

NUTRICIÓN, PATOLOGIA Y FISIOLÓGIA DIGESTIVA EN POLLOS: ASPECTOS PRÁCTICOS

F. Tavernari¹, S. Salguero¹, L. F. T. Albino² y H. Rostagno²

¹Estudiante de Doctorado, ¹Estudiante de Maestría, ²Profesor, Departamento de Zootecnia
Universidad Federal de Viçosa, Viçosa - MG - Brasil 36570-000

1.- INTRODUCCIÓN

La avicultura es una actividad que ha alcanzado grandes avances en las últimas décadas y esto se debe principalmente a la acción conjunta entre genética, nutrición, sanidad y manejo. El proceso de selección genética fue orientado para mejorar el desempeño y el rendimiento de pechuga, sin embargo el desarrollo de órganos y tejidos relacionados a la respuesta inmunológica resultó perjudicado (Cheema et al., 2003). Esto puede ser evidenciado con el aumento de la susceptibilidad que presentan los pollitos de un día a los disturbios entéricos, comparados a los presentados hace 30 años (Santos y Ferket, 2007).

Este trabajo fue elaborado con el objetivo de hacer una breve descripción sobre la relación entre los requerimientos nutricionales y el desafío sanitario, así como resaltar los resultados de investigaciones realizadas por estudiantes de pos-grado de la Universidad Federal de Viçosa.

2.- TRACTO GASTROINTESTINAL Y ACTIVACIÓN DEL SISTEMA INMUNE

Los desafíos infecciosos son una forma común de estrés, al cual están expuestos los animales de producción, que puede o no resultar en la aparición de enfermedades clínicas, lo cual depende de varios factores, como la patogenicidad del microorganismo invasor y la competencia inmunológica del animal. Independientemente de estos resultados, el sistema inmune activado afectará negativamente el crecimiento, con la disminución de los índices productivos (Klasing, 2006).

El tracto gastrointestinal tiene como principal objetivo la degradación y absorción de nutrientes necesarios para mantenimiento, crecimiento y reproducción. Está caracterizado como un ambiente dinámico, constituido de interacciones complejas entre el contenido presente en el lumen intestinal, microorganismos y las células epiteliales de absorción, las cuales proporcionan protección física y de defensa inmune (Koutsos, 2006).

Para proteger la extensa superficie intestinal, el animal orienta gran parte de la inmunidad hacia este órgano. Cerca del 75% de todas las células de defensa del organismo están localizadas en el intestino, en la forma de tejido linfoide. Los anticuerpos tipo IgA de la mucosa, representan una importante fracción de la barrera inmunológica del intestino, confiriendo protección al impedir la adherencia de bacterias o toxinas a las células del epitelio intestinal. Además, eliminan bacterias debido a la acción citotóxica mediada por células dependientes de anticuerpos (Springs, 2002).

Es importante resaltar, que el mecanismo de defensa está genéticamente definido, sin embargo, la expresión y la eficiencia de este mecanismo fisiológico depende de la presencia de elementos específicos, como los nutrientes de la dieta para lograr satisfacer la demanda metabólica de mantenimiento y crecimiento (Santos y Ferket, 2007).

Durante los primeros días de vida los pollitos son poco eficientes para digerir proteínas y grasas, sin embargo la actividad enzimática intestinal se estabiliza a partir de los 10 a 14 días de edad (Batal y Parsons, 2002). Cabe resaltar, que los disturbios estructurales y funcionales ocasionados al tejido intestinal de los pollitos son los que van a interferir sobre la salud y el desempeño posterior de las aves. Experimentos realizados por Bartell y Batal (2007) mostraron claramente que la suplementación con glutamina en dietas de pollitos, mejoraba el desempeño, desarrollaba el aparato gastrointestinal y la respuesta inmunológica humoral.

3.- ESTRÉS INMUNE Y REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES

En el segundo simposio internacional sobre requerimientos nutricionales para aves y cerdos realizado en la Universidad Federal de Viçosa, fueron publicadas excelentes revisiones de literatura, sobre la relación entre los requerimientos nutricionales y el sistema inmune en aves (Kidd, 2005) y en cerdos (Machado y Fontes, 2005). Estas referencias pueden ser consultadas en el CD de las Tablas Brasileñas (Rostagno et al., 2005).

3.1.- Energía

En condiciones de estrés fisiológico los animales deben adaptarse y así garantizar su supervivencia. En la fase inicial los ajustes incluyen una reducción en el consumo de

alimento, por esto el animal debe contar con una reserva de energía corporal. Los carbohidratos de los músculos y el hígado son utilizados como forma inmediata de energía (Siegel, 1995).

Cambios metabólicos mediados por citosinas, movilizan glucosa desde los tejidos periféricos hacia los sitios de generación de la respuesta inmune. En cuanto a las proteínas, éstas son hidrolizadas para suministrar aminoácidos, que serán desaminados para la producción de glucosa vía gluconeogénesis, y así suplir las necesidades energéticas del sistema inmune activado (Machado y Fontes, 2005).

