

VALDIR RIBEIRO JUNIOR

**SUPLEMENTAÇÃO DE ÁCIDO GLUTÂMICO E DE GLUTAMINA EM
DIETAS PARA FRANGOS DE CORTE**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*

**VIÇOSA
MINAS GERAIS - BRASIL
2015**

**Ficha catalográfica preparada pela Biblioteca Central da Universidade
Federal de Viçosa - Câmpus Viçosa**

T

R484s
2015
Ribeiro Junior, Valdir, 1982-
Suplementação de ácido glutâmico e glutamina em dietas
para frangos de corte / Valdir Ribeiro Junior. – Viçosa, MG,
2015.

xii, 44f. : il. ; 29 cm.

Inclui apêndice.

Orientador: Luiz Fernando Teixeira Albino.

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Viçosa.

Inclui bibliografia.

1. Frango de corte. 2. Nutrição animal. 3. Aminoácidos na
nutrição animal. 4. Ácido glutâmico. 5. Glutamina .

I. Universidade Federal de Viçosa. Departamento de Zootecnia.
Programa de Pós-graduação em Zootecnia. II. Título.

CDD 22. ed. 636.0852

VALDIR RIBEIRO JUNIOR


**SUPLEMENTAÇÃO DE ÁCIDO GLUTÂMICO E DE GLUTAMINA EM
DIETAS PARA FRANGOS DE CORTE**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

APROVADA: 18 de maio de 2015.



Horácio Santiago Rostagno
(Coorientador)



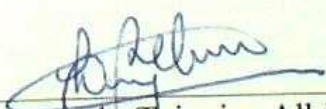
Marcelo Dias da Silva



Arele Arlindo Calderano



Gladstone Brumano



Luiz Fernando Teixeira Albino
(Orientador)

Dedico,

A Deus, pela vida e por me guiar no caminho certo em todos os momentos.

*Aos meus pais, Valdir e Aparecida, por minha formação, pelo amor, apoio em
todos os momentos da minha vida.*

Aos meus amigos e familiares pela feliz convivência.

"Sempre fui sábio não por saber demais,

Mas sim,

Por querer saber sempre mais..."

(Buda)

“Não se deve ir atrás de objetivos fáceis. É preciso busca o que só pode ser alcançado

por meio dos maiores esforços”

(Albert Einstein)

“Lute com determinação, abraçe a vida com paixão, perca com classe e vença com

ousadia, porque o mundo pertence a quem se atreve e a vida é muito bela para ser

insignificante”

(Charles Chaplin)

AGRADECIMENTOS

A Universidade Federal de Viçosa, à Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação e ao Departamento de Zootecnia, pela oportunidade de realização do curso.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa de estudo.

Ao professor Luiz Fernando Teixeira Albino pelos ensinamentos, confiança, sincera amizade e por ter me permitido realizar o curso sob sua dedicada orientação.

Ao professor Horacio Santiago Rostagno que, pelo seu imenso conhecimento, sempre esteve presente com valiosas colaborações e sugestões.

À professora Melissa Izabel Hannas, por toda a pelos ensinamentos e visão profissional.

Ao Dr. Marcelo Dias de Silva pela aceitação do convite, críticas e sugestões.

Ao Dr. Gladstone Brumano pela aceitação do convite, críticas e sugestões.

Ao Dr. Arele Arlindo Calderano pela aceitação do convite, críticas e sugestões.

À minha família, em especial ao meu finado pai e minha amada mãe, por toda ajuda e confiança que sempre tiveram em mim.

Aos amigos e companheiros Rodolfo, Cleverson, Matheus Faria, Sandra, Rodrigo Knop, Gabriel, Wagner, Thony, Rosana, Leandro, Victor, Diego Ladeira, Diego Lescano, Ariolino Neto, Bruno Carvalho, Hévio, Bruno Damasceno, Maurílio, Matheus Ferreira e Viniscius pelo “olho de tigre” e determinação inabalável na realização dos trabalhos e ajuda nos momentos difíceis, como também pelos momentos de risos e alegria compartilhados.

Aos funcionários da Seção de Avicultura-DZO, em especial, Adriano, Elísio e José Lino.

Aos funcionários da Seção de Suinocultura-DZO, em especial, Vitor, Francisco, Dedeco e Marreco.

Aos funcionários do Departamento de Zootecnia, Adilson, Celeste, Edson, Fernanda, Márcia, Mário, Raimundo, Rosana, Venâncio, Fernando e Vera pela competência e pelo carinho nos serviços prestados.

À empresa Ajinomoto do Brasil Ind. e Com. de Alimentos Ltda, por permitir a execução dessa pesquisa via doação dos produtos e parceria.

Aos demais professores, colegas e funcionários do Departamento de Zootecnia que de alguma forma, direta ou indireta, contribuíram para a conclusão deste curso.

BIOGRAFIA

VALDIR RIBEIRO JUNIOR, filho de Valdir Ribeiro e Aparecida Moraes Ribeiro, nasceu em 8 de Julho de 1982, em Além Paraíba – MG.

Em 2005 iniciou o Curso de Zootecnia pela Universidade Federal de Viçosa, graduando-se em Janeiro de 2010.

Em Março de 2010, iniciou o Programa de Mestrado em Zootecnia, da Universidade Federal de Viçosa, sob orientação do professor Luiz Fernando Teixeira Albino, concentrando seus estudos na área de Produção e Nutrição de Monogástricos.

Em 18 de julho de 2011, submeteu-se à defesa de tese para obtenção do título de Magister Scientiae.

Em Agosto de 2011, iniciou o Programa de Doutorado em Zootecnia, da Universidade Federal de Viçosa, sob orientação do professor Luiz Fernando Teixeira Albino, concentrando seus estudos na área de Produção e Nutrição de Monogástricos.

Em 18 de Maio de 2015, submeteu-se à defesa de tese para obtenção do título de Doctor Scientiae.

SUMÁRIO

	PÁG.
Índice de tabelas	viii
Resumo	ix
Abstract	xi
Introdução geral	1
Referências bibliográficas	3
Artigo 1 - Efeito de níveis de glutamina ou glutamina e ácido glutâmico sobre o desempenho, rendimento de peito e a uniformidade de frangos de corte	6
Resumo	8
Abstract	10
Introdução	12
Materiais e Métodos	13
Resultados e Discussão	15
Conclusão	21
Referências Bibliográficas	21
Artigo 2 - Dietary supplementation programs of glutamine or glutamine plus glutamic acid on performance, breast meat yield, and uniformity of broilers from 1-42 days old	26
Abstract	28
Introduction	29
Material e Methods	30
Results and Discussion	32
Conclusion	35
References	35
Conclusão geral	38
Apêndice	39

ÍNDICE DE TABELAS

	PÁG
Artigo 1	
Tabela 1 - Composição das dietas basais para as fases de 1 a 9 e 9 a 21 dias de idade (g/kg).	14
Tabela 2 - Desempenho, coeficiente de variação e uniformidade de peso de frangos de corte alimentados com ração contendo diferentes níveis de glutamina (Gln) e de glutamina mais ácido glutâmico (Gln + Glu) na fase de 1 a 9 dias de idade.	16
Tabela 3 - Desempenho, coeficiente de variação, uniformidade, peso e rendimento de peito e filé de frangos de corte alimentados com ração contendo diferentes níveis de glutamina (Gln) e glutamina mais ácido glutâmico (Gln + Glu) de 1 a 21 dias de idade.	17
Artigo 2	
Table 1 - Ingredients and nutrient composition of diets (g/kg).	30
Table 2 - Description of the experimental treatments.	31
Table 3 - Performance, breast characteristics, coefficient of variation, and uniformity of broilers fed diets with different supplementation programs of glutamine or glutamine plus glutamic acid from 1-42d old.	33

RESUMO

RIBEIRO JUNIOR, Valdir, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, Maio de 2015. **Suplementação de ácido glutâmico e de glutamina em dietas para frangos de corte.** Orientador: Luiz Fernando Teixeira Albino. Coorientadores: Horacio Santiago Rostagno e Melissa Izabel Hannas.

Objetivou-se avaliar a suplementação dietética de ácido glutâmico (Glu) e de glutamina (Gln) sobre o desempenho, o rendimento de peito e a uniformidade de frangos de corte. No total foram utilizados 4512 frangos de corte Cobb 500 em dois ensaios experimentais. No primeiro ensaio, 2400 frangos de corte de 1 a 21 dias de idade foram distribuídos em delineamento experimental em blocos casualizado (DBC) e esquema fatorial 2 x 4 (Gln ou Gln + Glu x 4 níveis de inclusão), com 8 tratamentos, 10 repetições de 30 aves por unidade experimental (UE). Os tratamentos avaliados foram 0; 0,2; 0,4 e 0,6% de Gln (99% Gln) ou de Gln + Glu (mínimo de 95% de Glu) No segundo ensaio, 2112 frangos de 1 a 42 dias de idade foram distribuídos em delineamento inteiramente casualizado (DIC) e esquema fatorial 2 x 4, (Gln ou Gln + Glu x 4 períodos de utilização), com 8 tratamentos, 12 repetições e 22 aves por UE. Os tratamentos foram compostos pelo nível de inclusão de 0,4% de Gln ou de Gln + Glu em tempos de fornecimento de 0, 9, 21 ou 42 dias. Tanto no primeiro quanto no segundo ensaio não foram observadas interações ($P > 0,05$) entre os fatores avaliados. No primeiro ensaio foram observadas diferenças ($P < 0,05$) entre o uso de Gln ou de Gln + Glu sobre o ganho de peso (GP, g) e a conversão alimentar (CA, kg/kg) aos 21 dias de idade. As melhorias observadas foram de 2,54% e 1,87 % com a utilização da Gln em comparação à combinação entre Gln e Glu. Também foi observado efeito linear para a conversão alimentar (CA, g/g) e quadrático para peso de peito e de filé e ($P < 0,05$) das aves alimentadas com dietas contendo níveis crescentes de suplementação desses aminoácidos (AA). O nível ótimo de suplementação de Gln ou de Gln + Glu estimado pelas equações quadráticas para o peso de peito foi de 0,336% e de 0,338% para o peso de filé. No segundo ensaio, foi observado que as aves que receberam a suplementação dietética de Gln ou de Gln + Glu em pelo menos 9 dias apresentaram em média uma melhora de 2,51% e 1,62 % para o GP e a CA respectivamente, em comparação ao tratamento isento de suplementação. Para o coeficiente de variação de peso vivo (CV, %), a uniformidade de peso vivo (UNIF, %), o coeficiente de variação de rendimento de peito (CV_{RP} , %) e a uniformidade de rendimento de peito ($UNIF_{RP}$, %), os frangos que

receberam a suplementação dietética de Gln ou de Gln + Glu em pelo menos 21 dias apresentaram, respectivamente, uma melhora ($P < 0,05$) de 13,63; 10,13; 16,19 e 12,11% para essas variáveis quando comparadas as aves que receberam o tratamento isento de suplementação. A suplementação dietética de 0,34% de Gln ou de Gln + Glu melhora o desempenho, o peso de peito e a uniformidade frangos de corte. Recomenda-se a suplementação de 0,4 % de Gln ou de Gln + Glu em dietas pré-iniciais e iniciais de frangos de corte.

ABSTRACT

RIBEIRO JUNIOR, Valdir, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, May, 2015.
Dietary supplementation of glutamic acid and glutamine for broilers.
Adviser: Luiz Fernando Teixeira Albino. Co-advisers: Horacio Santiago Rostagno and
Melissa Izabel Hannas.

