

# Utilización de aminoácidos sintéticos en la alimentación de pollos de engorde y gallinas ponedoras

## Synthetic amino acids using in broilers and laying hens feed

Sánchez G., Andrea<sup>1</sup>

Vargas, Juan<sup>1,2</sup>

Rev. Zooc. 2014. 1(2):15-24

### Resumen

El objetivo de la revisión fue reconocer la respuesta productiva de pollos de engorde y gallinas ponedoras al incluir aminoácidos sintéticos en la dieta. En general, los trabajos consultados sugieren un mejoramiento productivo en la dieta de pollos de engorde. En gallinas ponedoras, se mejora el rendimiento productivo conforme aumentaba la edad productiva. La etapa fisiológica, la estirpe y el manejo pueden afectar la respuesta de las aves cuando se incluyen aminoácidos sintéticos en la dieta. Los aminoácidos sintéticos son una alternativa para aumentar o mantener los parámetros productivos en pollos de engorde y gallinas ponedoras.

**Palabras Claves:** aminoácidos sintéticos, gallinas ponedoras, pollos de engorde, proteína ideal.

### Abstract

The aim of the present revision was to recognize the productive answer of broiler and laying hen when includes synthetic amino acids in the diet. The literature suggests a productive improvement when the synthetic essential amino acids are included in the diet of the broiler. In laying hen the productive yield did show a notorious improvement by adding synthetic amino acids when increased the age. The physiologic phase, the studied breed and the handling can affect the answer of the birds. The inclusion of synthetic amino acids is an alternative to increase or keep the productive parameters in broiler and laying hen.

**Keywords:** Broilers, ideal protein, laying hen, synthetic amino acids.

### Introducción

En Colombia, los avicultores constituyen uno de los gremios con mayor formalización, incorporación de tecnología e inversión en investigación y desarrollo, lo que ha permitido mejorar los procesos y establecer una estructura empresarial. Además, representa uno de los sectores más competitivos y esto se afirma con el constante crecimiento en el consumo de proteína de origen aviar. Para el 2013, el consumo per cápita fue de 27 kilos, cifra que aumentó con respecto al 2012 en 3 kilos por habitante. El consumo en unidades de huevo por persona fue de 236 en el año 2013 y se proyecta en 252 para el 2014 (Fenavi, 2013). Asociado a esto, la industria avícola colombiana recientemente ha sido aprobada sanitariamente por el Invima y por las autoridades japonesas certificando la inocuidad de la carne aviar producida en el país (Fenavi, 2013).

Lo anterior evidencia el crecimiento económico y productivo que la industria avícola ha tenido en los últimos años y hace indispensable la búsqueda de alternativas productivas que integren tres factores determinantes para los sistemas de producción animal: i) disminución en los costos de producción, ii) aumento en los niveles productivos y iii) conservación del equilibrio eco sistémico (Perazzo *et al.* 2010).

La alimentación en los sistemas de producción avícola representa entre un 70 y 80% de los costos de producción, esto sugiere que la disminución en este rubro representaría una alternativa para aumentar la rentabilidad del sector (Fuente *et al.* 2012). Wijten *et al.* (2004) y Cancherini *et al.* (2005) sugieren que la energía y los aminoácidos son los factores limitantes en la dieta de las aves, los cuales determinan los costos de alimentación y

<sup>1</sup> Semillero de Investigación en Nutrición Animal. Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales. Calle 222 N° 55-37 Bogotá D.C., Colombia.

<sup>2</sup> Zootecnista MSc. Docente Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales. Correo electrónico: juan.dvargas@udca.edu.co

el rendimiento en la industria avícola. Aunado a esto, la inclusión de ingredientes en la alimentación de aves (maíz o soya), compiten con la producción de biocombustibles y la alimentación humana (Doppenberg & Van der Aar, 2007).

Las alternativas nutricionales mencionadas por la literatura para el sector avícola deben seleccionarse bajo diferentes enfoques. El primero de ellos debe propender el aumento en la rentabilidad de los sistemas de producción, a través de la disminución en los costos de producción y/o al aumento en la eficiencia productiva. Además, se deben desarrollar estrategias de alimentación que disminuyan el impacto ambiental del sector avícola, en la búsqueda de modelos sostenibles de producción (Pessoa *et al.* 2012).

Las estrategias nutricionales en la alimentación de monogástricos pueden clasificarse en: aumento en la disponibilidad de sustratos; mejoramiento en la integridad del tracto gastrointestinal permitiendo aumentar la eficiencia productiva, resultado de una mayor absorción de nutrientes o la disminución de microorganismos patógenos que puedan afectar al animal; la formulación “precisa” de raciones que llenen los requerimientos nutricionales de los animales según su estado fisiológico y nivel productivo (Dalibard & Paillard, 1995; Perazzo *et al.* 2010)

El concepto de proteína ideal es un ejemplo de formulación de precisión, ésta se define como el balance exacto de los aminoácidos, sin deficiencias ni excesos, que permite satisfacer los requerimientos absolutos para el mantenimiento y la ganancia máxima de proteína corporal (Han & Lee, 2000; Cancherini *et al.* 2005; Campos, 2008). De acuerdo a lo anterior, es indispensable reconocer literatura actualizada que permita describir el efecto de los aminoácidos sintéticos y de su influencia sobre los parámetros productivos y ambientales en los sistemas de producción de aves.

## Materiales y Métodos

Se realizó una búsqueda sistémica de documentos en las bases de datos de Science Direct, Google Académico y Scielo. Las palabras claves utilizadas, en español y en inglés, para la búsqueda fueron aminoácidos sintéticos, pollos de engorde, gallinas ponedoras, proteína ideal. Estas palabras se combinaron con el fin de reconocer los artículos que se enfocaran en la evaluación de aminoácidos sintéticos sobre variables productivas de pollos de engorde y gallinas ponedoras. Se incluyeron artículos originales, revisiones de literatura y textos académicos publicados desde el 2000.