Se sabe que durante el estrés el consumo de agua aumenta para mantener la osmolaridad de los fluidos corporales, debido a la necesidad de excretar los compuestos nitrogenados producidos por la hidrólisis de las proteínas (Siegel y Van Kampen, 1984). Según Milles (2007), a diferencia de lo que ocurre con el glucógeno y las proteínas, los cambios en el metabolismo durante el estrés favorecen la deposición de grasa.

3.2.- Aminoácidos

Durante la respuesta inmunológica el metabolismo basal aumenta y la síntesis de proteína es reducida, resultando en la disminución del crecimiento. Según Machado y Fontes (2005), la respuesta inmune y las inflamaciones causadas por la acción de agentes patógenos en el tracto gastrointestinal pueden modificar los requerimientos de algunos aminoácidos, siendo necesario su determinación en animales bajo estas condiciones.

Debido al gran conocimiento sobre los requerimientos de aminoácidos para pollos de engorde, es probable que no ocurran carencias graves a nivel de campo, pero sí deficiencias marginales. En estos casos, la respuesta del sistema inmune puede estar afectada negativamente.

Lisina. Según Kidd (2005) la información sobre el impacto de la lisina en el sistema inmune es escasa para aves, sin embargo, se sabe que este aminoácido básico actúa en la respuesta inmune antiviral. Klasing y Barnes (1988) verificaron que los requerimientos de lisina fueron menores en aves sometidas a estrés inmunológico. Aunque el catabolismo muscular libere aminoácidos para la síntesis acelerada de proteínas de fase aguda y de otros componentes de la respuesta inmune, la cantidad de proteína total depositada en la canal disminuye, y se puede concluir que la activación inmune reduce el requerimiento de lisina. Experimentos realizados por Williams (1998) utilizando cerdos en crecimiento, entre 7 y 102 kg de peso, mostraron una reducción promedio del 20% del requerimiento de lisina en los animales con desafío inmune.

En situaciones de estrés inmunológico es común incrementar los niveles de lisina, sin embargo, es cada vez más evidente que esta práctica puede representar un desperdicio de recursos, debido a que la lisina es destinada prioritariamente a la ganancia de peso y los animales se encuentran impedidos de aumentar la síntesis de proteína (Baker y Johnson, 1999).

Metionina. En estudios con pollos de engorde, Tsiagbe et al. (1987) mostraron que fueron necesarios niveles de metionina un poco superiores a los recomendados para la obtención de la máxima respuesta inmune, en términos de producción de anticuerpos (cuadro 1). Igualmente, Swain y Jorhri (2000) concluyeron que existe un efecto sinérgico entre metionina y colina sobre la respuesta inmune de los pollos, en concentraciones mayores que las recomendadas para máximo desempeño.

Cuadro 1.- Efecto de la suplementación de metionina sobre el desempeño y producción de anticuerpos en pollos de tres semanas de edad (Tsiagbe et al., 1987).

% Metionina	Peso Corporal (g)	Conversión Alimenticia	Anticuerpos (log)
0,000	422 ^b	1,68 ^a	4,4 ^c
0,125	453 ^{ab}	1,54 ^b	4,7 ^{bc}
0,250	446 ^{ab}	1,56 ^b	5,8 ^{ab}

Treonina. En dietas vegetales a base de maíz y harina de soja para pollos de engorde, la treonina es considerada el tercer aminoácido limitante, después de metionina y lisina. La relación treonina/lisina (Proteína Ideal) recomendada en las raciones de pollos por diversos autores, varía de 56 a 67%, y las Tablas Brasileñas (Rostagno et al., 2005) sugieren una relación de 65%.

La treonina forma parte de la proteína de los músculos y puede ser utilizada para sintetizar glicina, otro aminoácido esencial para las aves. La mucina contiene 16,3% de treonina, o sea 7 veces más que lisina (2,3%), y las inmunoglobulinas tienen de media 10,2% de treonina vs 6,2% de lisina. Todo esto demuestra que este aminoácido no solamente es importante para la producción (ganancia de peso), sino que es extremadamente importante para el requerimiento de mantenimiento (Páez, 2004).

Pollos alimentados con dietas deficientes en treonina mostraron una reducción en el crecimiento, sin embargo el desarrollo de los órganos inmunes no resultó afectado (Takahashi et al., 1994). Por otro lado, Faure et al. (2005) concluyeron que ratas alimentadas con dietas deficientes en treonina tuvieron reducida la capacidad intestinal para sintetizar mucina.