The goal of this study was to evaluate the dietary supplementation of glutamic acid (Glu) and glutamine (Gln) on performance, breast yield and uniformity of broilers. A total of 4512 Cobb broiler were used in two trials. In the first study, a total of 2400 chicks from 1 to 21 days of age were distributed according to a randomized block design (RBD) into a 2x4 factorial arrangement (Gln or Gln + Glu x 4 dietary supplementation levels) with 8 treatments of 10 replicates and 30 birds per pen. The treatments were composed by dietary levels of 0, 0.2, 0.4 and 0.6 % of Gln (99 % Gln) or Gln + Glu (at least 95% of Glu). In the second trial, a total of 2112 chickens from 1 to 42 days old were distributed according to a completely randomized design (CRD) into a 2 x 4 factorial arrangement (Gln or Glu + Gln x 4 periods of utilization) with 8 treatments of 12 replicates and 22 birds per pen. The treatments were composed by the level of 0.4% of Gln or Glu + Gln on 4 different supplementation times: 0, 9, 21 or 42 days. In the first and second trials, there were no interactions ($P > 0.05$) among the factors. In the first trial, birds fed diets with Gln supplementation showed an improvement ($P < 0.05$) by 2.54% and 1.87 % for weight gain (BWG, g) and feed:gain conversion (F:G, kg/kg) at 21 days of age when compared with amino acid (AA) combination. It was observed a linear effect for F:G and a quadratic effect for breast weight (BW, g) and fillet weight ($P < 0.05$) with increasing on dietary amino acid supplementation. The optimum level of AA supplementation was estimated by quadratic equations and showed a value of 0.336% for breast weight and 0.338% for fillet weight. In the second trial, birds fed diets with Gln or Gln + Glu at least for 9 days showed an average improvement of 2.51% and 1.62 % for BWG and F:G. For body weight coefficient variation (CV, %), body weight uniformity (UNIF, %), breast yield coefficient variation (CV_{BY}), and breast yield uniformity (UNIF_{BY}), the amino acid supplementation at least for 21 days resulted in an improvement ($P < 0.05$) by 13.63, 10.13, 16.19 and 12.11% respectively. Thus, it is possible to conclude that the dietary supplementation of 0.4% of Gln or Gln + Glu improves performance, breast weight, and

uniformity of broilers. We suggest a dietary supplementation of Gln or Gln plus Glu in pre-initial and initial phase of broilers.

INTRODUÇÃO GERAL

A L-glutamina (Gln) é considerada um aminoácido (aa) não essencial devido à maioria das células animais poderem sintetizá-la (Murakami *et al.*, 2007). No fígado, a L-glutamina é convertida em L-glutamato (Glu) e utilizada na produção de fatores de resposta imunitária como a glutathione (Newsholme *et al.*, 2003). Entretanto, em determinadas circunstâncias patológicas, tais como infecções e traumas, certos tecidos do corpo precisam de uma quantidade de glutamina maior do que o catabolismo muscular é capaz de produzir. (Calder, 1994). Baseando-se nisso, estudos com aves foram realizados no intuito de estimar o nível ideal de suplementação dietética de glutamina e/ou glutamato para obtenção de um adequado crescimento em situações de estresse imunológico (Sakamoto *et al.*, 2006; Bartell e Batal, 2007; Soltan, 2009). Entretanto, a recomendação para esses aminoácidos (AA) apresenta grande variação na literatura, com níveis ótimos para Gln entre 0,5 % (Dai *et al.*, 2011) e 1% (Yi *et al.*, 2005; Zaravize *et al.*, 2011) e de 1,5 % a 3% para a combinação de Gln + Glu respectivamente (Alves *et al.*, 2008; Avellaneda *et al.*, 2008).

Além disso, os níveis ótimos para esses aminoácidos foram determinados considerando diversos fatores fisiológicos e imunológicos como, por exemplo, parâmetros sanguíneos (Soltan, 2009; Dai *et al.*, 2011), morfologia intestinal (Zaravize *et al.*, 2011), imunologia (Yi *et al.*, 2005; Sakamoto *et al.*, 2006; Bartell e Batal, 2007; Soltan, 2009) e atividade enzimática intestinal (Sakamoto *et al.*, 2011) o que em parte pode explicar as diferentes recomendações de suplementação. Entretanto, estudos que apresentem informações a respeito da influência desses aminoácidos sobre a uniformidade do peso e de cortes nobres como, por exemplo, o peito das aves ainda são escassos, sendo essas informações de grande relevância para a indústria de abate. Adicionalmente, em situações de estresse, pode ocorrer diminuição de massa muscular devido ao aumento da demanda de glutamina juntamente com diminuição dos AA que proporcionam o esqueleto de carbono para a sua formação, como aspartato, aas de cadeia ramificada (BCAAs) e de

glutamato, que entram no ciclo de Krebs (Munro, 1979) e esse fato pode interferir diretamente no desempenho produtivo e crescimento dos animais.

Outo ponto também pouco explorado é o tempo ideal de fornecimento desses aminoácidos nas dietas das aves. Há poucos estudos sobre fases de suplementação de Gln ou Gln + Glu em dietas de frangos de corte, sendo que atualmente os estudos das exigências nutricionais de frangos de corte são divididas em fases da vida, a fim de formular dietas que forneçam os nutrientes requeridos com maior precisão (Rostagno *et al.*, 2011). Manvailer (2013) observaram que a melhor estratégia de suplementação de Gln foi de 1,0% de L-glutamina até 14 dias de idade, 0,5% de L-glutamina até aos 21 dias, e 0,0% entre 22 a 42 dias de idade, o que sugere que a suplementação de glutamina seria mais importante no estágio inicial de vida das aves. Sabe-se que a glutamina possui influência sobre o desenvolvimento intestinal (Zaravize *et al.*, 2011) e que, durante a primeira semana de vida de frangos de corte têm a maior taxa de crescimento no trato gastrointestinal (Uni & Ferket, 2004). Além disso, foi reportada a suplementação de Gln, que pode aumentar a altura das vilosidades intestinais em perus (Yi *et al.*, 2005), bem como a sua suplementação pode estimular a proliferação de células do intestino (Inoue *et al.*, 1993, Sakamoto *et al.*, 2011) e isso ajuda a manter a integridade intestinal, função intestinal de barreira, e a regeneração da mucosa do intestino (Sanz *et al.*, 2004), o que é importante em infecções bacterianas preventivas. Adjei *et al.* (1994) reportou que a Gln tem-se mostrado ser eficaz para impedir hiperpermeabilidade intestinal e translocação bacteriana em ratos durante desafios imunológicos.

Dessa forma, objetivou-se com este estudo avaliar o efeito da suplementação dietética de ácido glutâmico e de glutamina sobre o desempenho, rendimento de peito e a uniformidade de frangos de corte.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Adjei AA, Matsumoto Y, Tsuneyuki O, Hiroi Y, Yamamoto S. Dietary arginine and glutamine combination improves survival in septic mice. *Nutrition Research* 1994; 14 (10): 1591-1599.

Alves PCC, Sakamoto MI, de Souza HRB. Determinação do nível ótimo de inclusão de fontes de glutamina na fase inicial de frangos de corte, 2008. Disponível em: <https://uspdigital.usp.br/siicusp/cdOnlineTrabalhoVisualizarResumo?numeroInscricaoTrabalho=4305&numeroEdicao=16>. Acessado em: 13 jan. 2013.

Avellaneda Y, Hernández J, Ariza C. Efecto de la suplementación del glutamina y L-glutamato (Aminogut®) sobre el crecimiento temprano de pollos de engorde. *Rev Med Vet Zootec* 2008; 55: 77-90.

Bartell SM, Batal AB. The Effect of Supplemental Glutamine on Growth Performance, Development of the Gastrointestinal Tract, and Humoral Immune Response of Broilers. *Poultry Science* 2007; 86: 1940-1947.

Calder PC. L-Glutamine and the immune system. *Clinical Nutrition* 1994; 13, 2-8.

Dai SF, Gao F, Zhanga WH. Effects of dietary glutamine and gamma-aminobutyric acid on performance, carcass characteristics and serum parameters in broilers under circular heat stress. *Anim Feed Sci Technol* 2011; 168: 51-60.

Inoue Y, Grant JP, Snyder PJ. Effect of glutamine-supplemented total parenteral nutrition on recovery of the small intestine after starvation atrophy. *Journal of Parental and Enteral Nutrition* 1993; 17(2): 165-170.

Manvailer, G.V. L-Glutamina para frangos de corte criados em ambiente quente. [Dissertação]. Campo Grande (MS): Universidade Federal do Mato Grosso do Sul; 2013.

Munro, H.N. Hormones and the metabolic response to injury. *N Engl J Med* 1979; 41: 300-12.

Murakami AE, Sakamoto MI, Natali MRM, Souza LMG, Franco JRG. Supplementation of L-glutamine and vitamin e on the morphometry of the intestinal mucosa in broiler chickens. *Poultry Science* 2007; 86: 488-495.

Newsholme P, Lima MM, Procopio J. Glutamine and glutamate as vital metabolites. *Braz J Med Biol Res* 2003; 36: 153-163.

Rostagno HS, Albino LFT, Donzele JL. 2011. Brazilian tables for poultry and swine: composition of feedstuffs and nutritional requirements. 3rd edition, Viçosa: UFV. 252 p.

Sakamoto MI, Murakami AE, Silveira TGV. Influence of Glutamine and Vitamin E on the Performance and the Immune Responses of Broiler Chickens. *Rev Bras Cienc Avic* 2006; 8: 243-249.

Sakamoto MI, Faria DE, Nakagi VS. Utilization of glutamine, associated with glutamic acid, on development and enzymatic activity in broiler chickens. *Arq Bras Med Vet Zootec* 2011, 63(4): 962-972.

Sanz A, Celaya S, Gracia P, Gracia ML, Albero YR. Inmunonutrición. *Endocrinol Nutr* 2004; 51: 202-217.

Soltan MA. Influence of Dietary Glutamine Supplementation on Growth Performance, Small Intestinal Morphology, Immune Response and Some Blood Parameters of Broiler Chickens. *Int. J. Poult Sci* 2009; 8: 60-68.

Uni Z, Ferket RP. Methods for early nutrition and their potential. *Poultry Science* 2004; 60: 101-111.

Yi GF, Allee GL, Knight CD, Dibnert JJ. Impact of Glutamine and Oasis Hatchling Supplement on Growth Performance, Small Intestinal Morphology, and Immune Response of Broilers Vaccinated and Challenged with *Eimeria maxima*. *Poult. Sci.*, v.84, p.283-293, 2005.

Zaravize KC, Sartori JR, Pelícia VC, Pezzato AC, Araujo PC, Stradiotti AC, Madeira LA. L-glutamine and nucleotide supplementation in broiler diets in alternative breeding system. *Archivos de Zootecnia* 2011; 60(232): 913-920.