## Resultados y Discusión

### Aminoácidos sintéticos en la alimentación de aves

Los aminoácidos sintéticos son una alternativa tecnológica que permite aumentar la productividad animal, disminuir los costos de producción y reducir el impacto ambiental (Yamasaki *et al.* 2006). Los primeros reportes que incluyen aminoácidos sintéticos en la dieta de aves se remontan a mediados del siglo XX. Dean & Scott (1965) citado por Han *et al.* (2000) incluyeron aminoácidos purificados en dietas para pollos estableciendo niveles óptimos para aumentar el rendimiento productivo.

La inclusión de aminoácidos sintéticos se fundamenta en el concepto de proteína ideal, en donde se debe ofrecer al animal la cantidad y la relación entre aminoácidos específica para potencializar la productividad animal en cada estado fisiológico (Wijtten *et al.* 2004). Debido a que las aves únicamente pueden sintetizar aproximadamente la mitad de los aminoácidos que requieren, es necesario reconocer la cantidad y la relación de aminoácidos que permitan potencializar la respuesta del animal (Farrell *et al.* 1999; Mckee & Mckee, 2003). Es por esto que en las últimas décadas los investigadores han centrado la atención en el concepto de proteína ideal, en busca de mejorar el rendimiento y la eficiencia productiva en la alimentación de aves.

Lewis (1983) concluye que los sistemas de alimentación convencional para aves no permiten un adecuado balance de aminoácidos, resultando en una mayor concentración de proteína en la dieta, disminución en la eficiencia para la producción animal y aumento de los costos de producción. Además, los excesos de proteína en la dieta han sido asociados con un aumento en la excreción de nitrógeno y fósforo en la heces, resultando en un mayor impacto sobre el medio ambiente (Han *et al.* 2000).

Mack *et al.* (1999) afirmaron que la formulación de dietas para aves soportadas en el concepto de proteína ideal permite aumentar la eficiencia económica, maximizar la utilización de la proteína y minimizar la excreción de nitrógeno. De esta misma manera, Meluzzi *et al.* (2001) señalan que un conocimiento preciso del suministro de nutrientes esenciales y de la disponibilidad de aminoácidos sintéticos principalmente lisina y metionina (Waldroup, 1985; Bunchasak, 2009) han contribuido a la optimización de las dietas para reducir la

ingesta y la excreción de nitrógeno.

Actualmente, los aminoácidos se obtienen industrialmente a través de procesos químicos o microbiales y están disponibles para la industria de los alimentos (McDonal *et al.* 2013). De esta manera, se han desarrollado trabajos encaminados a deter-

el peso vivo respecto al control (Cuevas *et al.* 2011). Otros trabajos en donde se incluye 1.4% de lisina con concentraciones de 23% de proteína cruda en dietas de iniciación y levante, reportan un aumento de la ganancia de peso entre un 12 y 20% y un incremento en la deposición de proteína en la canal del 15% respecto al control (Wijtten *et al.*

**Tabla 1. Requerimientos de aminoácidos esenciales (%) para pollos de engorde en diferentes fases de crecimiento (Rostagno *et al.*, 2005)**

Aminoácido	Fase (días)		
	1 a 21	22 a 35	35 a 42
Lisina	1,27	1,13	1
Metionina	0,49	0,45	0,41
Metionina +cistina	0,91	0,82	0,75
Triptófano	0,21	0,2	0,18
Treonina	0,82	0,73	0,66
Arginina	1,37	1,22	1,1
Valina	0,97	0,88	0,8
Isoleucina	0,85	0,76	0,7
Leucina	1,36	1,22	1,1
Histidina	0,47	0,41	0,38
Fenilalanina	0,8	0,71	0,64
Fenilalanina + tirosina	1,46	1,3	1,18

minar la concentración de proteína ideal en los diferentes estados fisiológicos buscando maximizar la eficiencia productiva de las aves (Perazzo *et al.* 2010). El objetivo de este trabajo es reconocer el efecto de la inclusión de aminoácidos sintéticos en la alimentación de aves. Para facilitar la discusión de los resultados se evaluó independientemente el efecto de los aminoácidos sintéticos sobre la respuesta de pollos de engorde y de gallinas ponedoras.

#### **Efecto de la inclusión de aminoácidos sintéticos en la alimentación de pollos de engorde.**

En la tabla 1 se presentan los requerimientos de aminoácidos de pollos de engorde en diferentes fases de crecimiento. La literatura reporta estudios que incluyen uno o más aminoácidos sintéticos en dietas para pollos de engorde, los cuales son evaluados en diferentes etapas productivas y con diversas líneas genéticas, lo que dificulta su comparación (Mack *et al.* 1999; Gómez, 2011). Sin embargo, existe una mayor información sobre la inclusión de aminoácidos esenciales (lisina, metionina y treonina) respecto a los no esenciales (Corzo *et al.* 2005; Cuevas *et al.* 2011).

En dietas de iniciación, inclusiones de 0.1% de lisina con niveles del 22% de proteína cruda aumentaron en un 3 y 8% la eficiencia alimenticia y

2004) (ver tabla 2). Por su parte, Priyankarage *et al.* (2008) no encontraron diferencias en el consumo de alimento y el peso vivo respecto al control cuando incluyeron 0.65% de lisina. En dietas de levante y engorde la inclusión entre 0.35 y 0.53% de lisina cruda aumentó entre un 11 y 19% la ganancia de peso y entre un 2 y 3% el porcentaje de pechuga en animales de la línea Ross e ISA respecto al control (Mack *et al.* 1999). Lon-wo & Dieppa (2005) evaluaron durante un ciclo completo inclusiones entre 0.95 y 1.2% de lisina encontrando un aumento de 18.3% en la eficiencia proteica respecto al control, sin embargo, no reportan diferencias en el consumo o la ganancia de peso.