Sin embargo, hay que aclarar que la relación treonina / lisina puede ser influenciada por varios factores, entre ellos, las condiciones medioambientales. Kidd et al. (2003) evaluaron dietas con diferentes niveles de treonina para pollos de engorde, criados en ambiente limpio y sucio. Los autores encontraron una respuesta cuadrática en el desempeño de las aves en el ambiente limpio, mientras que la respuesta en el ambiente sucio fue lineal, lo que sugiere mayor requerimiento de treonina para mantener la integridad intestinal en ambientes con desafío.

Páez (2004) realizó un experimento para determinar la relación ideal entre treonina digestible/lisina digestible (60, 65 y 70%) para pollos de engorde en el período de 1 a 45 días de edad, criados en ambiente limpio (aviario desinfectado y cama nueva) o sucio (sin desinfección y cama reutilizada). En el cuadro 2 se muestran los resultados del estudio, donde puede observarse que aves alimentadas con la relación de 65% en ambiente limpio tienen una conversión alimenticia mejor. En contraposición, las aves criadas en ambiente sucio mostraron menor conversión con la relación de 70%. Una posible explicación para estos resultados sería que en el ambiente sucio, debido al mayor desafío a nivel intestinal (producción de mucina), la demanda de treonina es mayor.

Cuadro 2.- Efecto de la relación treonina dig. / lisina dig. sobre la conversión alimenticia de pollos de engorde de 1 a 45 días criados en ambiente limpio o sucio (Páez, 2004).

Relación Tre/Lis	Ambiente	
	Limpio	Sucio
60%	1,813	1,830
65%	1,786*	1,818
70%	1,803	1,806*
Medio Ambiente	1,800 x	1,819 y

*Mejor Valor

En otro experimento realizado en la Universidad Federal de Viçosa se utilizaron pollos de engorde criados con cama reutilizada y sin limpiar los bebederos, para aumentar el desafío sanitario. Carvalho et al. (2008) evaluaron nuevamente tres relaciones treonina digestible/lisina digestible en dietas con y sin suplementación de anticoccidiostato. Como era esperado, la ausencia del anticoccidiostato en la ración afectó negativamente el desempeño de los pollos y aumentó el número de oocistos en las excretas. Los pollos alimentados con dietas donde la relación era de 65% mostraron el mejor desempeño, sin embargo, la cantidad de oocistos en la excreta a los 28 y 39 días disminuyó linealmente con el aumento de treonina en la ración (cuadro 3). Podemos especular, que el requerimiento de treonina para mantener la salud intestinal (aumento de la producción de

mucina), parece ser mayor que para optimizar la ganancia de peso y la conversión alimenticia.

Cuadro 3.- Efecto del nivel de treonina en dietas con y sin anticoccidiano sobre el número de oocistos en la excreta de pollos de engorde. (Carvalho et al, 2008).

Oocistos / g. de Excreta	Relación Tre / Lis (%)		
	60	65	70
28 días de Edad (CV = 125%) ¹			
Con Anticoccidiostato	4450	1225	258
Sin Anticoccidiostato	5075	3642	1992
39 días de Edad (CV = 89%) ¹			
Con Anticoccidiostato	5217	1367	1200
Sin Anticoccidiostato	5583	5400	4717

¹ Efecto lineal (P<0,05)

Glicina. Para las aves los aminoácidos glicina y serina son considerados dietéticamente esenciales aunque sean sintetizados, ya que su producción no es suficiente para atender las necesidades de ganancia de peso (proteína) y el catabolismo del exceso de nitrógeno. La glicina forma parte del ácido úrico, y cada vez que una molécula de ácido úrico es excretada, una de glicina también es eliminada.

Esto nos lleva a pensar, que el requerimiento de glicina+serina puede ser más elevado en el pollo de engorde actual, el cual tiene un crecimiento rápido. Las necesidades de estos aminoácidos aumentan también cuando las aves son alimentadas con dietas que contengan altos niveles de proteína o con desequilibrio de aminoácidos.

Por muchos años, la glicina+serina fueron aminoácidos considerados secundarios, puesto que el NRC (1994) recomienda niveles extremadamente bajos para pollos de engorde (1,25 a 0,97%). También en las dietas de pollos eran usados productos de origen animal, como la harina de carne, harina de vísceras y harina de pluma, que contienen niveles altos de estos aminoácidos (9 a 15%), cuando son comparados con la harina de soja (4,2%) o el maíz (0,7%).

Schutte et al. (1997) estableció que la glicina era un aminoácido limitante para pollos de engorde en la fase de iniciación (1 a 21 días), cuando la proteína de la dieta era reducida del 22 al 19%. Los requerimientos fueron calculados entre 1,8 a 1,9% de glicina total. Similarmente, Rostagno et al. (2003) estimaron que el requerimiento nutricional de glicina+serina total era de 2,11% para pollitos de engorde de 8 a 21 días.

Experimentos realizados recientemente por Dean et al. (2006) mostraron que niveles de glicina+serina entre 2,32 y 2,44% en dietas de baja proteína (16%), suplementadas con aminoácidos esenciales, resultan en ganancias de peso y eficiencias alimenticia de pollos de engorde (0 a 17/18 días) similares a las de aves alimentadas con la ración control de 22% de proteína.

