,6$
		14	$2150,7 \pm 79,1$
M	0	7	$2153,3 \pm 99,2$
		14	$2154,9 \pm 44,1$
	0,5	7	$2104,0 \pm 104,5$
		14	$2158,0 \pm 43,7$
	1,0	7	$2170,4 \pm 56,4$
		14	$2048,2 \pm 122,4$
1,5	7	$2115,5 \pm 45,1$	
	14		
Efectos			S*, N*
Principales			
Interacciones			
Efecto de los niveles			
Principal		Lineal	

Donde: S: sexo, N: nivel de inclusión y D: duración de la suplementación; ** Efecto muy significativo ($P \leq 0,01$); * Efecto significativo ($P \leq 0,05$).

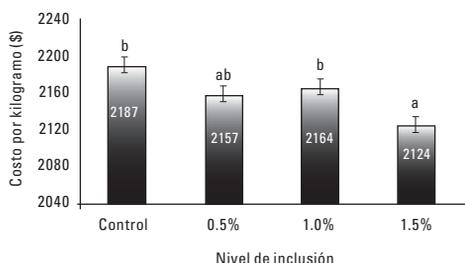


Figura 3. Costo por kilogramo de pollo en pie a los 25 días de edad, discriminando por el nivel de inclusión de Aminogut®.

DISCUSIÓN

En este estudio se hizo notoria la diferencia en la expresión productiva de machos y hembras, lo que no es novedoso ya que el potencial de crecimiento de las aves beneficia más a los machos que a las hembras, con relación a sus particularidades fisiológicas. Los machos tienen un mayor potencial de crecimiento y una mayor capacidad para depositar nutrientes que las hembras, capacidad que se comienza a notar después de las 2 semanas de edad (17, 18). De otra parte, el efecto de la suplementación de Aminogut® se vio condicionado por el sexo del pollo de engorde; además la mayoría de la mortalidad observada (3,84%) se asoció con la presencia de ascitis; lo anterior es una expresión específica asociada a la altitud del lugar donde se desarrolló el estudio; tal condición se verificó en la acumulación de líquidos, tanto en la cavidad abdominal como en el pericardio. A pesar de que las hembras expresaron un menor crecimiento, registraron un valor numéricamente mayor de mortalidad a causa del síndrome ascítico, el cual regularmente se asocia a altas tasas de crecimiento; sin embargo la diferencia en la mortalidad de las hembras se atribuye a la respuesta a la suplementación con Aminogut®, ya que la mortalidad registrada tanto para machos como para hembras de los grupos control fue similar (1,53%).

Durante el estudio se observó una mayor mortalidad ($P = 0,081$) en las aves alimenta-

das con Aminogut® durante 7 días, especialmente en las hembras durante la segunda semana de edad (datos no mostrados), la cual se acompañó de una mayor dispersión para este grupo experimental. Lo anterior sugiere que el cambio de dieta al día 8 de edad tiene un efecto fundamental sobre el balance del animal, incrementando las demandas nutricionales en el TGI, aumentando el consumo de alimento, y con una respuesta en el peso corporal asociada posiblemente más a factores individuales, lo que generó una mayor susceptibilidad a la presencia de ascitis y por ende una mayor mortalidad. De tal forma que la dispersión en el peso corporal fue el resultado de la forma diferencial de un factor de desafío nutricional de la segunda semana. Esta hipótesis puede reforzarse con los resultados de Bartell y Batal (19), quienes sugieren que la duración de la inclusión de glutamina en las dietas de pollos de engorde, para generar efectos productivos debe ser superior a 14 días.

Cuando se compara la ganancia de peso de las aves con la inclusión de 1,5% de Aminogut® respecto al control en el intervalo de 8 a 15 días de edad, se observa un incremento del 6,17%. Este resultado muestra la misma tendencia que el reportado por Bartell y Batal (19), en respuesta a la suplementación con 1% de L-glutamina frente al grupo control (11% de incremento), y por Yi y col. (20), quienes también demostraron que la inclusión de 1% de L-glutamina tiene un efecto significativo sobre el desempeño productivo durante las 2 primeras semanas de edad. Sin embargo, en posteriores mediciones del desempeño de los pollos de engorde, las diferencias desaparecen, lo que contradice resultados obtenidos por Maiorka y col. (21), quienes registraron diferencias numéricas de un mayor peso corporal en las aves alimentadas con L-glutamina.