En dietas de iniciación, la inclusión de treonina en un 0.78% aumentó el consumo de alimento en un 18%, el peso vivo en 32% y la conversión alimenticia en 18% respecto al control (Ciftci & Ceylan, 2004). Por el contrario, otros autores muestran que al reducir el nivel de treonina hasta 0.67% en la etapa de iniciación, la ganancia de peso disminuyen significativamente (Rama *et al.* 2011). Otros trabajos han encontrado un aumento del 11% en la ganancia de peso, 18% en el consumo de alimento y 21% en el peso vivo cuando se incluyeron concentraciones entre 0.12 y 0.72% de treonina en la dieta durante las fases de levante y engorde (Mack *et al.* 1999; Ciftci & Ceylan, 2004).

En pollos de levante y engorde se reporta un incremento y aumentos en la conversión alimenticia y en el crecimiento entre un 8 y 16% en la ganancia de peso,

Tabla 2. Inclusión de aminoácidos sintéticos en pollos de engorde							
Proteína/Aminoácidos <sup>1</sup>	Niveles de inclusión (%)	Fase <sup>2</sup>	Estirpe	Variables evaluadas <sup>3</sup>	Resultados (%) <sup>4</sup>	Fuente	
PC	19,3	I	Ross 508	GP	-4,5 <sup>NS</sup>	Corzo et al., 2005	
Glicina	0,84				CN		1,9 <sup>NS</sup>
Prolina	0,11						CA
Alanina	0,99			GP			
Asparagina	0,21				CN		
Glutamina	0,34						CA
PC	17,6			GP			
Glicina	0,85				CN		
PC	17,6						CA
Prolina	0,11			GP			
PC	17,6				CN		
Alanina	0,9						CA
PC	17,6			GP			
Aspartato	0,21				CN		
							CA
PC	19	CC	Ross 308	RC	2,3 <sup>NS</sup>	Gómez, 2011	
Lisina	0,96				GP		3,8 <sup>NS</sup>
Arginina	1,02						CA
triptófano	0,17			CN			
treonina	0,69				PV		
met+cis	0,75	I	NA	CA		18 <sup>S</sup>	Gifci & Ceylan, 2004
PC	19,1				LYE	CA	
Treonina	0,78	CN	18,8 <sup>S</sup>				
treonina	0,72		PV	21,3 <sup>S</sup>			
PC	16,5	LYE		Ross	GP	19,4 <sup>S</sup>	
treonina	0,54		PP			2,94 <sup>S</sup>	
PC	17,6	ISA		GP	11,0 <sup>S</sup>		
treonina	0,72		PP		2,26 <sup>S</sup>		
PC	17,2	LYE		Ross	GP	15,8 <sup>S</sup>	
Lisina	0,53		PP			1,81 <sup>S</sup>	
Lisina	0,35	Isa		GP	11,1 <sup>S</sup>		
Lisina	0,44		PP		5,8 <sup>S</sup>		
Lisina	0,35	Ross		GP	1 <sup>NS</sup>		
PC	17,2		PP		0,5 <sup>NS</sup>		
Metionina	0,33	GP		11,8 <sup>S</sup>			
Metionina	0,39		CN	-2,3 <sup>NS</sup>			
PC	17,2	IYL		Ross 208	DPC	14,5 <sup>S</sup>	Wijten et al., 2004
Treonina	0,18		GP			20,6 <sup>S</sup>	
Treonina	0,12	CN		3,5 <sup>NS</sup>			
Treonina	0,24						
Treonina	0,24						
PC	23	LYE	Ross 508	GP	20,6 <sup>S</sup>	Wijten et al., 2004	
Lisina	1,4				CN		3,5 <sup>NS</sup>
PC	23						
Lisina	1,4						

<sup>1</sup> PC: proteína cruda.

<sup>2</sup> Fase de producción: I: Inicio (1 a 21 días). L: Levante (22 a 35 días). E: Engorde (36 a 42 días). CC: Ciclo completo.

<sup>3</sup> CN: Consumo. PV: Peso vivo. EA: Eficiencia Alimenticia. CA: Conversión alimenticia. GP: Ganancia de peso. RC: Rendimiento en canal. PP: Porcentaje de pechuga. DPC: Deposition de proteína en la canal. IEN: Índice de eficiencia nutricional. EP: Eficiencia proteica.

<sup>4</sup> Diferencia respecto al control. NS: No significativo (p>0,05). S: Significativo (p<0,05).