Con el objetivo de demostrar que la glicina (glicina+serina) es un aminoácido crítico en dietas vegetales para pollos de engorde, Viana et al. (2007) realizaron un experimento con una dieta a base de maíz y harina de soja (Control), que fue suplementada con 0,15% de glicina cristalina o 5% de harina de carne. El desempeño de los pollos mejoró significativamente con la suplementación de glicina y el uso de harina de carne en las raciones experimentales, lo que muestra la necesidad de controlar el nivel de todos los aminoácidos esenciales en las raciones avícolas modernas (cuadro 4).

Cuadro 4.- Efecto de la adición de glicina o harina de carne en dietas vegetales sobre el desempeño de pollos de engorde. (1 a 38 días) (Viana et al., 2007)

Tipo de Dieta	Ganancia, g.	Conversión	Pechuga (%)
Vegetal	2308,2 ^B	1,702 ^B	25,7 ^B
Vegetal + 0,15% Glicina	2346,5 ^A	1,658 ^A	26,0 ^A
Vegetal + 5% H. Carne	2318,2 ^{AB}	1,675 ^A	26,1 ^A
ANOVA	P<0,03	P<0,01	P<0,05

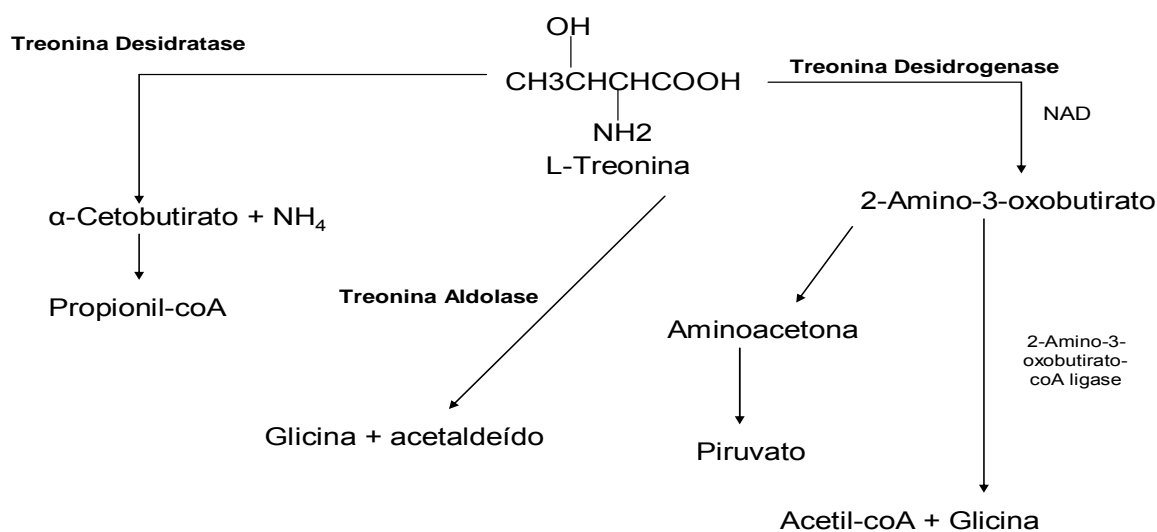
La glicina puede estar relacionada con el aumento de la población de *Clostridium perfringens*, causante de enteritis necrótica, y la producción de α toxina en pollos de engorde. Wilkie et al. (2005) encontraron una correlación significativa entre el nivel de glicina dietética y la población de *C. perfringens* en el íleon y ciego de las aves.

Según Dahiya et al. (2005) es posible que la glicina cause una reducción de las bacterias productoras de ácido láctico predominantes en el intestino de pollos de engorde, microorganismos que actúan como protección contra la colonización de patógenos. En su experimento los autores observaron que la glicina aumenta la concentración de *C. perfringens*. Sobre la base de estos resultados, podemos concluir que dietas formuladas con ingredientes de origen animal, contienen más glicina y pueden predisponer a las aves a sufrir enteritis necrótica clínica.

Interrelación entre Glicina y Treonina. Para alcanzar el requerimiento de glicina +serina en las dietas vegetales, sería necesario adicionar glicina cristalina lo que hoy en día no es posible, debido su precio elevado. Otra opción puede ser aumentar la proteína de la dieta, lo que también resulta en altos costos y, desde el punto de vista del medio ambiente no es recomendable, pues aumenta la excreción de nitrógeno.

Una posibilidad que todavía no fue exhaustivamente estudiada, es que metabólicamente la treonina puede ser convertida en glicina por las enzimas treonina aldolasa y treonina deshidrogenasa, presentes en el hígado y riñón de las aves. En contraposición, la enzima treonina deshidratasa hidroliza la treonina en un grupo amino y el esqueleto de carbono. En la figura 1 se muestran las rutas metabólicas del catabolismo de la treonina.