Algunos factores que contribuyen a incrementar el desempeño corporal cuando

se alimenta con glutamina se direccionan hacia los diferentes papeles metabólicos que cumple este aminoácido en el desarrollo y función del TGI, entre los cuales se puede incluir su papel como sustrato energético, para la rápida proliferación de los enterocitos (12) y como fuente de nitrógeno para la síntesis de nucleótidos (22). La glutamina y el glutamato también pudieron actuar como reguladores de la demanda metabólica incrementando la síntesis y disminuyendo la degradación de proteína, en el músculo esquelético de pollos de engorde jóvenes (23). Este evento puede demostrarse por el estudio de Ewtushik y col. (24) en cerdos, en el cual demostraron que el glutamato incluido en las dietas aumentó significativamente la disponibilidad de aminoácidos indispensables como histidina, isoleucina, leucina y valina y numéricamente la concentración de los otros indispensables a nivel plasmático, asociado a una mayor absorción de estos aminoácidos por el mejoramiento en la capacidad del intestino y a un menor catabolismo de los mismos a expensas del glutamato. Además, Yoo y col. (25) mostraron que la suplementación con glutamina mantuvo la concentración intramuscular de este mismo aminoácido, lo que evitaría el catabolismo de otros aminoácidos a nivel de diferentes tejidos.

El mayor nivel de inclusión de L-glutamina y L-glutamato, utilizado en este estudio (1,5%), mejoró la conversión alimenticia durante el periodo evaluado; el efecto fue más pronunciado en machos que en hembras; además, la inclusión de Aminogut® fue evidente a partir del día 8 de edad, en contraposición con el estudio de Bartell y Batal (19), en el cual, durante la primera semana, la conversión alimenticia fue significativamente mejor en los grupos suplementados con glutamina al igual que la conversión acumulada hasta el día 14 de edad; sin embargo la conversión para el

periodo de 7 a 14 días de edad no presentó diferencias significativas. El mejoramiento de la eficiencia alimenticia, observado por la adición de L-glutamina y L-glutamato en las dietas de pollo de engorde, se puede asociar a su capacidad como regulador de las demandas metabólicas, al incrementar la síntesis de proteína en diferentes tejidos (TGI principalmente) y disminuir la degradación de proteína en el músculo esquelético (11, 23). El mantenimiento de la mucosa intestinal en condiciones fisiológicas normales tiene un costo energético elevado para los pollos: la energía proveniente de L-glutamina y L-glutamato que está rápidamente disponible para el vertiginoso recambio de células del epitelio intestinal durante las fases de mayor desarrollo enfrentando la movilización de aminoácidos de otros tejidos hacia el epitelio intestinal, con lo cual se genera un remanente para el desarrollo de la masa muscular y se origina así una mayor eficiencia energética del sistema.

El consumo de alimento de las aves no mostró un efecto definido de la inclusión de Aminogut® ya que los pollos del grupo control y del nivel extremo de inclusión (1,5%) registraron menor consumo de alimento frente a los otros grupos experimentales. El efecto de los niveles 0,5% y 1,0% de aumentar el consumo, con respecto al control, puede estar asociado al papel del glutamato como neurotransmisor ya que, aunque no se ha esclarecido totalmente el mecanismo, regula la actividad del nervio vago a nivel de la mucosa gástrica (26), y puede tener una influencia directa sobre el control de la función digestiva.

Peacor *et al.* (27) desarrollaron un modelo cuyo principio es que la variación en el tamaño corporal relativo dentro de una cohorte es aproximadamente igual al cambio relativo en el promedio por unidad de crecimiento, cuando solo los factores dependientes del tamaño afectan el crecimiento, es

decir que, cuando los animales de un mismo grupo presentan unas tasas de deposición y por lo tanto de crecimiento mayores, mayor será el coeficiente de variación asociado al tamaño, para un determinado tiempo cronológico. Bajo este supuesto y teniendo en cuenta que la mayor dispersión en el peso corporal, para el día 25, la exhibieron los grupos alimentados con 1,0 y 1,5% de Aminogut®, se podría pensar que las diferencias en la ganancia de peso corporal en el último periodo evaluado para estos grupos frente al grupo Aminogut® 0,5% podrían ser suficientes para generar la variación en el crecimiento reportado.

CONCLUSIONES

De las condiciones del estudio descritas podemos concluir que: i) La dinámica del crecimiento asociada a los 25 días de edad mostró que el grupo control presentó un peso corporal significativamente menor frente a los grupos con diferentes niveles de inclusión de Aminogut®. ii) La ganancia diaria de peso corporal tuvo una tendencia lineal favorable para los niveles de inclusión de Aminogut®. iii) Los pollos de engorde suplementados con 1,5% de Aminogut® consumieron significativamente menos alimento que los grupos suplementados con 0,5 y 1,0% de Aminogut®. iv) Un nivel de Aminogut® de 1,5% en las dietas para machos mejoró la conversión alimenticia comparada con los otros grupos experimentales y una situación similar se observó en las hembras, pero con los dos niveles de inclusión más altos (1,5 y 1,0%). v) Al día 25 de edad las aves que recibieron una inclusión de 0,5% de Aminogut® presentaron una mayor homogeneidad frente a los otros dos niveles de Aminogut® y las aves que consumieron dietas con L-glutamina y L-glutamato durante 7 días, presentaron una mayor dispersión frente a las que los recibieron 14 días. vi) La aves que consumieron Aminogut® durante

7 días, registraron una mayor mortalidad ($P=0,081$) en comparación con las que recibieron la suplementación por 14 días. vii) El costo por cada kilogramo de peso vivo favoreció un nivel de inclusión de 1,5% de Aminogut® comparado con la inclusión de 1,0% y con el grupo control.