Tabla 2(cont). Inclusión de aminoácidos sintéticos en pollos de engorde						
PC	21	L	Ross 308	CN	-1,0 <sup>NS</sup>	Priyankarage <i>et al.</i> , 2008
lisina	0,65			PV	4,3 <sup>NS</sup>	
PC	26			CN	0,8 <sup>NS</sup>	
Lisina	0,65			PV	5,7 <sup>NS</sup>	
PC	22	I	NA	GP	8,1 <sup>S</sup>	Cuevas <i>et al.</i> , 2011
Lisina	0,1			EA	2,8 <sup>NS</sup>	
PC	18,9	CC	Ross	IEN	6,4 s	Mendoza <i>et al.</i> , 2001
Lisina	0,9			CN	7,2 s	
Metionina + cisteína	0,6			GP	6,5 s	
				CA	0,5 <sup>NS</sup>	
PC	20	CC	Hibrido cubano	GP	1,0 <sup>NS</sup>	Lon-w o & Dieppa, 2005
Lisina	1			CA	1,5 <sup>NS</sup>	
PC	19			EP	18,3 <sup>S</sup>	
Lisina	0,95					
PC	23					
Lisina	1,2					
PC	24	CC	Cobb 500	GP	1,4 <sup>NS</sup>	Reátégui <i>et al.</i> , 2007
Metionina	0,16			CA	0,85 <sup>NS</sup>	
Lisina	0,13			PP	0,2 <sup>NS</sup>	
PC	20	L YE	Arbor Acres	GP	7,9 <sup>S</sup>	Zhan <i>et al.</i> , 2006
Metionina	0,1			CN	1,5 <sup>NS</sup>	
				CA	6,6 <sup>S</sup>	
				RC	0,74 <sup>NS</sup>	
PC	17,8	I	Cobb 500	GP	-10,5 <sup>S</sup>	Rama <i>et al.</i> , 2011
Treonina	0,67			CN	-6,2 <sup>NS</sup>	
PC	17,5	L		GP	-4,4 <sup>NS</sup>	
Treonina	0,7			CN	-0,4 <sup>NS</sup>	
PC	15,6	E		GP	-2,9 <sup>NS</sup>	
treonina	0,73			CN	-4,3 <sup>NS</sup>	
PC	17,7	LYE	Cobb 500	GP	3,6 <sup>S</sup>	Berres <i>et al.</i> , 2011
Valina	0,8			CA	-5,8 <sup>S</sup>	
PC	19,7	CC	Cobb 500	GP	1,8 <sup>NS</sup>	Gomide <i>et al.</i> , 2007
Arginina	1,2			CA	-0,5 <sup>NS</sup>	
Isoleucina	0,76			CN	1,1 <sup>NS</sup>	
Lisina	1,09					
treonina	0,65					
valina	0,86					
Metionina + cisteína						
PC	19,6	I	Ross	GP	0 <sup>NS</sup>	Abudabos & Aljumaah, 2012
Lisina	1,3			CA	0,7 <sup>NS</sup>	
metionina	0,47	L	GP	0,04 <sup>NS</sup>		
treonina	0,85		CA	7,7 <sup>S</sup>		
<sup>1</sup> PC: proteína cruda.						
<sup>2</sup> Fase de producción: I: Inicio (1 a 21 días). L: Levante (22 a 35 días). E: Engorde: (36 a 42 días). CC: Ciclo completo.						
<sup>3</sup> CN: Consumo. PV: Peso vivo. EA: Eficiencia Alimenticia. CA: Conversión alimenticia. GP: Ganancia de peso. RC: Rendimiento en canal. PP: Porcentaje de pechuga. DPC: Deposición de proteína en la canal. IEN: Índice de eficiencia nutricional. EP: Eficiencia proteica.						
<sup>4</sup> Diferencia respecto al control. NS: No significativo (p>0,05). S: Significativo (p<0,05).						

porcentaje de pechuga de 2% y de 7%, respectivamente, cuando se incluyen entre 0.1 y 0.33% de metionina (Mack *et al.* 1999; Zhan *et al.* 2006). Sin

embargo, no se encontraron diferencias en el consumo de alimento y el rendimiento en canal cuando se incluyó 0.1% de metionina (Zhan *et al.* 2006).

Pocos trabajos han evaluado la inclusión de aminoácidos no esenciales en dietas para pollos de engorde. Corzo *et al.* (2005) incluyeron 0.85, 0.11, 0.9 y 0.2% de glicina, prolina, alanina y ácido aspártico, respectivamente, en dietas para pollos en fase de iniciación. Estos autores encontraron que la inclusión de prolina, alanina y ácido aspártico aumentaron el consumo de alimento entre 6 y 9% y disminuyeron la ganancia de peso entre 3 y 9% respecto al control. Sin embargo, inclusiones de 0.85% de glicina presentó similar comportamiento a la dieta control.

Algunos trabajos han evaluado diferentes mezclas de aminoácidos sobre la respuesta animal. La inclusión entre 0.9 y 1.1% de lisina y 0.6 y 0.9% de aminoácidos azufrados en dietas de pollos de iniciación y levante o de ciclo completo aumentaron entre un 6 y 7% el índice de eficiencia nutricional, la concentración de proteína en la canal y el consumo de alimento respecto al control (Mendoza *et al.* 2001; Sklan & Plavnik, 2002). Sin embargo, Reátegui *et al.* (2007) no encontraron diferencias en la ganancia de peso, conversión alimenticia y porcentaje de pechuga cuando incluyó 0.13% de lisina y 0.16% de metionina durante el ciclo completo de pollos de engorde, es posible que los diferentes niveles de proteína utilizados influyan en la variación de resultados. Por su parte Abudabos & Aljumaah (2012) utilizando 1.3% de lisina, 0.47% de metionina y 0.85% de treonina, no reportan diferencias para las variables de ganancia de peso y conversión alimenticia en la etapa de iniciación, sin embargo en levante la conversión alimenticia aumento significativamente respecto al control.

Finalmente, cuando se incluyen mezclas de aminoácidos esenciales o no esenciales en dietas para pollos en fase de iniciación, levante o de ciclo completo no se evidenciaron diferencias en la ganancia de peso, rendimiento en canal, consumo de alimento y conversión alimenticia respecto al control (Corzo *et al.* 2005; Gómez, 2011).

La inclusión de aminoácidos sintéticos es considerada una opción para aumentar la productividad de pollos de engorde al brindarles las cantidades y proporciones adecuadas de aminoácidos en la ración (Pérez *et al.* 1990; Mendoza *et al.* 2001; Perazzo *et al.* 2010). Los trabajos revisados sugieren que la inclusión de aminoácidos sintéticos aumenta o mantiene los niveles productivos respecto a la dieta control (Mack *et al.* 1999; Wijtten *et al.* 2004; Cuevas *et al.* 2011), disminuye la deposición de grasa (Sklan & Plavnik, 2002) y la excreción de nitrógeno al ambiente al reducir la concentración de proteína cruda en la ración (Han *et al.* 2000). Es evidente que la formulación de dietas bajo el enfoque de proteína ideal necesita un mayor desarrollo

investigativo pues existe un limitado acervo científico entorno a este tema.

La inclusión de aminoácidos esenciales generalmente aumenta los parámetros productivos en pollos de engorde. Sin embargo, la inclusión de lisina respecto a otros aminoácidos ha presentado una respuesta constante entre trabajos. La lisina es considerado el primer aminoácido limitante al estar en menor concentración en los recursos (maíz y soya) que usualmente se emplean en la formulación de dietas para monogástricos (Eits *et al.* 2005; Campos, 2005). Es por esta razón que la literatura reporta un mayor número de trabajos que han evaluado la inclusión de lisina respecto a otros aminoácidos esenciales (Pertilla *et al.* 2002).