Figura 1.- Catabolismo de la treonina (adaptado de Davis y Austic, 1982)



Estudios de desempeño y de metabolismo que evalúen la interrelación práctica entre glicina y treonina son altamente recomendables. Bernardino (2008) ejecutó un experimento con pollitos para estudiar el efecto de la suplementación con glicina (0,4%) en dietas a base de maíz y harina de soja con diferentes relaciones treonina/lisina (55, 65 y 70%). Como era esperado, la adición de glicina a la dieta vegetal aumentó la ganancia de peso de las aves. Aunque los niveles de treonina no afectaron a la ganancia de peso de los pollitos, los resultados mostrados en el cuadro 5 sugieren que en dietas vegetales, sin suplementación de glicina, la relación treonina/lisina de 65% mostró la mejor ganancia de peso (+5,2%). Cuando los niveles dietéticos de glicina son altos (ej. dietas con productos de origen animal), la relación treonina/lisina recomendada es de 55%.

La actividad de la treonina aldolasa en el hígado de las aves estuvo influenciada por los niveles de treonina en las dietas. Comparada con la relación de 55%, el aumento promedio de la actividad en la aldolasa fue de 59% (relación 55 versus 65 y 70%). Las aves alimentadas con dietas que contenían una relación treonina/lisina de 55% y suplementadas con glicina mostraron menor actividad de la enzima aldolasa que las aves con el tratamiento sin suplementación de glicina. Estos resultados nos permiten inferir que, cuando se alcanza el requerimiento de glicina en la dieta de pollos, hay ahorro de treonina.

Cuadro 5.- Efecto del nivel de treonina y la suplementación de glicina (0,4%) en dietas vegetales sobre la ganancia de peso y la actividad de la treonina aldolasa en el hígado de pollitos de 8 a 21 días (Bernardino, 2008).

	Ganancia de Peso (g)		Treonina Aldolasa (μ M acetaldehído/mg de proteína)	
	Glicina		Glicina	
Tre/Lis (%)	0 %	+0,4%	0 %	+0,4%
55	726	772	0,78 ^{bA}	0,54 ^{cB}
65	764	771	1,03 ^{aA}	0,97 ^{bA}
75	745	758	1,10 ^{aA}	1,10 ^{aA}
Media (Glicina)	745 ^B	767 ^A	0,97 ^A	0,87 ^B
CV (%)	4,95 %		13,78%	

A, B en misma línea son diferentes ($P < 0,05$); a, b, c en la misma columna son diferentes ($P < 0,05$).

Glutamina. La glutamina es un importante precursor en la síntesis de aminoácidos, nucleótidos, ácidos nucleicos, amino-azúcares y proteínas. Es el principal sustrato energético para la rápida proliferación celular de enterocitos intestinales y de linfocitos activados (Souba, 1993). También es un aminoácido condicionalmente esencial en algunas especies y en situaciones inflamatorias. Inclusive, es el aminoácido utilizado principalmente para sintetizar arginina en mamíferos (Newsholme, 2001).

Recientemente, fue publicada una excelente revisión por Wu et al. (2007) sobre las funciones de la arginina y glutamina, y sus efectos sobre la nutrición y la productividad en cerdos. Los autores concluyen que en lechones destetados precozmente, y alimentados con dietas a base de productos lácteos, estos dos aminoácidos son limitantes, y que su suplementación mejora la salud intestinal y el desempeño.

Estudios realizados en la Universidad Federal de Viçosa para evaluar el desempeño y el índice de diarrea en lechones, destetados a los 21 días, que fueron alimentados con dietas que contenían diferentes niveles de un producto comercial compuesto por glutamina y glutamato (Aminogut) o con 4% de plasma spray-dried. Los resultados experimentales mostraron una mejora cuadrática sobre la ganancia de peso y la conversión con la adición de glutamina y glutamato. El nivel recomendado de inclusión del producto varió entre 0,74 y 1,0% (cuadro 6). En otro ensayo realizado por los mismos investigadores fue recomendada la inclusión de 0,82% para obtener valores mayores de altura de las vellosidades en los lechones (Lopes y Rostagno, 2007).

Cuadro 6.- Efecto del nivel dietético de glutamina y glutamato sobre el desempeño y el índice de diarrea de lechones en el periodo de 21 a 42 días (Lopes y Rostagno, 2007).