ARTIGO CIENTÍFICO 1

Efeito de níveis de glutamina ou glutamina mais ácido glutâmico sobre o desempenho, rendimento de peito e a uniformidade de frangos de corte

(Submetido para publicação na revista “Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia”)

Efeito de níveis de glutamina ou glutamina mais ácido glutâmico sobre o desempenho, rendimento de peito e a uniformidade de frangos de corte

Effect of dietary supplementation of glutamine or glutamine and glutamic acid on performance, breast yield and uniformity of broilers

Valdir Ribeiro Junior^{1*}; Luiz Fernando Teixeira Albino²; Horácio Santiago Rostagno²; Melissa Isabel Hannas²; Leandro Moreira Silva¹; Rodrigo Knop Guazzi Messias¹; Gabriel Borges Sandt Pessoa³

¹Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, MG

²Universidade Federal de Viçosa – Viçosa, MG

³Ajinomoto do Brasil Ind. e Com. de Alimentos Ltda. Rua Vergueiro, nº 1737. Vila Mariana, São Paulo 04101-000, SP, Brazil

*Autor para correspondência: valribjunior@yahoo.com.br

RESUMO

Objetivou-se avaliar a suplementação dietética de níveis de glutamina (Gln) e de ácido glutâmico (Glu) sobre o desempenho, o rendimento de peito e a uniformidade de frangos de corte. Foram utilizadas 2400 frangos de corte, Cobb 500, de 1 a 21 dias de idade distribuídos em delineamento experimental em blocos casualizado (DBC) em esquema fatorial 2x4 (Gln ou Gln + Glu x 4 níveis de suplementação), em 8 tratamentos com 10 repetições e 30 aves por unidade experimental (UE). Os tratamentos avaliados foram 0; 0,2; 0,4 e 0,6% de Gln (99% Gln) ou de Gln + Glu (mínimo de 95% de Glu). As variáveis-resposta analisadas foram o consumo de ração (CR, g), o ganho de peso (GP, g), a conversão alimentar (CA, g/g), peso de peito (PP, g), peso de filé (PF, g), rendimento de peito (RP, %), rendimento de filé (RF, %), coeficiente de variação do peso vivo (CV, %) e a uniformidade do peso vivo (UNIF, %) das aves de 1 a 9 e de 1 a 21 dias de idade. Não foi observada interação ($P > 0,05$) entre as suplementações de Gln ou Gln + Glu e os níveis de suplementação estudados para todas as variáveis-resposta analisadas durante todo o período experimental. Para a fase de 1 a 9 dias de idade não foi observada diferença ($P > 0,05$) entre as suplementações de Gln e Gln + Glu para todas as variáveis avaliadas. Os níveis de suplementação de Gln ou de Gln + Glu não influenciaram ($P > 0,05$) o GP, enquanto que para o CR foi obtido ($P < 0,05$) efeito quadrático, demonstrado na equação $\hat{Y} = 220,54 + 19,925x - 43,25x^2$ ($R^2 = 0,56$) e apresentando o valor de 0,23 % como nível ótimo de suplementação. Foi observado efeito linear ($P < 0,05$) para as variáveis CA, CV e UNIF por meio das equações estimadas $\hat{Y} = -0,0166x + 1,443$ ($R^2 = 0,69$); $\hat{Y} = -0,93x + 21$ ($R^2 = 0,89$); $\hat{Y} = -0,48x + 10,55$ ($R^2 = 0,90$); e $\hat{Y} = 2,28x + 72,8$ ($R^2 = 0,75$) respectivamente. Para a fase de 1 a 21 dias, o GP, a CA e o CV foram influenciados pelas suplementações de Gln ou de Gln + Glu, sendo que a suplementação de Gln promoveu melhorias de, respectivamente, 2,54, 1,87 e 14,89 % em comparação a combinação de Gln + Glu. Para a CA também foi observado efeito linear ($P < 0,05$), demonstrado pela seguinte equação: $\hat{Y} = -0,008x +$

1,48 ($R^2 = 0,91$). Aos 21 dias, foi observado efeito quadrático ($P < 0,05$) para o PP e para o PF demonstrados, respectivamente, pelas equações: $\hat{Y} = 173,4 + 27,75x - 41,25x^2$ ($R^2 = 0,99$) e $\hat{Y} = 133,65 + 30,5x - 45x^2$ ($R^2 = 0,92$) e apresentando como níveis ótimos de suplementação os respectivos valores de 0,336% e de 0,338%. Recomenda-se a suplementação dietética de 0,34 % de Gln (99% Gln) ou da combinação Gln + Glu (mínimo de 95% de Glu) em dietas de frangos de corte de 1 a 21 dias de idade.

Palavras chave: Aminoácidos não essenciais, crescimento, uniformidade.

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the dietary supplementation of glutamine (Gln) and glutamic acid (Glu) levels on performance, breast meat yield and uniformity of broilers. 2400 broilers cobb 500 were used from 1-21 days old, and distributed in an experimental randomized block design (DBC) in 2x4 factorial design (Gln or Gln + Glu x 4 supplementation levels), with 8 treatments, 10 replicates, and 30 birds per pen. The treatments were composed by levels (0; 0.2; 0.4 to 0.6%) of Gln (99% Gln) or Gln + Glu (minimum of 95% of Glu). The evaluated traits were: feed intake (FI, g), body weight gain (BWG, g), feed:gain (F:G, g/g), breast weight (BW, g), fillet weight (FW, g), breast yield (BY, %), fillet yield (FY, %), body weight coefficient of variation (CV, %), and body weight uniformity (UNIF%) of birds from 1-9 days old and 1-21 days old. There was no interaction ($P > 0.05$) between the supplementation of Gln or Gln + Glu and supplementation levels evaluated for all traits were analyzed throughout the experimental period. For 1-9 days of age, there was no difference ($P > 0.05$) between the supplementation of Gln and Gln + Glu for all traits. The supplementation levels of Gln or Gln + Glu did not influence ($P > 0.05$) on BWG, but it was observed ($P < 0.05$) a quadratic effect on FI, shown by the equation: $\hat{Y} = 220.54 + 19.925X - 43.25x^2$ ($R^2 = 0.56$), and optimal-supplementation level by 0.23%. Linear effects were observed ($P < 0.05$) on F:G, CV, and UNIF. The estimated equations for each parameter were respectively: $\hat{Y} = -0.0166x + 1.443$ ($R^2 = 0.69$); $\hat{Y} = -0.93x + 21$ ($R^2 = 0.89$); $\hat{Y} = -0.48x + 10.55$ ($R^2 = 0.90$); and $\hat{Y} = 2.28x + 72.8$ ($R^2 = 0.75$). For 1-21 days old, BWG, F:G, and CV were influenced by the supplementation of Gln or Gln + Glu. The Gln supplementation promoted improvements of 2.54, 1.87 and 14.89% for BWG, F:G, and CV respectively, when compared with Gln + Glu combination. Also, it was observed a linear effect ($P < 0.05$) on F:G shown by the following equation: $Y = -0,008x + 1.48$ ($R^2 = 0.91$). It was observed quadratic effect ($P < 0.05$) on BW and FW. It was demonstrated by the equations: $\hat{Y} = 173.4 + 27.75x - 41.25x^2$ ($R^2 = 0.99$), and $\hat{Y} =$

$133.65 + 30.5x - 45x^2$ ($R^2 = 0.92$), with optimal-supplementation levels by 0.336% and 0.338% respectively. It is recommended a dietary supplementation of 0.34% of Gln (Gln 99%) or Glu + Gln (minimum of 95% of Glu) in broiler diets from 1 to 21 days of age.

Keywords: non-essential amino acids, growth; uniformity.

INTRODUÇÃO

A glutamina (Gln) é considerada um aminoácido não essencial devido à maioria das células animais poderem sintetizá-la (Murakami *et al.*, 2007). A glutamina no fígado é convertida em glutamato (Glu) e utilizada na produção de fatores de resposta imunitária como a glutathione (Newsholme *et al.*, 2003). Entretanto, em determinadas circunstâncias patológicas, tais como infecções e traumas, certos tecidos do corpo precisam de uma quantidade maior de glutamina do que o catabolismo muscular é capaz de produzir (Calder, 1994). Baseando-se nisso, muitos estudos com aves foram realizados no intuito de estimar o nível ideal de suplementação dietética de glutamina e/ou glutamato para obtenção de um adequado crescimento em situações de estresse imunológico (Sakamoto *et al.*, 2006; Bartell e Batal, 2007; Soltan, 2009). Entretanto, essa recomendação apresenta grande variação na literatura, com níveis ótimos para Gln entre 0,5 % (Dai *et al.*, 2011) e 1% (Yi *et al.*, 2005; Zaravize *et al.*, 2011) e de 1,5 % a 3% para a combinação de Gln + Glu (Alves *et al.*, 2008; Avellaneda *et al.*, 2008).

Alem disso, os níveis ótimos de suplementação baseiam-se em diversas variáveis, sendo encontradas recomendações baseadas principalmente em parâmetros sanguíneos (Dai *et al.*, 2011; Soltan, 2009), morfologia intestinal (Zaravize *et al.*, 2011), imunologia (Soltan, 2009; Bartell e Batal, 2007; Sakamoto *et al.*, 2006; Yi *et al.*, 2005) e atividade enzimática intestinal (Sakamoto *et al.*, 2011) o que em parte pode explicar as diferenças observadas nas recomendações de suplementação desses aminoácidos (AA). Entretanto, para a indústria, o desempenho, o peso e o rendimento de peito como também a uniformidade de peso vivo dos animais apresentam grande relevância, sendo necessários mais estudos sobre a influência da suplementação dietética da Gln ou de Gln + Glu sobre essas variáveis.

Assim, objetivou-se com o presente estudo avaliar a suplementação dietética de níveis de Gln ou de Gln + Glu sobre o desempenho, peso e rendimento de peito como também na uniformidade de peso vivo e de peito de frangos de corte.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo faz parte do projeto de pesquisa aprovado, protocolo nº 38/2013, pelo do Comitê de Ética para Uso de Animais (CEUA) do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa.

O experimento foi realizado no Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa. Foram utilizados 2400 pintos de corte machos, Cobb 500, de 1 a 21 dias de idade com peso médio inicial de 40 g (0,18). Os animais foram distribuídos em delineamento em blocos casualizados (DBC) em esquema fatorial 2 x 4 (Gln ou Gln + Glu e 4 níveis de inclusão), em um total de 8 tratamentos com 10 repetições e 30 aves por unidade experimental (UE). Os blocos experimentais foram determinados devido a diferentes posições dentro do galpão interferirem na luminosidade do ambiente e conseqüentemente no consumo das aves. O período experimental foi constituído de 21 dias e dividido nas fases de 1 a 9 e de 1 a 21 dias.

As aves foram criadas em galpões de alvenaria com pé direito de 3,0 metros, telhas do tipo cimento amianto e muretas de 50 cm com tela de 1”/2 adaptado para experimentação. Elas foram alojadas em boxes com dimensão 1, 25 x 1,80 m (2,25 m²) e piso de cimento. Par aumentar o estresse os animais foram submetidos a jejum alimentar e hídrico por 24 horas após a chegada à granja experimental. Também foi utilizada cama reutilizada de um clico de produção para aumentar a condição de desafio dos animais.

Foram formuladas duas rações basais (Tabela 1) para atender as exigências nutricionais das aves de acordo com as recomendações das Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos (Rostagno *et al.*, 2011) para as fases de 1 a 9 e 9 a 21 dias de idade.

Tabela 1. Composição das dietas basais para as fases de 1 a 9 e 9 a 21 dias de idade (g/kg).

Ingredientes (g/kg)	1 a 9 dias	9 a 21 dias
Milho	357,5	421,7
Farelo de soja, 45%	371,2	324,0
Sorgo	150,0	150,0
Milho Far. Glúten, 60%	50,0	40,0
Óleo de soja	21,8	19,5
Calcário	9,2	9,1
Fosfato bicálcico	19,1	15,5
Sal comum	5,09	4,8
Lisina HCl, 79%	2,75	2,53
DL-Metionina, 99%	2,72	2,31
L-Treonina, 98%	0,41	0,27
Cloreto de Colina, 60%	1,00	1,00
Mistura Mineral ¹	0,50	0,50
Mistura Vitamínica ²	1,00	1,00
Anticoccidiano (Slinomicina 12%)	0,50	0,50
Avilamicina	0,10	0,10
BHT ³	0,10	0,10
Amido ⁴	7,00	7,00
Valores Calculados		
Proteína bruta, g/kg	244,32	221,39
EM, kcal/kg	2950,0	3000,0
Cálcio, g/kg	9,20	8,19
Fósforo disponível, g/kg	4,71	3,99
Fósforo digestível, g/kg	3,95	3,43
Sódio, g/kg	2,20	2,10
Potássio, g/kg	8,40	7,71
Lisina digestível, g/kg	13,10	11,74
Treonina digestível, g/kg	8,52	7,63
Met. + Cis. digestível, g/kg	9,44	8,46

¹ - Quantidade por kg de ração: Frangos de Corte: Pré-Inicial: Cu, 12,5 mg; Fe, 62,5 mg; I, 1,25 mg; Mn, 88 mg; Se, 0,375 mg; Zn, 81,3 mg. Inicial: Cu, 11 mg; Fe, 55 mg; I, 1,10 mg; Mn, 77 mg; Se, 0,330 mg; Zn, 71,5 mg.