Además del concepto de proteína ideal, la relación energía: proteína es importante en la alimentación de aves (Sklan & Plavnik, 2002; Priyankarage *et al.* 2008). Por ejemplo, el exceso o deficiencia en la concentración de lisina modifica la eficiencia energética de la dieta, encontrándose una mayor eficiencia cuando disminuye la concentración de lisina en la ración (Priyankarage *et al.* 2008). Posiblemente, la disminución en la concentración de proteína cruda y el mejoramiento en el balance de aminoácidos en la ración (Sklan & Plavnik, 2002; Wijtten *et al.* 2004) permiten al animal mejorar la eficiencia al disminuir el gasto energético producto del exceso de aminoácidos, resultado en una disminución en la síntesis de ácido ureico, el cual representa una pérdida energética para el ave (Mendoza *et al.* 2001).

La inclusión de otros aminoácidos esenciales de manera individual o en mezcla presenta resultados contradictorios. Algunos trabajos presentan un mejoramiento en los parámetros productivos evaluados (Mack *et al.* 1999) mientras que en otros no se presentan diferencias respecto al control (Reátegui *et al.* 2007). Estas respuestas pueden ser explicadas por las diferentes líneas genéticas, estados fisiológicos, manejo experimental e ingredientes que se evaluaron entre tratamientos. Por ejemplo, Mack *et al.* (1999) reportaron un aumento en la ganancia de peso y el porcentaje de pechuga en pollos ISA pero no en pollos Ross cuando incluyó treonina en la dieta; sugiriendo que las líneas genéticas pueden tener un requerimiento específico de aminoácidos.

Aunado a esto, algunos autores reportan que la respuesta a la suplementación varía de acuerdo al estado fisiológico y estirpe de los animales (Lonwo & Dieppa, 2005). La inclusión de aminoácidos esenciales presentó una respuesta lineal cuando se incluyó en animales durante la fase de iniciación, sin embargo, al incluirlo en animales de levante y engorde el comportamiento fue exponencial (Wijtten *et al.* 2004). El crecimiento en animales

domésticos destinados a la producción ha sido caracterizado en diferentes especies (Aguilar, 2010; Posada *et al.* 2011), evidenciándose una mayor deposición de proteína en estadios tempranos de crecimiento respecto a estados maduros, en donde pre-

### Efecto de la inclusión de aminoácidos sintéticos en la alimentación de gallinas de postura.

En la tabla 3 se reportan los requerimientos de aminoácidos de gallinas ponedoras. La literatura reporta pocos trabajos en donde se evalué la inclu-

**Tabla 3. Requerimientos de aminoácidos esenciales para gallinas ponedoras (Rostagno *et al.*, 2005)**

Aminoácido	Inclusión (%)
Lisina	1,03
Metionina	0,41
Metionina +cistina	0,74
Triptófano	0,17
Treonina	0,67
Arginina	1
Valina	0,79
Isoleucina	0,69
Leucina	1,12
Histidina	0,36
Fenilalanina	0,64
Fenilalanina + tirosina	1,18

valece la deposición de tejido adiposo (Lawrence *et al.* 2013).

(Lon-wo & Dieppa. 2005.; Gomide *et al.* 2007) reportan que al reducir el nivel proteico aumenta la grasa abdominal, por el contrario Abudabos *et al.* (2012) sugieren que al incrementar la proteína la grasa abdominal se aumenta. Es posible que estas diferencias sean explicadas por el tipo de estirpe evaluada, la mayor inclusión de aminoácidos sintéticos respecto al control o específicamente se deba a inadecuadas concentraciones de metionina (Mack *et al.* 1999). La deposición de proteína ha sido relacionada con incremento en la ganancia de peso pues conlleva a una acumulación de agua, por el contrario la deposición de tejido adiposo desplaza el agua corporal resultando en una menor ganancia de peso (Aguilar, 2010).

Finalmente, es importante mencionar que la correcta relación de aminoácidos y la biodisponibilidad de éstos, deben ser tenidos en cuenta al formular una dieta bajo el concepto de proteína ideal. La literatura reporta que algunos aminoácidos comparten canales de absorción en común, lo que resultaría en una disminución en la absorción de algún aminoácido cuando hay excesos de otro (Mckee & Mckee, 2003). Otros autores sugieren que la presencia de algunos compuestos en las materias primas (pe. cenizas o compuestos secundarios) podrían disminuir la biodisponibilidad de algunos aminoácidos, siendo indispensable la suplementación que permita satisfacer los requerimientos de los animales (Cuevas *et al.* 2011).

sión de aminoácidos sintéticos en la alimentación de gallinas de postura. Además, estas investigaciones han sido realizadas con animales de diferentes líneas genéticas, en semanas diferentes de postura y con planes de manejo particulares, lo que dificulta la comparación entre estudios.

La inclusión de lisina en la dieta de gallinas ponedoras ha presentado respuestas contradictorias (ver tabla 4). Poosuwan *et al.* (2010) reporta un incremento respecto al control de 5% en el porcentaje de producción y en el peso promedio del huevo, además de un aumento del 9% en la conversión alimenticia cuando incluyeron 0.11% de lisina en gallinas entre la semana 21 y 48 de postura. Sin embargo, inclusiones de 0.66% de lisina no presentaron diferencias en el consumo de alimento, peso promedio del huevo y conversión alimenticia respecto al tratamiento control (Figueredo *et al.* 2012).

Pocos trabajos han evaluado otros aminoácidos esenciales en la alimentación de ponedoras. Cortez *et al.* (2001) evaluaron inclusiones de metionina de 0.11% en gallinas ponedoras entre la semana 55 y 62, encontrando un aumento del 11% en el porcentaje de postura, 5% en el peso promedio del huevo y 14% en la conversión alimenticia.