Edad, días	Nivel de glutamina y glutamato				4% Plasma	Nivel Recomendado %
	0%	0,5%	1,0%	1,5%		
Ganancia de peso, g/día						
21 – 42 (C)	307	356	365	300	322	0,74
Conversión alimenticia						
21 – 42 (C)	1,39	1,29*	1,28*	1,31	1,36	0,93
Índice de diarrea						
21 – 28	3,07*	2,93	2,46*	2,77	2,80	1,00

C = Efecto Cuadrático (P<0,05); *=Contraste en relación a la dieta con plasma (P<0,05)

Lora et al. (2006 a,b) testaron diferentes niveles de inclusión del producto comercial a base de glutamina y ácido glutámico en raciones para pollos de engorde, en un experimento realizado en la Universidad Federal de Viçosa. En la fase de 1 a 44 días de edad se observó una mejora lineal de la ganancia de peso y una respuesta cuadrática para el rendimiento de pechuga de los animales con el nivel de suplementación. La utilización de glutamina y glutamato en dietas de pollos mejoró la uniformidad del lote, lo que puede evidenciarse en la reducción significativa del coeficiente de variación (cuadro 7). Los resultados de los experimentos ejecutados en nuestras instalaciones experimentales sugieren que el nivel recomendado del producto compuesto de glutamina y glutamato en raciones para pollos de engorde es similar a la recomendación de uso en lechones (0,8%).

Cuadro 7.- Efecto del nivel dietético de glutamina y glutamato sobre el desempeño y la uniformidad de pollos de engorde en el periodo de 1 a 44 días (Lora et al, 2006a)

Nivel	Ganancia, g.	Pechuga, g.	Uniformidad (CV,%)
T1 – 0,00%	2789	748	10,84
T2 – 0,25%	2803	769	8,34*
T3 – 0,50%	2861	770	8,77*
T4 – 0,75%	2887	785	8,43*
T5 – 1,00%	2879	771	8,00*
ANOVA	Lineal (P<0,081)	Cuadrático(P<0,076)	Lineal (0,019)
CV %	4,62	3,31	22,76

*=Contraste en relación a la dieta T1 – 0,00% (P<0,05)

4. ALIMENTACIÓN PRE ALOJAMIENTO (EN LA CAJA DE TRANSPORTE)

Algunos estudios han mostrado que el desarrollo intestinal del pollito puede ser influenciado por el consumo de ración y por la presencia de nutrientes en el lumen intestinal (Yi et al., 2005).

Una función importante de las inmunoglobulinas (proteínas) del saco vitelino es la protección contra los desafíos microbiológicos después de la eclosión. La utilización de estas proteínas como fuente de aminoácidos o de energía por el pollito reduce las defensas inmunológicas durante los primeros días de vida, lo que marca la importancia del suministro de alimento en un corto periodo de tiempo después del nacimiento.

Los pollitos después de la eclosión permanecen un tiempo en la nacedora, son clasificados, vacunados, sexados y distribuidos en las cajas de transporte. Es común la demora de 24 a 72 horas hasta que finalmente son alojados en las granjas avícolas.

La energía de mantenimiento de un pollito durante las primeras 24 horas ha sido estimada en 11 kcal, y el saco vitelino contiene solamente 9,4 kcal. En conclusión, si el ave no recibe alimento rápidamente, entra en balance negativo de energía y perderá peso (Dibner et al., 2005).

Dibner et al. (1998) estudiaron el efecto de la alimentación con un producto comercial, especialmente desarrollado para pollitos durante las primeras 48 horas de vida. La utilización de este producto, seguido de una dieta normal a base de maíz y soja, durante la fase inicial (20 días), mejoró el desempeño, el peso de la bolsa de Fabricio y el sistema inmunológico, comparado con las aves control.

Con el objetivo de desarrollar un producto que pueda ser incorporado en la caja de transporte, fueron realizados ensayos preliminares en la Universidad Federal de Viçosa, donde fueron comparados los pesos de pollitos colocados en las cajas de transporte por periodos que variaran entre 20 y 33 horas, en ayunas o con el suministro de una dieta especial. Los resultados fueron animadores, y mostraron que el uso de una dieta prealojamiento mejoró el peso de los pollitos en 11 g a los 7 y 10 días de edad.

Obtenidas las informaciones nutricionales y de manejo, se realizó un experimento de desempeño para evaluar la ración prealojamiento desarrollada. Nery et al. (2006) utilizaron pollitos de engorde que permanecieron en las cajas de transporte por un periodo de 36 horas, en ayunas o con 3g/ave de la ración prealojamiento (con y sin adición de glutamina). Los resultados obtenidos se muestran en el cuadro 8. Los autores concluyeron que el suministro de la dieta prealojamiento con glutamina mejoró la ganancia de peso de

los pollos a los 42 días en 77 g (T2 versus T4), y fueron estadísticamente similares a los de aves alojadas rápidamente (T4 versus T1).