² - Quantidade por kg de ração: Fase Pré-Inicial: Vit A, 9375 UI; Vit D₃, 2375 UI, Vit E, 35 UI; Vit K₃, 1,88 mg; Vit B₁, 2,50; Vit B₂, 6,25 mg; Ác. Nicotínico, 37,5 mg; Ác. Pantotênico, 12,5 mg; Vit B₆, 3,5 mg; Vit B₁₂, 0,015 mg; Ác. Fólico, 0,875 mg; Biotina, 0,088 mg; Fase Inicial: Vit A, 8250 UI; Vit D₃, 2090 UI, Vit E, 31 UI; Vit K₃, 1,65 mg; Vit B₁, 2,20; Vit B₂, 5,5 mg; Ác. Nicotínico, 33 mg; Ác. Pantotênico, 11 mg; Vit B₆, 3,08 mg; Vit B₁₂, 0,013 mg; Ác. Fólico, 0,77 mg; Biotina, 0,077 mg; Colina, 330 mg.

³ - Hidroxi butil tolueno

⁴ - L-glutamina e L-glutamina + L-ácido glutâmico (AminoGut®) substituíram o amido nas dietas experimentais.

Os tratamentos experimentais foram constituídos de níveis de inclusão de Gln (Gln, 99%), ou Gln + Glu (mínimo de 95% de Glu) nos níveis de 0; 0,2; 0,4 e 0,6% de cada produto. As variáveis-resposta analisadas foram consumo de ração (CR, g), o ganho de peso (GP, g), a conversão alimentar (CA, g/g), peso de peito (PP, g), peso de filé (PF, g), rendimento de peito (RP, %), rendimento de filé (RF, %), coeficiente de variação do peso vivo (CV, %) e a uniformidade do peso vivo (UNIF, %).

Um total de 6 animais de cada UE foram selecionados aleatoriamente e abatidos para determinação do peso e rendimento de peito e de filé de peito. Foi determinada a UNIF das aves pelo peso médio individual calculando a porcentagem das aves dentro da amplitude de $\pm 10\%$ do peso médio e o CV de cada repetição. Para efetuar a análise estatística, os dados de UNIF e CV foram transformados como demonstrado na equação: $UNIF \text{ (graus)} = [\text{Arc sen } \sqrt{\%/100} \times (180/\pi)]$ (Carvalho, 2009). Os parâmetros foram submetidos à análises estatísticas utilizando o Sistema para Análises Estatísticas e Genéticas (SAEG) utilizando os procedimentos para análise de variância e regressão ao nível de 5% de probabilidade. O modelo estatístico para as análises de variância, para todas as variáveis foi: $Y_{ijk} = \mu + \tau_i + \beta_j + (\tau\beta)_{ij} + \delta_k + \varepsilon_{ijk}$, em que: Y_{ijk} = valor observado k do AA i no nível j; μ = média geral do experimento; τ_i = efeito dos AA i, sendo i = glutamina ou glutamina + ácido glutâmico; β_j = efeito dos níveis j, sendo j = 0; 0,2; 0,4 e 0,6 %; $(\tau\beta)_{ij}$ = interação dos AA i com o nível j; δ_k = efeito de blocos k nas repetições ij; ε_{ijk} = erro aleatório associado a cada observação.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não foi observada interação ($P > 0,05$) entre as suplementações de Gln ou Gln + Glu e os níveis de suplementação estudados para todas as variáveis-resposta analisadas durante todo o período experimental (Tabelas 2 e 3).

Tabela 2. Desempenho, coeficiente de variação e uniformidade de peso de frangos de corte alimentados com ração contendo diferentes níveis de glutamina (Gln) e de glutamina mais ácido glutâmico (Gln + Glu) na fase de 1 a 9 dias de idade.

Tratamentos		Variáveis ³				
		CR (g)	GP (g)	CA (g/g)	CV (%)	UNIF (%)
Gln	0	219,9	155,9	1,423	10,2	74,8
	0,2	220,9	156,5	1,413	9,0	79,7
	0,4	222,1	158,9	1,398	8,3	83,3
	0,6	217,2	160,8	1,352	8,2	82,1
Gln+Glu	0	222,9	156,3	1,421	10,2	72,8
	0,2	219,5	156,8	1,400	9,9	76,8
	0,4	226,4	155,7	1,429	9,4	79,9
	0,6	214,9	156,2	1,377	9,5	78,7
P-valor		0,13	0,19	0,39	0,13	0,12
0		221,4	156,0	1,422	10,2	73,8
0,2		220,2	156,6	1,406	9,5	78,3
0,4		224,2	157,3	1,414	8,9	81,6
0,6		216,1	158,5	1,364	8,8	80,3
L ¹		0,12	0,19	<0,01	0,026	0,011
Q ²		0,049	0,18	0,10	0,23	0,15
Gln		220,0	158,02	1,396	8,9	80,0
Gln+Glu		220,9	156,24	1,406	9,8	77,0
P-valor		0,21	0,19	0,18	0,064	0,14
CV (%) ⁴		3,51	3,83	3,30	21,85	11,17

¹Efeito linear ao nível de 5% de probabilidade.

²Efeito quadrático ao nível de 5% de probabilidade.

³Consumo de ração (CR, g), ganho de peso (GP, g), conversão alimentar (CA, g/g), coeficiente de variação do peso vivo (CV, %) e uniformidade do peso vivo (UNIF, %).

⁴Coeficiente de variação da análise estatística.

Tabela 3. Desempenho, coeficiente de variação, uniformidade, peso e rendimento de peito e filé de frangos de corte alimentados com ração contendo diferentes níveis de glutamina (Gln) e glutamina mais ácido glutâmico (Gln + Glu) de 1 a 21 dias de idade.

Tratamentos		Variáveis ³								
		CR (g)	GP (g)	CA (g/g)	CV (%)	UNIF (%)	PP (g)	PF (g)	RP (%)	RF (%)
Gln	0	1139,7	781,7	1,459	10,3	73,5	171,4	132,0	20,7	15,9
	0,2	1158,7	797,3	1,454	9,2	81,3	178,3	138,0	21,1	16,3
	0,4	1156,3	800,4	1,445	9,0	76,2	176,1	138,6	20,9	16,2
	0,6	1151,1	804,4	1,431	9,2	79,5	177,6	136,8	21,4	16,5
Gln+Glu	0	1152,7	778,7	1,482	11,5	72,5	175,4	135,9	20,9	16,2
	0,2	1139,5	767,6	1,485	11,0	72,9	176,4	136,3	21,1	16,3
	0,4	1152,5	788,2	1,463	9,8	80,3	179,8	140,2	21,3	16,6
	0,6	1127,0	770,2	1,464	10,9	75,8	172,8	134,1	20,9	16,2
P-valor		0,16	0,22	0,19	0,17	0,082	0,15	0,16	0,25	0,27
	0	1146,2	780,2	1,470	10,9	73,0	173,4	133,9	20,8	16,0
	0,2	1149,1	782,5	1,469	10,1	77,1	177,3	137,2	21,1	16,3
	0,4	1154,4	794,3	1,454	9,4	78,2	177,9	139,4	21,1	16,4
	0,6	1139,0	787,3	1,448	10,0	77,6	175,2	135,5	21,2	16,4
	L ¹	0,17	0,22	<0,01	0,12	0,053	0,15	0,16	0,054	0,16
	Q ²	0,15	0,29	0,073	0,13	0,17	0,035	0,047	0,26	0,22
Gln		1151,4	795,9 ^A	1,447 ^A	9,4 ^A	77,6	175,8	136,4	21,0	16,24
Gln+Glu		1142,9	776,2 ^B	1,474 ^B	10,8 ^B	75,4	176,1	136,6	21,1	16,3
P-valor		0,11	<0,01	<0,01	<0,01	0,20	0,12	0,12	0,15	0,31
CV(%) ⁴		2,45	3,39	2,08	20,17	9,95	3,94	5,75	2,87	4,77

^{A,B} médias seguidas por letras diferentes na mesma coluna diferem entre si pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade.

¹Efeito linear ao nível de 5% de probabilidade.

²Efeito quadrático ao nível de 5% de probabilidade.

³Consumo de ração (CR, g), ganho de peso (GP, g), conversão alimentar (CA, g/g), coeficiente de variação do peso vivo (CV, %), uniformidade do peso vivo (UNIF, %), pesos de peito (PP, g) e de peso de filé (PF, g) e rendimentos (%) de peito (RP) e de filé (RF).

⁴Coeficiente de variação da análise estatística.

Para a fase de 1 a 9 dias de idade não foi observada diferença ($P>0,05$) entre as suplementações de Gln e Gln + Glu para todas as variáveis avaliadas.

Para a fase de 1 a 9 dias de idade, os níveis de suplementação de Gln ou de Gln + Glu não influenciaram ($P>0,05$) o GP, enquanto que para o CR foi obtido ($P<0,05$) efeito quadrático, demonstrado na equação: $\hat{Y} = 220,54 + 19,925x - 43,25x^2$ ($R^2 = 0,56$) e apresentando o valor de 0,23% como nível ótimo de suplementação. Estudos recentes têm demonstrado que a glutamina e o glutamato podem induzir a produção de neuropeptídeos orexigênicos e anorexigênicos no cérebro que afetam o consumo de alimentos de mamíferos (Zeni *et al.*, 2000) e o de frangos (Khondowe *et al.*, 2012), tais como NPY hipotalâmico, AgRP, POMC, MC4R, e CRF. No entanto, nestes estudos os aas foram injetados diretamente no sistema nervoso central (ICV), sendo necessários ainda, em virtude disto, estudos para avaliar a influência que esses aminoácidos tem sobre a produção de neuropeptídeos quando eles forem fornecidos para as aves via alimentação.

No presente trabalho, foi observado, para a fase de 1 a 9 dias de idade das aves, efeito linear ($P<0,05$) para as variáveis CA, CV e UNIF por meio das equações estimadas $\hat{Y} = -0,0166x + 1,443$ ($R^2 = 0,69$); $\hat{Y} = -0,93x + 21$ ($R^2 = 0,89$); $\hat{Y} = -0,48x + 10,55$ ($R^2 = 0,90$) e $\hat{Y} = 2,28x + 72,8$ ($R^2 = 0,75$), respectivamente. Estes resultados sugerem que a Gln ou a Gln + Glu poderiam ser indicados para reduzir a variação de peso e tamanho nos lotes de frangos. Provavelmente, esses efeitos podem estar relacionados pela importância metabólica da glutamina nos organismos dos animais. A glutamina é relatada como o aminoácido livre mais abundante no sangue, cerca de 25 a 35% do total de AAs livre no corpo, e mais de 60% do total de aas livres no músculo esquelético (Zaravize *et al.*, 2010). O ácido glutâmico, também é reconhecido como substrato para a síntese de aminoácidos não-essenciais, tendo importância crucial na formulação de dietas baseadas no conceito de proteína ideal (Berres *et al.*, 2010).