Otros trabajos han evaluado mezclas de lisina, metionina y triptófano o de lisina y treonina encontrando respuestas similares al tratamiento control

Tabla 4. Inclusión de aminoácidos sintéticos en gallinas ponedoras						
PC/Aminoácid	Niveles de inclusión (%)	Fase (Semanas)	Estirpe.	Variables evaluadas	Resultados*	Fuente
PC	15,3					
Metionina.				PPO	11,3 <sup>S</sup>	Cortez <i>et al.</i> , 2001
	0,11	55-63	Isa Babcock	PPH	5,2 <sup>S</sup>	
				CN	4,9 <sup>NS</sup>	
				CA	14,1 <sup>S</sup>	
P.C	17%			CN	-2,4 <sup>NS</sup>	Meluzzi <i>et al.</i> , 2001
Lisina	0.85%	17-21	Brown	CA	-0.08 <sup>NS</sup>	
Metionina	0.42%			PP	1.3 <sup>NS</sup>	
Triptófano	0.21%			PPH	1.5 <sup>NS</sup>	
		22-25		CN	-1.5 <sup>NS</sup>	
				CA	-0.07 <sup>NS</sup>	
				PP	0.02 <sup>NS</sup>	
		26-32		PPH	0.3 <sup>NS</sup>	
				CN	-1.1 <sup>NS</sup>	
				CA	-0.09 <sup>NS</sup>	
				PP	3.3 <sup>NS</sup>	
				PPH	1.4 <sup>NS</sup>	
P.C	16%				PP	0,9 <sup>NS</sup>
Lisina	0.7%	25-44	Lohmann LSL		1,5 <sup>NS</sup>	
Treonina	0.5%			PPH	1,4 <sup>NS</sup>	
					2,2 <sup>NS</sup>	
				CA	0,03 <sup>NS</sup>	
				0,02 <sup>NS</sup>		
P.C	18%			PP	4.8 <sup>S</sup>	Poosuwat <i>et al.</i> , 2010
Lisina	0.11	21-48	Babcock B-308	PPH	4.8 <sup>S</sup>	
				CN	0.89 <sup>NS</sup>	
				CA	9 <sup>S</sup>	
P.C	15%			PP	2.5 <sup>S</sup>	Fuente <i>et al.</i> , 2012
Lisina	0.72%	26-44	Hy line W36	PPH	1.5 <sup>S</sup>	
Metionina	0.39%			CN	0.7 <sup>NS</sup>	
Treonina	0.50%			CA	-3,6 <sup>S</sup>	
Triptófano	0.17%					
PC	17			PV	2.2 <sup>S</sup>	Gutiérrez, 2012
Lisina	0.75	45-65	Hy line	PP	4.1 <sup>S</sup>	
Triptófano	0.15			PPH	2.9 <sup>S</sup>	
Metionina	0.34			CN	0.1 <sup>NS</sup>	
Treonina	0.54			CA	10 <sup>S</sup>	
PC	16,07			CN	0.014 <sup>NS</sup>	Figueiredo <i>et al.</i> , 2012
Lisina	0.66%	42-58	Hy line W36	PPH	-0.39 <sup>NS</sup>	
				CA	0.01 <sup>NS</sup>	

<sup>1</sup> PC: proteína cruda.

<sup>2</sup> CN: Consumo. PV: Peso vivo. CA: Conversión alimenticia. PP: Porcentaje de producción. PPO: Porcentaje de postura. PPH: peso promedio del huevo.

<sup>3</sup> Diferencia respecto al control. NS: No significativo (p>0,05). S: Significativo (p<0,05).

(Matos *et al.* 2009; Meluzzi *et al.* 2001). Sin embargo, cuando se incluye lisina, metionina, treonina y triptófano aumentan entre 3 y 4% el porcentaje de producción, y entre un 2 y 3% el peso promedio del huevo (Fuente *et al.* 2012; Gutiérrez, 2012)

En gallinas ponedoras la inclusión de aminoácidos sintéticos mejoró algunos parámetros productivos conforme aumento la edad de las gallinas, sin embargo, se encontró un número limitado de investigaciones realizadas (Guevara & Salvador, 2013). Posiblemente las diferencias en las respuestas sean explicadas por las diferentes líneas evaluadas, los días en postura o el manejo. Sin embargo, la inclusión de aminoácidos resulta en una respuesta similar al tratamiento control lo que podría resultar en una menor excreción de nitrógeno (Han *et al.* 2000) y un menor costo de alimentación (Wijtten *et al.* 2004), al considerarse la proteína como el nutriente de mayor costo en la formulación del alimento.

## Conclusiones

En general, la inclusión de aminoácidos esenciales sintéticos en la alimentación de pollos de engorde y gallinas ponedoras presentó un aumento en los parámetros productivos. Estos resultados indican que la inclusión de aminoácidos sintéticos se presenta como una alternativa para disminuir los costos de producción y el impacto ambiental, al reducir las concentraciones de proteína cruda en la dieta y la excreción de nitrógeno al ambiente. Es necesario desarrollar un mayor número de investigaciones que permitan determinar el efecto de la inclusión de aminoácidos sintéticos en condiciones tropicales, diferentes estados fisiológicos y objetivos productivos, en busca de maximizar la respuesta animal sin afectar el medio ambiente.

## Referencias bibliográficas

ABUDABOS, A.; & ALJUMAAH, R. 2012.