Tabla 8- Efecto de la alimentación prealojamiento sobre la ganancia de peso (GP) y la conversión (CA) de pollos de engorde en diferentes periodos (Nery et al., 2006)

PERIODO	36 horas	7 días		42 días	
Tratamiento	Δ peso, g. ¹	GP, g	CA	GP, g	CA
T1 - Alojamiento rápido	+10,8 a	113 a	1,610 a	2288 a	1,770
T2 – Ayuno 36 h	-4,5 b	89 c	1,540 ab	2189 cd	1,725
T3 – 36 h- Dieta Pre alojamiento (DP)	-3,7 b	97 bc	1,490 ab	2226 bc	1,754
T4 - 36 h DP + Glutamina	-3,4 b	100 b	1,450 b	2266 ab	1,756
ANOVA	P<0,001	P<0,001	P<0,001	P<0,001	0,372

¹ Δ peso = Variación de peso.

Resultados similares de mejora con la dieta prealojamiento en el desempeño de pollos de engorde a los 7 y 35 días de edad han sido obtenidos por Brito (2007). Las aves que recibieron 5g, por pollito en la caja de transporte, comparadas con las que permanecieron en ayuno durante 24 horas, no solo mejoraron la ganancia de peso (+48 g) y la conversión, sino que también presentaron un mayor peso relativo del corazón y de la bolsa de Fabricio a los 7 días de edad (cuadro 9).

Cuadro 9.- Efecto del suministro de una ración prealojamiento en la caja de transporte sobre el desempeño y el peso relativo del corazón y la bolsa de Fabricio de pollos de engorde (Brito, 2007)

Tratamiento en la caja de transporte	7 días			35 días	
	GP, g	Corazón, %PV	Bursa, %PV	GP, g	Conversión
Ayuno 24 horas	123,2 b	0,79 b	0,13 b	2025 b	1,562 b
Ración Pre-Aloja. ¹	130,2 a	0,82 a	0,15 a	2073 a	1,537 a

1.- 5 g por pollito de ración prealojamiento. GP = Ganancia de Peso.

5.- CONSIDERACIONES FINALES

- El objetivo principal del nutricionista es minimizar los efectos de la activación del sistema inmune y proveer una defensa adecuada sin perjudicar el desempeño de los pollos.

- Los estudios sobre el efecto de niveles nutricionales en el sistema inmune de pollos de engorde no son concluyentes y serían de difícil aplicación para la industria avícola.
- Dietas vegetales para pollos de engorde pueden ser deficientes en glicina, sin embargo, altos niveles de este aminoácido aumentan la incidencia de Enteritis Necrótica. La disponibilidad de treonina industrial permite reemplazar parte de la glicina.
- El aminoácido glutamina mejora la productividad y estimula el desarrollo intestinal de pollitos y lechones en la fase pre-inicial.
- El suministro de una dieta especial en la caja de transporte optimiza el desempeño y la capacidad inmunológica de pollos de engorde.

6 - REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BAKER, D. y JOHNSON, R.W. (1999) *Pig news and information* 20: N123-N124.
- BARTELL, S. M. y BATAL, A.B. (2007) *Poult. Sci.* 86: 1940-1947.
- BATAL, A.B. y PARSONS, C.M. (2002) *Poult. Sci.* 81: 400-407.
- BERNARDINO, V.M.P. (2008) *Tesis de Maestría*. Universidad Federal de Viçosa.
- BRITO, A.B. (2007) *Comunicación Personal*.
- CARVALHO, T.A., NERY, V.R., LORA, A.G., MESSIAS, R.K.G. y ROSTAGNO, H.S.(2008) *Conferência APINCO de ciência e tecnologia avícola*. Santos, p 38.
- CHEEMA, M.A., QURESHI, M. y HAVENSTEIN, G.B. (2003) *Poult. Sci.* 82: 1519-1529.
- DAHIYA, J.P, HOEHLER, D., WILKIE, D.C., VAN KESSEL, A.G. y DREW, M.D. (2005) *Poult. Sci.* 84: 1875-1885.
- DAVIS, A.T. y AUSTIC, R.E. (1982) *J. Nutr.* 112: 2177-2186.
- DEAN, D.W., BIDNER, T.D. y SOUTHERN, L.L. (2003) *Poult. Sci.* 85: 288-296.
- DIBNER, J.J., KNIGHT, C.D., KITCHELL, M.L., ATWELL, C.A., DOWNS, A.C e IVEY, F.J. (1998) *J. Appl. Poult. Res.* 7: 425-436.
- DIBNER, J.J., KNIGHT, C.D. e IVEY, F.J. (2005) The feeding of neonatal poultry. *SNT*.
- FAURE, M., MOENNOZ, D., MONTIGON, F., METTRAUX, C., BREUILLE, D. y BALLEVE, O. (2005) *J. Nutr.* 135: 486-491.
- KIDD, M.T. (2005) En: *II simpósio internacional sobre exigências nutricionais de aves e suínos*. Rostagno, H.S. y Albino, L.F.T. (Eds.). Viçosa, Brasil. p 61-73.
- KIDD, M.T., BARBER, S.J., VIRDEN, W.S., DOZIER, W.A., CHAMBLEE, D.W. y WIERNUSZ, C. (2003) *J. Appl. Poult. Res.* 12: 115-123.