REFERENCIAS

1. Nitsan Z, Dunnington E, Siegel P. Organ growth and digestive enzyme levels to fifteen days of age in lines of chickens differing in body weight. *Poult Sci* 1991; 70:2040-48.
2. Murakami H, Akiba Y, Horiguchi M. Growth and utilization of nutrients in newly-hatched chick with or without removal of residual yolk. *Growth Dev Aging* 1992; 56:75-84.
3. Duclos M, Remignon H. Développement musculaire des poulets issus de lignées à croissance rapide et lente. *INRA Prod Anim* 1996; 9:224-26.
4. Jin S, Corless A, Sell J, Jin S. Digestive system development in post-hatch poultry. *World Poultry Sci J* 1998; 54:335-45.
5. Nir I, Nitsan Z, Mahagna M. Comparative growth and development of the digestive organs and of some enzymes in broiler and egg type chicks after hatching. *Br Poult Sci* 1993; 34:523-532.
6. Dibner J, Kitchell M, Atwell C, Ivey F. The effect of dietary ingredients and age on the microscopic structure of the gastrointestinal tract in poultry. *J Appl Poult Res* 1996; 5:70-7.
7. Lilja C. A comparative study of postnatal growth and organ development in some species of birds. *Growth* 1983; 47:317-39.
8. Croom W, Brake J, Coles B, Havenstein G, Christensen V, McBride B, Peebles E, Taylor I. Is intestinal absorption capacity rate-limiting for performance in poultry? *J Appl Poult Res* 1999; 8:242-52.
9. Reeds P, Burrin D. Glutamine and the bowel. *J Nutr* 2001; 131:2505S-2508S.
10. Reeds P, Burrin D, Stoll B, Jahoor F. Intestinal glutamate metabolism. *J Nutr* 2000; 130:978-82.
11. Antonio J, Street C. Glutamine: A potentially useful supplement for athletes. *Can J Appl Physiol* 1999; 24:1-14.
12. Wu G. Intestinal mucosal amino acid catabolism. *J Nutr* 1998; 128:1249-52.
13. Souba W. Glutamine physiology, biochemistry, and nutrition in critical illness. Austin, Texas: Landes Co; 1992.
14. Wu G, Meier, Knabe D. Dietary glutamine supplementation prevents jejunal atrophy in weaned pigs. *J Nutr* 1996; 126:2578-84.
15. Rostagno H. Tabelas brasileiras para aves e suínos. Viçosa (MG): Universidade Federal de Viçosa; 2005.
16. SAS Institute, Inc. SAS/STAT user's guide. The SAS system version 8; 2002.
17. Sakomura N, Longo F, Oviedo-Rondon E, Boa-Viagem C, Ferraudo A. Modelling energy utilization and growth parameter description for broiler chickens. *Poult Sci* 2005; 84:1363-69.
18. Santos A, Sakomura N, Freitas E, Lima C, Carrlho, E, Fernandes J. Estudo do crescimento, desempenho, rendimento de carcaça e qualidade de carne de três linhagens de frango de corte. *R Bras Zootec* 2005; 34:1589.
19. Bartell S, Batal A. The effect of glutamine on growth performance and the development of the gastrointestinal tract and immune system of broilers. *Poult Sci* 2001; 83, Supplement. 1 455.
20. Yi G, Alley G, Knight C, Dibner J. Impact of glutamine and omeprazole on growth performance, small intestinal morphology, and immune response of broiler vaccinated and challenged with *Eimeria maxima*. *Poult Sci* 2005; 84:283-93.
21. Maiorka A, Silva AA, Santin E, Borges S, Boleti I, Macari M. Influência da suplementação de glutamina sobre o desempenho e o desenvolvimento de vilos e criptas do intes-

- tino delgado de frangos. *Arq Bras Med Vet Zoo* 2000; 52:1-6.
22. Calder P, Newsholme P. Glutamine and the immune system. In: *Nutrition and immune function*. CAB International; 2002.
 23. Haussinger D, Lang F, Gerok W. Regulation of cell function by cellular hydration state. *Am J Physiol* 1994; 267:E343-E355.
 24. Ewtushik A, Bertolo R, Ball R. Intestinal development of early-weaned piglets receiving diets supplemented with selected amino acids or polyamines. *Can J Anim Sci* 2000; 80:653-62.
 25. Yoo S, Field C, McBurney M. Glutamine supplementation maintains intramuscular glutamine concentrations and normalizes lymphocyte function in the infected early weaned pigs. *J Nutr* 1997; 127:2253-59.
 26. Burrin D, Janeczko M, Stoll B. Emerging aspects of dietary glutamate metabolism in developing gut. *Asia Pac J Clin Nutr* 2008; 17:368-71.
 27. Peacor S, Bence J, Pfister C. The effect of size-dependent growth and environmental factors on animal size variability. *Theor Popul Biol* 2007; 71:80-94.