Os resultados obtidos no presente trabalho sugerem também que a suplementação de Gln ou de Gln + Glu pode melhorar tanto o CV quanto a UNIF dos lotes de frangos de corte. A UNIF é um fator que pode interferir no rendimento e na qualidade da carcaça dos animais (Silva *et al.*,

1994), e em situações de estresse onde os animais tem perdas no desempenho e no crescimento por necessidades metabólicas específicas, a avaliação da UNIF pode ser representar um indicativo da eficiência que a suplementação dietética de Gln ou Gln + Glu tem em auxiliar o metabolismo das aves, amenizando tais efeitos negativos. Além disso, é relatado que uma das principais consequências da falta de uniformidade corporal em lotes de frangos de corte são o aparecimento de doenças clínicas e subclínicas (Russel, 2003). Assim, pressupõe-se que a suplementação da Gln ou da Gln + Glu poderia ajudar na saúde da mucosa e também combater a evolução de algumas doenças. Yi et al. (2005) relataram que a dieta contendo 1% de Gln, durante as primeiras 48 horas de vida, melhorava o crescimento dos frangos, uma vez que estimulou a produção de IFN- γ (ng / mL) e diminuiu a mortalidade dos animais contaminadas com E. máxima aos 7 e 14 dias de idade.

Para a fase de 1 a 21 dias, o GP, a CA e o CV foram influenciados pelas suplementações de Gln ou de Gln + Glu, sendo que a suplementação de Gln promoveu melhorias de, respectivamente, 2,54, 1,87 e 14,89 % em comparação a combinação de Gln + Glu. Para a CA também foi observado efeito linear ($P < 0,05$), demonstrado pela seguinte equação: $\hat{Y} = -0,008x + 1,48$ ($R^2 = 0,91$). Estes resultados sugerem que a suplementação de Gln ou de Gln + Glu promovem melhorias no desempenho das aves. Estudos recentes têm demonstrado que a suplementação de Gln pode influenciar positivamente no ganho de peso de frangos de corte (Yi et al., 2005; Bartell & Batal, 2007; Ayazi et al., 2014; Fathi et al., 2014; Shakeri et al., 2014).

Aos 21 dias de idade, foi observado efeito quadrático ($P < 0,05$) para o PP e para o PF demonstrados, respectivamente, pelas equações: $\hat{Y} = 173,4 + 27,75x - 41,25x^2$ ($R^2 = 0,99$) e $\hat{Y} = 133,65 + 30,5x - 45x^2$ ($R^2 = 0,92$) e apresentando como níveis ótimos de suplementação os respectivos valores de 0,336% e de 0,338%.

Dessa forma, no presente trabalho, observou-se que suplementação dietética de Gln ou da combinação Gln + Glu (mínimo de 95% de Glu) promoveu melhorias sobre o peso e rendimento dos cortes nobres da carcaça dos frangos de corte (peito e filé) e permitiu, por meio das equações quadráticas, estimar um nível ótimo de suplementações dos AA próximo de 0,34%, enquanto que

outros trabalhos apontam níveis ótimos para Gln de 0,5 % (Dai *et al.*, 2011); 1% (Bartell & Batal, 2007; Soltan, 2009; Yi *et al.*, 2005; Zaravize *et al.*, 2011; Moreira *et al.*, 2008); 1,5 % para Gln + Glu (Avellaneda *et al.*, 2008), 2,8 % Gln + Glu (Sakamoto *et al.*, 2011) e de 1,5% para Gln e 3% para Gln + Glu (Alves *et al.*, 2008). Os diferentes resultados na literatura podem estar relacionados com a grande variedade de parâmetros avaliadas nos diversos estudos, uma vez que a glutamina e o glutamato estão envolvidos em diversas rotas metabólicas no organismo animal (Newsholme, 2001). Alguns trabalhos utilizam, além de respostas no desempenho, avaliação de respostas em parâmetros sanguíneos (Soltan, 2009; Dai *et al.*, 2011) na morfologia intestinal (Zaravize *et al.*, 2011) e atividade imunologia (Sakamoto *et al.*, 2006; Bartell & Batal, 2007; Soltan, 2009; Yi *et al.*, 2005) como também da atividade enzimática intestinal (Sakamoto *et al.*, 2011) para comprovação e avaliação do nível adequado de suplementação da Gln.

Entretanto, a avaliação da suplementação dietética de Glu ou Gln + Glu sobre o peso e rendimento dos peitos dos frangos de corte pode indicar o possível efeito no controle da diminuição da massa muscular em situações de estresse para os animais, uma vez que o músculo esquelético é um dos principais sítios de síntese e liberação de Gln para corrente sanguínea (Newsholme, 2001). Além disso, em situações de stress, há um aumento da liberação da Gln a partir de músculo esquelético, de modo que a sua concentração nesse tecido diminui significativamente (Sanz *et al.*, 2004). Nesse momento, pode ocorrer perda de massa muscular devido ao aumento da demanda de glutamina juntos com uma diminuição dos AA que proporcionam o esqueleto de carbono para a sua formação, como aspartato, aas de cadeia ramificada e de glutamato, que entram no ciclo de Krebs (Munro, 1979).

Dessa forma, as estimativas do nível ótimo de suplementação da Gln ou da Gln + Glu por meio dos resultados de desempenho, da uniformidade de peso vivo, como também do peso e do rendimento de cortes nobres representam importantes informações para a indústria que pode utilizá-las para evitar perdas no processo de abate das aves e ofertar produtos mais homogêneos e de melhor qualidade para o mercado consumidor.

CONCLUSÃO

Recomenda-se a suplementação dietética de 0,34 % de Gln (99% Gln) ou da combinação Glu + Gln (mínimo de 95% de Glu) em dietas de frangos de corte de 1 a 21 dias de idade.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Universidade Federal de Viçosa - UFV, o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq, Brasil), e a Ajinomoto do Brasil Ind e Com.. de Alimentos Ltda -Ajinomoto Nutrição Animal.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, P.C.C.; SAKAMOTO, M.I.; de SOUZA, H.R.B. et al. Determinação do nível ótimo de inclusão de fontes de glutamina na fase inicial de frangos de corte, 2008. Disponível em: <https://uspdigital.usp.br/siicusp/cdOnlineTrabalhoVisualizarResumo?numeroInscricaoTrabalho=4305&numeroEdicao=16>. Acessado em: 13 jan. 2013.

AVELLANEDA, Y.; HERNÁNDEZ, J.; ARIZA, C. et al. Efecto de la suplementación del glutamina y L-glutamato (Aminogut®) sobre el crecimiento temprano de pollos de engorde. *Rev. Med. Vet. Zootec.*, v.55, p.77-90, 2008.

AYAZI, M. The effect of dietary glutamine supplementation on performance and blood antioxidant status of broiler chickens under continuous heat stress condition. *International Journal of Farming and Allied Sciences*, v.3, n.12, p.1213-1219, 2014.

BARTELL, S.M.; BATAL, A.B. The Effect of Supplemental Glutamine on Growth Performance, Development of the Gastrointestinal Tract, and Humoral Immune Response of Broilers. *Poult. Sci.*, v.86, p.1940-1947, 2007.

BERRES, J.; VIEIRA, S.L.; DOZIER, W.A. Broiler responses to reduced-protein diets supplemented with valine, isoleucine, glycine, and glutamic acid. *The Journal of Applied Poultry Research*, v.19, p.68-79, 2010.

CALDER, P.C. Glutamine and the immune system. *Clin. Nutr.*, v.13, p.2-8, 1994.

CARVALHO, T.A. *Avaliação de dietas com glutamina e glicina para pintos de corte contendo diferentes relações treonona: lisina*. 2009. 118f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

DAI, S.F.; GAO, F.; ZHANG, W.H. et al. Effects of dietary glutamine and gamma-aminobutyric acid on performance, carcass characteristics and serum parameters in broilers under circular heat stress. *Anim. Feed Sci. Technol.* v.168, p.51-60, 2011.

FATHI, M.; TANHA, T.; DANESHYAR, M. Effects of glutamine supplementation on growth performance and antioxidant status in broilers with pulmonary hypertension syndrome (PHS). *Iranian Journal of Applied Animal Science*, v.4, n.3, 579-585, 2014.

KHONDOWE, P.; WANG, S.; CHEN, S.; YU, J.; ZHU, X.; WANG, L.; GAO, P.; XI, Q.; ZHANG, Y.; SHU, G.; JIANG, Q. Effects of central administration of glutamine and alanine on feed intake and hypothalamic expression of orexigenic and anorexigenic neuropeptides in broiler chicks. *Journal of Integrative Agriculture*, v.11, n.7, p.1173-1180, 2012.

MOREIRA, J.S.; FREITAS, J.D.A.; da SILVA, T. et al. Suplementação de glutamina na ração de frangos de corte desafiados com *Eimeria acervulina*. In: VISIC: SIMPÓSIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA. São Luis de Montes Belos- UEG. Goiás, 2008.

MUNRO, H.N. Hormones and the metabolic response to injury. 1979. *N. Engl. J. Med.*, v.41, p.300-12, 1979.

MURAKAMI, A.E.; SAKAMOTO, M.I.; NATALI, M.R. et al. Supplementation of Glutamine and Vitamin E on the Morphometry of the Intestinal Mucosa in Broiler Chickens. *Poult. Sci.*, v.86, p.488-495, 2007.

NEWSHOLME, P. Why is L-glutamine metabolism important to cells of the immune system in health, postinjury, surgery or infection? *J. Nutr.*, v.131, p.2515S-2522S, 2001.

NEWSHOLME, P.; LIMA, M. M.; PROCOPIO, J. et al. Glutamine and glutamate as vital metabolites. *Braz. J. Med. Biol. Res.* v.36, p.153-163, 2003.

ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. et al. 2011. Brazilian tables for poultry and swine: composition of feedstuffs and nutritional requirements. 3rd edition, Viçosa: UFV. 252 p.

RUSSEL, S.M. The effect of airsacculitis on bird weights, uniformity, fecal contamination, processing errors, and populations of *Campylobacter* spp. and *Escherichia coli*. *Poultry Science*, v.82, n.8, p.1326-1331, 2003.

SAKAMOTO, M. I.; MURAKAMI, A.E.; SILVEIRA, T.G.V. et al. Influence of Glutamine and Vitamin E on the Performance and the Immune Responses of Broiler Chickens. *Rev. Bras. Cienc. Avic.*, v.8, p.243-249, 2006.

SAKAMOTO, M.I.; FARIA, D.E.; NAKAGI, V.S. et al. Utilization of glutamine, associated with glutamic acid, on development and enzymatic activity in broiler chickens. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v.63, n.4, p.962-972, 2011.

SANZ, A.; CELAYA, S.; GRACIA, P.; GRACIA, M.L.; ALBERO, Y.R. Inmunonutrición. *Endocrinol. Nutr.*, v.51, n.4, p.202-17, 2004.

SHAKERI, M.; ZULKIFLI, I.; SOLEIMANI, A.F.; O'REILLY, E.L.; ECKERSALL, P.D.; ANNA, A.A.; KUMARI, S.; ABDULLAH, F.F.J. Response to dietary supplementation of L-glutamine and L-glutamate in broiler chickens reared at different stocking densities under hot, humid tropical conditions. *Poultry Science*, v.93, p.2700-2708, 2014.

SILVA, A. B. P.; GARCIA, E.A.; MENDES, A.A. Efeito do sexo sobre desempenho e uniformidade em lotes de frangos de corte. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 1994, Campinas. *Anais...* Campinas: [s.n] 1994. p.107-108. (Resumo).

SISTEMA DE ANÁLISES ESTATÍSTICAS E GENÉTICAS - SAEG. Versão 8.0. Viçosa: UFV, 2001. 142p.