- Broiler responses to reduced protein and energy diets supplemented with lysine, methionine and threonine. *J. Poult. Sci.*, 49: 101-105
- AGUILAR, F. 2010. Modelos matemáticos no lineales como herramienta para evaluar el crecimiento de tilapia roja (*Oreochromis spp.*) y tilapia nilótica (*Oreochromis niloticus* Var. Chitralada) alimentadas con dietas peletizadas o extruidas. Tesis para optar por el título de Magister en Producción Animal. Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia.
- BERRES, J.; VIEIRA, S.; FAVERO, A.; FREITAS, D.; PEÑA, J.; & NOGUEIRA, E. 2011. Digestible valine requirements in high protein diets for broilers from twenty- one to forty-two days of age. *Anim. Feed Sci. Technol.* 165: 120-124
- BUNCHASAK, C. 2009. Role of Dietary Methionine in poultry production. *J. Poult. Sci.*, 46: 169-179
- CAMPOS, A. 2008. Aminoácidos en la nutrición de pollos de engorde: proteína ideal. Universidad Federal de Viçosa, MG Brasil., III CLANA - Congresso do Colégio Latino-Americano de Nutrição Animal. Disponible desde internet en: <http://www.lisina.com.ve/upload/Aminoacidos>. (Con acceso 20/03/2014).
- CANCHERINI, L.; JUNQUEIRA, O.; OLIVEIRA, M.; ANDREOTTI, M.; & BARBOSA, M. 2005. Utilização de Subprodutos de Origem Animal em Dietas Formuladas com Base em Proteína Bruta e Proteína Ideal para Frangos de Corte de 1 a 21 Días de Idade. *R. Bras. Zootec.*, V.34, n.2, p. 529-534.
- CIFTCI, I.; & CEYLAN, N. 2004. Effects of dietary threonine and crude protein on growth performance, carcass and meat composition of broiler chickens. *British Poultry Science* Volume 45, Number 2, pp. 280-289
- CORTEZ, A.; DIAS, F.; & AVILA, E. 2001. Comportamiento productivo en gallinas de postura con la adición en la dieta de dos fuentes de metionina sintética. *Vet. Méx.*, 32 (3).
- CORZO, A.; FRITTS, C.; KIDD, M.; & KERR, B. 2005. Response of broiler chicks to essential and non-essential amino acid supplementation of low crude protein diets. *Anim. Feed Sci. Technol.* 118: 319-327.
- CUEVAS, A.; AMEZCUA, C.; & GONZÁLEZ, E. 2011. Biodisponibilidad de lisina para el pollo en crecimiento de cuatro harinas de subproductos avícolas. *Rev. Mex. Cienc. Pecu.* 2(3): 259-266.
- DALIBARD, P.; & PAILLARD, E. 1995. Use of the digestible amino acid concept in formulating diets for poultry. *Anim. Feed Sci. Technol* 53:189-204.
- DOPPEMBERG, J.; & VAN DER AAR, P. 2007. Biofuel: Implications for the feed industry. Wageningen Academic Publishers.
- EITS, R.; KWAKKEL, R.; VERSTEGEN, M.; & HARTOG, D. 2005. Dietary balanced protein in broiler chickens. 1. A flexible and practical tool to predict dose-response curves. *British Poultry Sci.* 46:3, 300-309.
- FARRELL, D.; MANNION, P.; & MALDONADO, P. 1999. A comparison of total and digestible amino acids in diets for broilers and layers. *Anim. Feed Sci Technol.* 82: 131-142.
- FENAVI. Federación Nacional de Avicultores de Colombia. 2013. Japón más cerca de disfrutar el pollo colombiano. *Avicultores*, 213: 14-15
- FIGUEIREDO, G.; BERTECHINI, A.; FASSANI, E.; RODRÍGUES, P.; BRITO, J.; & CASTRO, S. 2012. Performance and egg quality of laying hens fed with dietary levels of digestible lysine and threonine. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v.64, n.3, p.743-750.
- FUENTE, B.; MENDOZA, G.D.; MENOCA, J.; COELLO, C.; & GONZÁLEZ, E. 2012. Respuesta Productiva de gallinas a dietas con diferentes niveles de proteína. *Arch. Med. Vet. Méx.*, 44, 67-74.
- GÓMEZ, R. 2011. Evaluación de tres programas de alimentación para pollos de engorda con base en dietas sorgo-soya con distintos porcentajes de proteína. *Vet. Méx.*, 42 (4), 299-309.
- GOMIDE, E.; RODRÍGUEZ, P.; FREITAS, R.; & FIALHO, E. 2007. Planes nutricionales con el uso de aminoácidos y fitasa para pollos de engorde manteniendo el concepto de proteína ideal en las dietas. Disponible desde internet en: <http://www.scielo.br/scielo>. *R. Bras. Zootec.* [en línea]. vol.36, n.6. con acceso 24/02/2014.
- GUEVARA, V.; & SALVADOR, E. 2013. Desarrollo y validación de un modelo de predicción del requerimiento óptimo de aminoácidos esenciales y del comportamiento productivo en ponedoras comerciales. *Rev Inv. Vet. Perú*, 24(3): 264-276
- GUTIÉRREZ, A. 2012. Utilización de aminoácidos sintéticos con bajos niveles de proteína bruta en gallinas de postura Hy- line. Tesis para optar por el título de ingeniero zootecnista. Facultad de ciencias pecuarias. Riobamba, Ecuador.
- HAN, K.; & LEE, J.H. 2000. The role of synthetic amino acids in monogastric animal production -review-. *Asian- Aus. J. Anim. Sci.* Vol. 13, No 4: 543-560.
- Rev. Zootec. 2014. 1(2):15-24