- KIDD, M.T. y CORZO, A. (2006) En: *Avian gut function in health and disease (Poultry science symposium series)*. Perry, G.C. (Ed.). CAB International. pp. 171-182.
- KLASING, K.C. y BARNES, D.M. (1988) *J. Nutr.* 118: 1158-1164.
- KLASING, K.C. (2006) En: *Avian gut function in health and disease (Poultry science symposium series)*. Perry, G.C. (Ed.). CAB International. p. 210-223.
- KOUTSOS, E. (2006) En: *North Carolina poultry nutrition conference*. NC, p 29-33.
- LOPES, D.C. y ROSTAGNO, H.S. (2007) En: *Ciência e Prática na Nutrição de Leitões (Boletim Especial Ajinomoto)* p.13 -14.
- LORA, A.G., ALBINO, L.F., ROSTAGNO, H.S., PÁEZ, L.E., BERNARDINO, V. y VIANA, M.T. (2006a) En: *Conf. APINCO de ciência e tecnologia avícola*. Santos, p 119.
- LORA, A.G., ALBINO, L.F., ROSTAGNO, H.S., PÁEZ, L.E., GATTAS, G. y MESSIAS, R.K. (2006b) En: *Conf. APINCO de ciência e tecnologia avícola*. Santos, p 118.
- MACHADO, G.S. y FONTES, D.O. (2005) En: *II Simpósio internacional sobre exigências nutricionais de aves e suínos*. Rostagno, H.S. y Albino, L.F.(Eds.). Viçosa, p 75-95.
- MILLES, R.D. (2007) En: *Congresso internacional sobre nutrição animal e alimentos seguros*. CBNA. Campinas, p 55-62.
- NERY, L.R., ALBINO, L.F.T., ROSTAGNO, H.S. et al. (2006) En: *Conferência APINCO de ciência e tecnologia avícola*. Santos, p 28.
- NEWSHOLME, P. (2001) *J. Nutr.* 131: 2515S–2522S.
- NRC, NATIONAL RESEARCH COUNCIL (1994) *Nutrients Requirements of Poultry*. 9th. ed. NAP Washington D.C.. 155p.
- PÁEZ L.E. (2004) *Tesis de Maestría*, Universidad Federal de Viçosa.
- ROSTAGNO, H.S., ALBINO, L.F.T., DONZELES, J.L., et.al. (2005) *Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos. – Composição de alimentos e exigências nutricionais*. Viçosa. 87p.
- ROSTAGNO, H.S, VARGAS JR. y ALBINO, L.F.T. (2003) En: *Conf. APINCO de ciência e tecnologia avícola*. Santos, p 48.
- SANTOS Jr., A.A. y FERKET, P.R. (2007) En: *Conf. APINCO de ciência e tecnologia avícola*. Santos, p 143-159.
- SCHUTTE, J.B., SMINK, W. y PACK M. (1997). *Arch Geflugelkd.* 61 (1): 43-47.
- SIEGEL, H.S. (1995) *Br.Poult. Sci.* 26: 03-22.
- SIEGEL, H.S. y VAN KAMPEN, M. (1984) *British Poult. Sci.* 25: 471-485.
- SOUBA, W.W. (1993) *J. Nutr. Biochem.* 4: 2–9.
- SPRINGS, P. (2002) En: *12ª Ronda latino-americana da Alltech*. P 57-70.
- SWAIN, B.K. y JOHRI, T.S. (2000) *Br. Poult. Sci.* 41: 83-88.
- TAKAHASHI, K., KONASHI, S. y AKIBA, (1994) *Anim. Sci. Technol. (Jpn.)* 65: 956-960.
- TSIAGBE, V.K., COOK, M., HARPER, A.E. y SUNDE, M. (1987) *Poult. Sci.* 66: 1147-1154.

- VIANA, M.T., ALBINO, L.F., ROSTAGNO, H.S., CARVALHO, T.A., SILVA, E. y OLIVEIRA, T.F (2007) *En: Conf. APINCO de Ciência e Tecnologia Avícola.* p 62.
- WILKIE, D.C., VAN KESSEL, A.G. WHITE, L., LAARVELD, B. y DREW, M.D. (2005) *Can. J. Anim. Sci.* 85: 185–193.
- WILLIAMS, N.H. (1998) *En: Progress in Pig Science.* Wiseman, J.; Varley, M.A.; Chadwik, J.P. (Ed.) Nottingham: University Press, p. 583-588.
- WU, G.F., BAZER, T., DAVIS, L., JAEGER, G., JOHNSON, S.W., KIM, D., KNABE, C. y MEININGER, T. (2007) *Lives. Sci.* 112: 8-22.
- YI, G.F., ALLEE, G.L., KNIGHT, C., y DIBNER, J. (2005) *Poult. Sci.* 84: 283-293.