SOLTAN, M. A. Influence of Dietary Glutamine Supplementation on Growth Performance, Small Intestinal Morphology, Immune Response and Some Blood Parameters of Broiler Chickens. *Int. J. Poult. Sci.*, v.8, n.1, p.60-68, 2009.

YI, G.F.; ALLEE, G.L.; KNIGHT, C.D.; DIBNERT, J.J. Impact of Glutamine and Oasis Hatchling Supplement on Growth Performance, Small Intestinal Morphology, and Immune Response of Broilers Vaccinated and Challenged with *Eimeria maxima*. *Poult. Sci.*, v.84, p.283-293, 2005.

ZARAVIZE, K.C.; SARTORI, J.R.; PELÍCIA, V.C.; PEZZATO, A.C.; ARAUJO, P.C.; STRADIOTTI, A.C.; MADEIRA, L.A. L-glutamine and nucleotide supplementation in broiler diets in alternative breeding system. *Archivos de Zootecnia*, v.60, n.232, p.913-920, 2011.

ZENI, L.A.; SEIDLER, H.B.; DE CARVALHO, N.A.; FREITAS, C.G.; MARINO-NETO, J.; PASCHOALINI, M.A. Glutamatergic control of food intake in pigeons: effects of central injections of glutamate, NMDA, and AMPA receptor agonists and antagonists. *Pharmacology, Biochemistry and Behavior*, v.65, n.1, p.67-74, 2000.

ARTIGO CIENTÍFICO 2

Dietary supplementation programs of glutamine or glutamine plus glutamic acid on performance, breast meat yield, and uniformity of broilers from 1-42 days old

(Aceito para publicação na revista “Brazilian Journal of Poultry Science” como technical note)

Dietary supplementation programs of glutamine or glutamine plus glutamic acid on performance, breast meat yield, and uniformity of broilers from 1-42 days old¹

Valdir Ribeiro Junior⁴, Luiz Fernando Teixeira Albino², Horácio Santiago Rostagno², Melissa Isabel Hannas², Cleverton Luis Nascimento Ribeiro⁴, Rodolfo Alves Vieira⁴, Wagner Azis Garcia de Araújo⁵, Gabriel Borges Sandt Pessoa³, Rodrigo Knop Guazzi Messias⁴, Diego Ladeira da Silva⁴

¹ *Project financed by Ajinomoto do Brasil Ind. e Com. de Alimentos Ltda.*

² *Federal University of Viçosa, Department of Animal Science, Av PH Rolfs S/N, Viçosa 36570-000, MG, Brazil*

³ *Ajinomoto do Brasil Ind. e Com. de Alimentos Ltda. Rua Vergueiro, nº 1737. Vila Mariana, São Paulo 04101-000, SP, Brazil*

⁴ *Doctorate program-UFV/DZO*

⁵ *Federal Institute of Education, Science and Technology of Northern Minas Gerais, 39480-000, Brazil*

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the dietary supplementation times of glutamine (Gln) or Gln plus glutamate (Glu) on performance, breast yield, and uniformity of broilers. A total of 2,112 male Cobb 500[®] broilers from 1-42 days (d) old were distributed in a completely randomized design and 2×4 factorial arrangement, (Gln or Gln plus Glu \times 4 supplementation times). A total of 8 treatments were evaluated with 12 replicates, and 22 broilers per pen. The treatments consisted of the inclusion or not of 0.4% of Gln or Gln plus Glu in different supplementation times: 0d (negative control), 9d, 21d, and 42d of supplementation. Feed intake (FI, g), body weight gain (BWG, g), feed:gain (F:G, g/g), body weight coefficient of variation (CV, %), body weight uniformity (UNIF, %), breast weight (BW, g), breast yield (BY, %), breast weight coefficient of variation (CV_B, %), breast weight uniformity (UNIF_B,%), breast yield coefficient of variation (CV_{BY}, %), breast yield uniformity (UNIF_{BY}, %) were evaluated. The treatments supplemented with Gln or Gln plus Glu during 9d led to an improvement ($p < 0.05$) in BWG by 3%. For CV, UNIF, CV_{BY}, UNIF_{BY}, the Gln or Gln plus Glu supplementation until 21d old resulted in improvement by 14, 10, 16, and 12% ($p < 0.05$) respectively. Thus, this study suggests the dietary supplementation of Gln or Gln plus Glu may improve BWG and UNIF of broilers on pre-initial and initial phases.

Keywords: breast, growth, non-essential amino acids, uniformity

INTRODUCTION

Glutamine (Gln) and glutamate (Glu) are considered as non-essential amino acids (AA) because most animal cells may synthesize them, also Gln may be converted on Glu in the liver (Lehninger *et al.*, 2006). However, differences on Gln and Gln plus Glu supplementation are related (Alves *et al.*, 2008; Dai *et al.*, 2011; Sakomoto *et al.*, 2011), and these AA combination can reduce the cost of their supplementation on broiler diets.

Additionally, there are some information about the benefic utilization of Gln on feed intake (Zeni *et al.*, 2000; Khondowe *et al.*, 2012) and body weight gain of broilers (Ayazi *et al.*, 2014; Fathi *et al.*, 2014; Shakeri *et al.*, 2014). However, information about the influence of Gln or Gln plus Glu on weight breast and breast yield are scarce, and is related that in certain pathological circumstances such as trauma and infection, specific tissues need a greater amount of Gln than muscle catabolism is capable of producing (Calder, 1994). Also, the uniformity parameter can represent the influence of Gln or Glu on carcass characteristics. Since, this parameter may influence the quality and yield carcass of broilers (Silva *et al.*, 1994).

Studies about Gln or Gln plus Glu supplementation times on broiler diets are scarce. Currently, the nutritional broiler requirements are evaluated at different phases of life in order to formulate diets that meet their needs with greater precision (Rostagno *et al.*, 2011).

Thus, the aim of this study was to evaluate the effect of dietary supplementation programs of glutamine or glutamine plus glutamic acid on performance, breast meat yield, and uniformity of broilers from 1-42 days old.

MATERIAL AND METHODS

The study was carried out according to the recommendations of the Ethics Committee for Animal Use of the Department of Animal Science (DZO/ UFV), N°. 38/2013.

The experiment was carried out at the Poultry Section - DZO/ UFV. A total of 2,112 male Cobb 500 broilers with an initial body weight of 43 g (0.17) were distributed in a completely randomized design and 2×4 factorial arrangement (Gln or Gln plus Glu \times 4 supplementation times), 8 treatments, 12 replicates, and 22 birds per pen.

Three basal diets were formulated (Table 1) to meet broiler nutritional requirements according to Rostagno *et al.* (2011).

The treatments were inclusion or not of 0.4% of Gln or Gln plus Glu in different supplementation times: 0d (negative control), 9d, 21d, and 42d. It was used a commercial Gln (99% Gln) and AminoGut[®] as source of Gln plus Glu (minimum 95% of Glu), Table 2.

To challenge the health condition, broilers were subjected to reused litter and fasting (feed and water) for 24 hours after their arrival at the farm.

Table 1. Ingredients and nutrient composition of diets (g/kg).

Ingredients (g/kg)	Pre – initial (1 to 9d)	Initial (9 to 21d)	Growth/finishing (21 to 42d)
Corn	357.5	422.0	488.3
Soybean meal 45%	371.2	324.0	287.2
Sorghum	150.0	150.0	150.0
Gluten corn meal 60%	50.0	40.0	0.0
Soybean oil	21.8	19.5	37.8
Limestone	9.2	9.1	7.6
Bi-calcium phosphate	19.1	15.6	10.8
Salt	5.1	4.8	4.5
L-lysine HCl, 79%	2.8	2.5	2.0
DL-methionine, 99%	2.7	2.3	2.4
L-threonine, 98%	0.4	0.3	0.4
Choline chloride, 60%	1.0	1.0	1.0
Mineral mixture ¹	1.3	1.1	0.8
Vitamin mixture ²	1.3	1.1	0.8
Anticoccidial (salinomycin 12%)	0.5	0.5	0.5
Avilamicyn	0.1	0.1	0.1

BHT ³	0.1	0.1	0.1
Starch ⁴	6.0	6.0	6.0
Calculated values			
Crude protein, g/kg	244.3	221.4	185.1
ME, kcal/kg.	2,950	3,000	3,150
Calcium, g/kg	9.2	8.2	6.4
Available phosphorus, g/kg	4.7	4.0	3.0
Digestible phosphorus, g/kg	4.0	3.4	2.7
Sodium g/kg	2.2	2.1	2.0
Potassium g/kg	8.4	7.7	7.2
Digestible lysine, g/kg	13.1	11.7	10.1
Digestible Met. plus Cis., g/kg	9.4	8.5	7.4
Digestible threonine, g/kg	8.5	7.6	6.6

¹ – Amount per kg of feed: Broilers: Pre-Initial: Cu, 12.5 mg; Fe, 6.5 mg; I, 1,25 mg; Mn, 88 mg; Se, 0.375 mg; Zn, 81.3 mg. Initial: Cu, 11 mg; Fe, 55 mg; I, 1.10 mg; Mn, 77 mg; Se, 0.330 mg; Zn, 71.5 mg. Growth II (34 – 42 days): Cu, 7.5 mg; Fe, 37.5 mg; I, 0.75 mg; Mn, 53 mg; Se, 0.225 mg; Zn, 48.8 mg.

² – Amount per kg of feed: Pre-Initial phase: Vit A, 9375 UI; Vit D₃, 2375 UI, Vit E, 35 UI; Vit K₃, 1.88 mg; Vit B₁, 2.50; Vit B₂, 6.25 mg; Nicotinic acid, 37.5 mg; Pantothenic acid, 12.5 mg; Vit B₆, 3.5 mg; Vit B₁₂, 0.015 mg; Folic acid, 0.875 mg; Biotin, 0.088 mg; Initial phase: Vit A, 8250 UI; Vit D₃, 2090 UI, Vit E, 31 UI; Vit K₃, 1.65 mg; Vit B₁, 2.20; Vit B₂, 5.5 mg; Nicotinic acid, 33 mg; Pantothenic acid, 11 mg; Vit B₆, 3.08 mg; Vit B₁₂, 0.013 mg; Folic acid, 0.77 mg; Biotin, 0.077 mg; Choline, 330 mg. Growth phase II (34 – 42 dias): Vit A, 5625 UI; Vit D₃, 1425 UI, Vit E, 21 UI; Vit K₃, 1.13 mg; Vit B₁, 1.50; Vit B₂, 3.75 mg; Nicotinic acid, 22.5 mg; Pantothenic acid, 7.5 mg; Vit B₆, 2.10 mg; Vit B₁₂, 0.009 mg; Folic acid, 0,525 mg; Biotin, 0.053 mg;

³ - Butyl hydroxy toluene

⁴- Glutamine and AminoGut[®] replaced the starch in the experimental diets.

Table 2. Description of the experimental treatments.

Supplementation programs	Pre – initial (1 to 9d)	Initial (9 to 21d)	Growth/finishing (21 to 42d)
0d	0.0 % Gln	0.0 % Gln	0.0 % Gln
9d	0.4 % Gln	0.0 % Gln	0.0 % Gln
21d	0.4 % Gln	0.4 % Gln	0.0 % Gln
42d	0.4 % Gln	0.4 % Gln	0.4 % Gln
0d	0.0 % Gln plus Glu	0.0 % Gln plus Glu	0.0 % Gln plus Glu
9d	0.4 % Gln plus Glu	0.0 % Gln plus Glu	0.0 % Gln plus Glu
21d	0.4 % Gln plus Glu	0.4 % Gln plus Glu	0.0 % Gln plus Glu
42d	0.4 % Gln plus Glu	0.4 % Gln plus Glu	0.4 % Gln plus Glu

The evaluated traits were: feed intake (FI, g), body weight gain (BWG, g), feed:gain (F:G, g/g), body weight coefficient of variation (CV, %), body weight uniformity (UNIF, %), breast weight (BW, g), breast yield (BY, %), breast weight coefficient of variation (CV_B, %), breast

weight uniformity ($UNIF_B$, %), breast yield coefficient of variation (CV_{BY} , %), and breast yield uniformity ($UNIF_{BY}$, %).