- LAWRENCE, T.; FOWLER, V.; & NOVAKOFSKI, J. 2013. Growth of farm animals. Tercera Edición. CABI Wallingford, UK.
- LON-WO, E.; & DIEPPA, O. 2005. Relaciones energía-proteína-aminoácidos en la eficiencia productiva y económica para la ceba de pollos en Cuba. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, Tomo 39, No. 4.
- LEWIS, D. 1983. Necesidades y suministro de aminoácidos en ponedoras de acuerdo con su tamaño y la temperatura. (*XXI Symposium de la Sección Española de la WPSA Barcelona. Nov.*)
- MACK, S.; BERCOVICI, G.; GROOTE, G.; LECRERCO, B.; LIPPENS, M.; PACK, M.; SHUTTE, J. & CAUWENBERGHE, S. 1999. Ideal amino acid profile and dietary lysine specification for broiler chickens of 20 to 40 days of age. *British Poultry Science*. 40: 257–265.
- MATOS, M.; LEANDRO, S.; STRINGHINI, J.; CAFÉ, M.; CARVALHO, F.; & GOMES, N. 2009. Níveis de lisina e treonina digestíveis para poedeiras comerciais Lohmann LSL de 24 a 44 semanas de idade. *Acta Scientiarum. Anim. Sci. Maringá*, v. 31, n. 1, p. 19-24.
- MCDONALD, P.; EDWARDS, R.; GREENHALGH, J.; MORGAN, C.; SINCLAIR, L.; & WILKINSON, R. 2013. *Nutrición Animal*. séptima edición, Editorial Acribia, S.A. Zaragoza España.
- MCKEE, T.; & MCKEE, J. 2003. *Bioquímica la base molecular de la vida*. Editorial Mc Graw Hill interamericana, Tercera edición. España.
- MENDOZA, M.; CHAVES, P.; KATZER, L.; BENETTI, A.; SANTI, Z.; & WELTER, J. 2001. Desempenho de frangos de corte, sexados, submetidos a dietas formuladas pelos conceitos de proteína bruta *versus* proteína ideal. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.31, n.1, p.111-115.
- MELUZZI, A.; SIRRI, F.; TALLARICO, N.; & FRANCHINI, A. 2001. Nitrogen retention and performance of Brown laying hens on diets with different protein content and constant concentration of amino acids and energy. *British Poultry Science*. 42: 213–217
- PRIYANKARAGE, S.; ROSE, S.; SILVA, V.; & PIRGOZLIEV, VR. 2008. The efficiency of energy retention of broiler chickens and turkeys fed on diets with different lysine concentrations. *British Poultry Science*. 49:6, 721-730.
- PERAZZO, F.; VILAR, J.; LIMA, R.; OLIVEIRA, C.; RODRIGUES, V.; & PINHEIRO, S. 2010. Scientific progress in the production of monogastric in the first decade of the twenty-first century. *R.Bras. Zootec.* v.39, p 288-302.
- Rev. Zootec. 2014. 1(2):15-24
- PÉREZ, A.; DÍAZ, L.F.; MOLINA, M. A.; & HERNÁNDEZ, M. 1990. Mejora de la calidad proteica de dietas maíz-Altra-muz con aminoácidos sintéticos. España. *Arch. Zootec.* 39: 85-93.
- PERTTILA, S.; VALAJA, J.; PARTANEN, K.; JALAVA, T.; & VELANAINEN, E. 2002. Apparent ileal digestibility of amino acids in protein feedstuffs and diet formulation based on total vs digestible lysine for poultry. *Anim. Feed Sci. Technol* 98: 203–218.
- PESSOA, G.; TAVERNARI, F.; VIEIRA, R.; & ALBINO, L. 2012. Novos conceitos e nutricao de aves. *Rev. Bras. Saúde Prod. Anim. Salvador*. v.13, n.3, p.755-774.
- POOSUWAN, K.; BUNCHASAK, C.; & KAEWTAPPEE, C. 2010. Long-term feeding Effects of dietary protein levels on egg production, immunocompetence and plasma amino acids of laying hens in subtropical condition. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition* 94: 186–195.
- POSADA, S.; ROSERO, R.; RODRÍGUEZ, N.; & COSTA, N. 2011. Estimación de curvas de crecimiento en ganado Nellore criado en confinamiento. *Rev. MVZ Córdoba*, 16(3): 2701-2710.
- RAMA, R.; RAJO, M.; PANDA, A.; POONAM, N.; MOORTHY, O.; SRILATHA, T & SHYAM, G. 2011. Performance carcass variables and immune responses in commercial broiler chicks fed graded concentrations of threonine in diet containing sub-optimal levels of protein. *Anim. Feed Sci. Technol.* 169: 218– 223.
- REÁTEGUI, V.; AZEBEDO, G.; RENGIFO, O.; PACHAS, Z.; & BARDALES, J. 2007. Evaluación de la mucuna (*stizolobium deeringianum*) su uso como fuente alternativa y proteica con suplemento de aminoácido sintético en la crianza de pollos parilleros. *Rev. Agroenfonque UNAP*. Iquitos Perú. (Pág. 68-73).
- ROSTAGNO, HS.; TEIXEIRA, LF.; LOPES, J.; GOMES, PC.; OLIVEIRA, RF.; LOPES, DC.; SOARES, A.; & TOLEDO, SL. 2005. *Tablas brasileiras para aves y cerdos*. Composición de alimentos y requerimientos nutricionales. 2d edición. Departamento de Zootecnia. Universidad Federal de Viçosa. Brasil.
- SKLAN, D.; & PLAVNIK, I. 2002. Interactions between dietary crude protein and essential amino acid intake on performance in broilers, *British Poultry Science*, 43:3, 442-449.
- WALDROUP, P. 1985. Importancia de la lisina como aminoácido esencial en la alimentación de los pollos en crecimiento. Disponible desde inter-

net en: [https://ddd.uab.cat/pub/selavi/se-lavi\\_a1985](https://ddd.uab.cat/pub/selavi/se-lavi_a1985). Con acceso 18/04/2014).

WIJTEN, P.; PRAK, R.; LEMME, A.; & LANGHOUT, D. 2004. Effect of different dietary ideal protein concentrations on broiler performance. *British Poultry Science*. Volumen 45. Number 4, pp. 504–511.

YAMASAKI, M.; MURAKAMI, H.;

NAKASHIMA, K.; ABE, H.; & TAKEMASA, M. 2006. Effects of excess essential amino acids in low protein diet on abdominal fat deposition and nitrogen excretion of the broiler chicks. *The Journal of Poultry Science*. 43:150-155.

ZHAN, X.; Li, J.; XU, Z.; & ZHAO, R. 2006. Effects of methionine and betaine supplementation on growth performance, carcass composition and metabolism of lipids in male broilers. *British Poultry Science*. 47:5,576-580.

---

Artículo Recibido: diciembre 3 de 2014

Artículo Aceptado: diciembre 30 de 2014