At 42d, 10 birds from each pen were slaughtered to evaluate the breast characteristics according to Sakomura & Rostagno (2007).

All data were analyzed using the MIXED procedure of SAS (SAS Institute, 2010). The means of the treatments were submitted to ANOVA and were compared using the Tukey test at 5% of probability. To perform the statistical analysis on UNIF and CV, all data were processed as shown by the following equation: UNIF or CV (degrees) = $[\text{Arc sen } \sqrt{\% / 100} \times (180 / \pi)]$ (Carvalho, 2009).

The statistical model was: $Y_{ijk} = \mu + \tau_i + \beta_j + (\tau\beta)_{ij} + \delta_k + \varepsilon_{ijk}$. Where Y_{ijk} is the observation “k” of AA “i” in time “j”; μ is the overall mean; τ_i is the effect of AA “i”; β_j is the effect of time “j”; $(\tau\beta)_{ij}$ is the interaction of AA “i” \times time “j”; δ_k is the random effect of replication “k”; and ε_{ijk} is the residual random error.

RESULTS AND DISCUSSION

No interaction ($p > 0.05$) was observed between the studied factors on all evaluated traits. No difference ($p > 0.05$) was observed between dietary Gln and Gln plus Glu supplementation on all traits (Table 3).

Table 3. Performance, breast characteristics, coefficient of variation, and uniformity of broilers fed diets with different supplementation times of glutamine or glutamine plus glutamic acid from 1-42d old.

Treatments		Evaluated Traits ¹										
		FI (g)	BWG (g)	F:G (g/g)	CV (%)	UNIF (%)	BW (g)	BY (%)	CV _B (%)	UNIF _B (%)	CV _{BY} (%)	UNIF _{BY} (%)
Gln	0d	4159.8	2446.2	1.702	10.4	68.4	625.2	30.8	13.4	60.7	7.18	81.12
	9d	4241.8	2541.3	1.669	10.0	70.7	634.6	31.2	12.6	56.5	6.43	83.47
	21d	4219.5	2519.1	1.675	8.8	76.6	631.9	31.0	11.1	64.1	6.38	86.89
	42d	4238.5	2555.9	1.659	8.5	78.9	647.6	31.5	11.0	64.6	5.58	94.63
Gln plus Glu	0d	4186.3	2472.1	1.695	10.0	69.1	625.5	31.1	12.7	59.8	7.41	80.55
	9d	4185.8	2504.8	1.671	9.3	71.7	625.4	30.9	12.0	63.0	6.66	83.71
	21d	4184.2	2503.0	1.672	8.5	76.9	630.1	31.2	11.7	61.0	6.15	85.92
	42d	4211.5	2501.1	1.685	8.5	76.0	626.3	31.2	11.2	62.7	5.73	89.72
P-value		0.56	0.29	0.49	0.87	0.91	0.62	0.42	0.80	0.74	0.54	0.87
SEM		39.5	24.1	0.012	0.44	3.03	9.75	0.25	0.78	4.83	0.32	3.34
	0d	4173.1	2459.1 ^b	1.698	10.2 ^b	68.8 ^b	625.4	30.9	13.0	60.3	7.30 ^b	80.84 ^b
	9d	4213.8	2523.0 ^a	1.670	9.6 ^b	71.2 ^{ab}	630.0	31.0	12.3	59.8	6.55 ^{ab}	83.59 ^b
	21d	4201.8	2511.1 ^a	1.673	8.7 ^a	76.8 ^a	631.0	31.1	11.4	62.6	6.26 ^a	86.41 ^{ab}
	42d	4225.0	2528.5 ^a	1.672	8.5 ^a	77.4 ^a	636.9	31.3	11.1	63.6	5.66 ^a	92.17 ^a
P-value		0.34	<0.01	0.06	<0.01	0.01	0.64	0.45	0.08	0.83	<0.01	0.02
SEM		33.5	18.6	0.008	0.31	2.14	7.39	0.18	0.55	3.43	0.28	2.40
Gln or		4214.9	2515.6	1.676	9.4	73.7	634.9	31.1	12.0	61.5	6.39	86.53
Gln plus Glu		4191.9	2495.2	1.681	9.1	73.4	626.8	31.1	11.9	61.6	6.49	84.97
P-value		0.27	0.18	0.59	0.24	0.91	0.21	0.89	0.81	0.96	0.29	0.30
SEM		29.9	15.1	0.006	0.22	1.51	5.87	0.13	0.39	2.45	0.14	2.15

^{a,b} Means followed by different letters in the same column are significantly different by Tukey test at 5% probability level (P<0.05). SEM, pooled standard error of the means;

¹Feed intake (FI, g), body weight gain (BWG, g), feed:gain (F:G, g/g), body weight coefficient of variation (CV, %), body weight uniformity (UNIF, %), breast weight (BW, g), breast yield (BY, %), breast weight coefficient of variation (CV_B, %), breast weight uniformity (UNIF_B, %), breast yield coefficient of variation (CV_{BY}, %), breast yield uniformity (UNIF_{BY}, %).

The treatments did not influence on FI, F:G, BW, BY, CV_B, and UNIF_B ($p>0.05$). Some studies did not show influence of dietary Gln or Glu supplementation on broilers FI and FC on different phases of production (Bartell & Batal, 2007; Fasina *et al.*, 2010; Ayazi, 2014). Nevertheless, recent studies have been shown Gln and Glu injected directly in the central nervous system may induce production of neuropeptides that affect mammalian (Zeni *et al.*, 2000) and chicken consumption (Khondowe *et al.*, 2012). Thus, further studies would be necessary for evaluating the influence by dietary supplementation.

The BWG, CV, UNIF, CV_{BY}, and UNIF_{BY} were influenced ($p<0.05$) by the supplementation programs. Birds fed diets with 0.4% of Gln or Gln plus Glu over 9d showed improvement in BWG by 3%. Gln or Glu plus Glu supplementation has been shown influence on BWG of broilers (Yi *et al.*, 2005; Ayazi *et al.*, 2014; Fathi *et al.*, 2014).

The Gln or Gln plus Glu supplementation over 21d resulted on improvement ($p<0.05$) by 14, 10, 16, and 12% on CV, UNIF, CV_{BY}, and UNIF_{BY}. Thus, this supplementation over 21d is sufficient to obtain benefits on whole phase production. Probably, these effects can be associated with the gastrointestinal development on initial phase of life (Yanfen *et al.*, 2006; and Sakamoto *et al.*, 2011). Nutrition during the initial phase of life has been studied due to the correlation between body weight on the 7th day old and the body weight at slaughter. In addition, this stage represents about 20% of chicken life, which occurs at greater rate of intestine growth (Uni & Ferket, 2004). Zavarize *et al.* (2011) observed the inclusion of 1.0% of Gln for 21 days improved broiler performance, and reported that AA supplementation was not necessary in the final production phase. Manvailer (2013) observed that the best supplementation strategy of Gln was 1% (over 14d), 0.5% (over 21d), and 0% (22-42d) resulting on greater BW, BWG, BW, and BY.

Thus, this study suggests the dietary Gln or Gln plus Glu supplementation may improve BWG and UNIF of broilers on pre-initial and initial phases.

CONCLUSION

The dietary supplementation of 0.4% of Gln (Gln 99%) or Gln plus Glu (minimum 95%) in pre-initial and initial phase of production may improve BWG and UNIF of broilers.

ACKNOWLEDGEMENTS

We thank to the Universidade Federal de Viçosa – UFV, the Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq, Brazil), and the Ajinomoto do Brasil Ind. e Com. de Alimentos Ltda -Ajinomoto Animal Nutrition.

REFERENCES

Ayazi M. The effect of dietary glutamine supplementation on performance and blood antioxidant status of broiler chickens under continuous heat stress condition. *International Journal of Farming and Allied Sciences* 2014; 3(12): 1213-1219.

Bartell SM, Batal AB. The effect of supplemental glutamine on growth performance, development of the gastrointestinal tract, and humoral immune response of broilers. *Poultry Science* 2007; 86:1940-1947.

Calder PC. L-Glutamine and the immune system. *Clinical Nutrition* 1994; 13, 2-8.

Carvalho TA. Avaliação de dietas com glutamina e glicina para pintos de corte contendo diferentes relações treonona: lisina. [Dissertation]. Viçosa (MG): Universidade Federal de Viçosa; 2009.

Fasina YO, Bowers JB, Hess JB, Mckee SR. Effect of dietary glutamine supplementation on salmonella colonization in the ceca of young broiler chicks. *Poultry Science* 2010; 89: 1042-1048.

Fathi M, Tanha T, Daneshyar M. Effects of glutamine supplementation on growth performance and antioxidant status in broilers with pulmonary hypertension syndrome (PHS). *Iranian Journal of Applied Animal Science* 2014; 4(3): 579-585.

Khondowe P, Wang S, Chen S, Yu J, Zhu X, Wang L, Gao P, Xi Q, Zhang Y, Shu G, Jiang Q. Effects of central administration of glutamine and alanine on feed intake and hypothalamic expression of orexigenic and anorexigenic neuropeptides in broiler chicks. *Journal of Integrative Agriculture* 2012; 11(7): 1173-1180.

Lehninger AL, Nelson DL, Cox MM. *Princípios de bioquímica*. 4.ed. São Paulo: Sarvier; 2006.

Manvailer, G.V. L-Glutamina para frangos de corte criados em ambiente quente. [Dissertation]. Campo Grande (MS): Universidade Federal do Mato Grosso do Sul; 2013.

Rostagno HS, Albino LFT, Donzele JL, Gomes PC, Oliveira RF, Lopes DC, Ferreira AS, Barreto SLT, Euclides RF. *Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais*. UFV, Viçosa, 3st edition, 2011 251 p.

Sakamoto MI, Faria DE, Nakagi VS, Negrão JA, Araújo RB, Souza KMR, Previero TC. Utilization of glutamine, associated with glutamic acid, on development and enzymatic activity in broiler chickens. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia* 2011; 63 (4): 962-972.

Sakomura NK, Rostagno HS. Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos. Funep, Jaboticabal, 3st edition, 2007 283p.

SAS Institute, Inc., 2010. SAS OnlineDoc[®] Version 9.1.3, Cary, NC, USA.

Shakeri M, Zulkifli I, Soleimani AF, O'Reilly EL, Eckersall PD, Anna AA, Kumari S, Abdullah FFJ. Response to dietary supplementation of L-glutamine and L-glutamate in broiler chickens reared at different stocking densities under hot, humid tropical conditions. Poultry Science 2014; 93: 2700-2708.

Uni Z, Ferket RP. Methods for early nutrition and their potential. Poultry Science 2004; 60: 101-111.

Yanfen L, Jiansheng M, Xiaoliang H. Effect of glutamine supplementation on development of small intestine, structure and absorption of broilers. Chinese Agricultural Science Bulletin 2006; 22(8):39-39.

Yi GF, Allee GL, Knight CD, Dibnert JJ. Impact of L-glutamine and oasis hatchling supplement on growth performance, small intestinal morphology, and immune response of broilers vaccinated and challenged with *Eimeria maxima*. Poultry Science 2005; 84: 283-293.

Zaravize KC, Sartori JR, Pelícia VC, Pezzato AC, Araujo PC, Stradiotti AC, Madeira LA. L-glutamine and nucleotide supplementation in broiler diets in alternative breeding system. Archivos de Zootecnia 2011; 60(232): 913-920.

Zeni LA, Seidler HB, de Carvalho NA, Freitas CG, Marino-Neto J, Paschoalini MA. Glutamatergic control of food intake in pigeons: effects of central injections of glutamate, NMDA, and AMPA receptor agonists and antagonists. *Pharmacology, Biochemistry and Behavior* 2000; 65(1): 67-74.

CONCLUSÃO GERAL

A suplementação dietética de glutamina ou da combinação de glutamina e ácido glutâmico é recomendada em dietas de frangos de corte.

É recomendada a suplementação dietética de 0,34-0,4 % de glutamina (99% de glutamina) ou da combinação de glutamina mais ácido glutâmico (mínimo de 95% de ácido glutâmico) em dietas de frangos de corte de 1 a 21 dias de idade.

A suplementação de 0,4% de glutamina (99% de glutamina) ou da combinação de glutamina mais ácido glutâmico (mínimo 95% de ácido glutâmico) é recomendada em dietas pré-iniciais e iniciais de frangos de corte para melhorar o desempenho e a uniformidade de peso vivo das aves.

APÉNDICE



UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA

Campus Universitário - Viçosa, MG - 36578-000 - Telefone: (31) 3899.2262 - Fax: (31) 3899.2275 - e-mail: dz@ufv.br

Comitê de Ética para Uso de Animais/DZO

Viçosa, 29 de julho de 2013

CERTIFICADO

O Comitê de Ética para Uso de Animais do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa certifica que o processo nº 38/2013, intitulado "Efeito da suplementação dietética de ácido glutâmico, glutamina e arginina sobre o desempenho, o rendimento de peito e a uniformidade de frangos de corte", coordenado pelo Prof(a). Luiz Fernando Teixeira Albino, está de acordo com os princípios éticos da experimentação animal, estabelecido pelo Colégio Brasileiro de Experimentação Animal e com a legislação vigente, tendo sido aprovado por este Comitê em 29/Jul/2013.

CERTIFICATE

The Ethic Committee in Animal Use of Animal Science Department/Universidade Federal de Viçosa certify that the process number 38/2013, named "Effect of dietary supplementation of glutamic acid, glutamine and arginine on performance, breast meat yield and uniformity of broilers", coordinated by Prof(a). Luiz Fernando Teixeira Albino, is in agreement with the Ethical Principles for Animal Research established by the Brazilian College for Animal Experimentation (COBEA) and with actual Brazilian legislation. This Institutional Committee approved this process on Jul, 29th, 2013.

Marcos Inácio Marcondes
Presidente do CEUA/DZO/UFV

Normas das revistas:

Artigo 1:

Periódico intitulado “Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia”

Normas para publicação:

2. Título: Em português e em inglês. Deve contemplar a essência do artigo e não ultrapassar 150 dígitos.

3. Autores e Filiação. Os nomes dos autores são colocados abaixo do título, com identificação da instituição a que pertencem. O autor para correspondência e seu e-mail devem ser indicados com asterisco.

3.1. Nota: o texto do artigo em Word deve conter o nome dos autores e filiação. O texto do artigo em pdf NÃO deve conter o nome dos autores e filiação.

4. Resumo e Abstract: Deve ser o mesmo apresentado no cadastro contendo até 2000 dígitos incluindo os espaços, em um só parágrafo. Não repetir o título e não acrescentar revisão de literatura. Incluir os principais resultados numéricos, citando-os sem explicá-los, quando for o caso. Cada frase deve conter uma informação. Atenção especial às conclusões.

5. Palavras-chave e Keywords: No máximo cinco.

6. Introdução: Explicação concisa, na qual são estabelecidos brevemente o problema, sua pertinência e relevância e os objetivos do trabalho. Deve conter poucas referências, suficientes para balizá-la.

7. Material e Métodos: Citar o desenho experimental, o material envolvido, a descrição dos métodos usados ou referenciar corretamente os métodos já publicados. Nos trabalhos que envolvam animais e/ou organismos geneticamente modificados deverá constar, obrigatoriamente, o número do protocolo de aprovação do Comitê de Bioética e/ou de Biossegurança, quando for o caso.

8. Resultados. Apresentar clara e objetivamente os resultados encontrados.

9. Tabela. Conjunto de dados alfanuméricos ordenados em linhas e colunas. Usar linhas horizontais na separação dos cabeçalhos e no final da tabela. O título da tabela recebe inicialmente a palavra Tabela, seguida pelo número de ordem em algarismo arábico e ponto (ex.: Tabela 1.). No texto a tabela deve ser referida como Tab seguida de ponto e do número de ordem (ex.: Tab. 1), mesmo quando se referir a várias tabelas (ex.: Tab. 1, 2 e 3). Pode ser apresentada em espaçamento simples e fonte de tamanho menor que 12 (o menor tamanho aceito é 8). A legenda da Tabela deve conter apenas o indispensável para o seu entendimento. As tabelas devem ser, obrigatoriamente, inseridas no corpo do texto preferencialmente após a sua primeira citação.

10. Figura: Compreende qualquer ilustração que apresente linhas e pontos: desenho, fotografia, gráfico, fluxograma, esquema, etc. A legenda recebe inicialmente a palavra Figura, seguida do número de ordem em algarismo arábico e ponto (ex.: Figura 1.) e é referida no texto como Fig seguida de ponto e do número de ordem (ex.: Fig.1), mesmo se referir a mais de uma figura (ex.: Fig. 1, 2 e 3). Além de inseridas no corpo do texto, fotografias e desenhos devem também ser

enviadas no formato jpg com alta qualidade, em um arquivo zipado, anexado no campo próprio de submissão na tela de registro do artigo. As figuras devem ser, obrigatoriamente, inseridas no corpo do texto preferencialmente após a sua primeira citação.

10.1. Nota: Toda tabela e/ou figura que já tenha sido publicada deve conter, abaixo da legenda, informação sobre a fonte (autor, autorização de uso, data) e a correspondente referência deve figurar nas Referências.

11. Discussão: Discutir somente os resultados obtidos no trabalho. (Obs.: As seções Resultados e Discussão poderão ser apresentadas em conjunto a juízo do autor, sem prejudicar qualquer das partes e sem subitens).

12. Conclusões. As conclusões devem apoiar-se nos resultados da pesquisa executada e serem apresentadas de forma objetiva, SEM revisão de literatura, discussão, repetição de resultados e especulações.

13. Agradecimentos: Não obrigatório. Devem ser concisamente expressados.

14. Referências. As referências devem ser relacionadas em ordem alfabética, dando-se preferência a artigos publicados em revistas nacionais e internacionais, indexadas. Livros e teses devem ser referenciados o mínimo possível, portanto, somente quando indispensáveis. São adotadas as normas gerais ABNT, adaptadas para o ABMVZ conforme exemplos:

14.1. Autoria única: (Silva, 1971) ou Silva (1971); (Anuário..., 1987/88) ou Anuário... (1987/88)

14.2. Dois autores: (Lopes e Moreno, 1974) ou Lopes e Moreno (1974)

14.3. Mais de dois autores: (Ferguson et al., 1979) ou Ferguson et al. (1979)

14.4. Mais de um artigo citado: Dunne (1967); Silva (1971); Ferguson et al. (1979) ou (Dunne, 1967; Silva, 1971; Ferguson et al., 1979), sempre em ordem cronológica ascendente e alfabética de autores para artigos do mesmo ano.

14.5. Citação de citação. Todo esforço deve ser empreendido para se consultar o documento original. Em situações excepcionais pode-se reproduzir a informação já citada por outros autores. No texto, citar o sobrenome do autor do documento não consultado com o ano de publicação, seguido da expressão citado por e o sobrenome do autor e ano do documento consultado. Nas Referências, deve-se incluir apenas a fonte consultada.

14.6. Comunicação pessoal. Não fazem parte das Referências. Na citação coloca-se o sobrenome do autor, a data da comunicação, nome da Instituição à qual o autor é vinculado.

14.7. Periódicos (até 4 autores, citar todos. Acima de 4 autores citar 3 autores et al.):

ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO BRASIL. v.48, p.351, 1987-88.

FERGUSON, J.A.; REEVES, W.C.; HARDY, J.L. Studies on immunity to alphaviruses in foals. Am. J. Vet. Res., v.40, p.5-10, 1979.

HOLENWEGER, J.A.; TAGLE, R.; WASERMAN, A. et al. Anestesia general del canino. Not. Med. Vet., n.1, p.13-20, 1984.

14.8. Publicação avulsa (até 4 autores, citar todos. Acima de 4 autores citar 3 autores et al.):

DUNNE, H.W. (Ed). Enfermedades del cerdo. México: UTEHA, 1967. 981p.

LOPES, C.A.M.; MORENO, G. Aspectos bacteriológicos de ostras, mariscos e mexilhões. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MEDICINA VETERINÁRIA, 14., 1974, São Paulo. Anais... São Paulo: [s.n.] 1974. p.97. (Resumo).

MORRIL, C.C. Infecciones por clostridios. In: DUNNE, H.W. (Ed). Enfermedades del cerdo. México: UTEHA, 1967. p.400-415.

NUTRIENT requirements of swine. 6.ed. Washington: National Academy of Sciences, 1968. 69p.

SOUZA, C.F.A. Produtividade, qualidade e rendimentos de carcaça e de carne em bovinos de corte. 1999. 44f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) – Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

Documentos eletrônicos (até 4 autores, citar todos. Acima de 4 autores citar 3 autores et al.):

QUALITY food from animals for a global market. Washington: Association of American Veterinary Medical College, 1995. Disponível em: <<http://www.org/critca16.htm>>. Acessado em: 27 abr. 2000.

JONHNSON, T. Indigenous people are now more combative, organized. Miami Herald, 1994. Disponível em: <<http://www.summit.fiu.edu/MiamiHerld-Summit-RelatedArticles/>>. Acessado em: 5 dez. 1994.

Artigo 2:

Periódico intitulado “Brazilian Journal of Poultry Science”

Normas para publicação:

2. Format: each original manuscripts must be properly identified by the title and the name(s) of the author(s). It should be typed in Times New Roman (font sizes: 16pt for the title, 14pt for the section headings in the body of the text, and 12pt for the main text), double spaced, in A4 format (21,0 x 29,7cm), 2cm margins. Consecutive numbering of pages and of lines (numbered consecutively throughout the manuscript) of the main text are required. The manuscript should be saved in a .doc format, (file written with Microsoft Word for Windows[®]) or compatible text editor format. Only official and well known nomenclature is accepted. Abbreviations in the title are not allowed.

3. Cover Page: all manuscripts should have a cover page with the title, complete name(s) of the author(s) and institution of origin. A footnote mentioning the complete address (e-mail is essential) of the author to whom correspondence should be addressed must also be included.

4. Tables must be numbered consecutively with Arabic numerals in the text. Tables must have a descriptive title. All explanatory information should be given in a note immediately below the table. All abbreviations must be defined in this note, even if they are explained in the text. Tables must be understandable without referring to the text.

5. Illustrations (photographs, graphs, drawings) must be numbered consecutively with Arabic numerals. All illustrations should be submitted in the same document but on separate pages, which

should include the title of the article, name(s) of the author(s) and indication of the part of the text where they should appear. Photographs, figures and scanned material must be sent in high resolution (minimum 600 dpi, .tif or .jpg format). The figures will be published in black and white. A printing expenses agreement is needed if the author wishes to publish color photos and/or pictures.

6. Units: the International Metric System must be used for units and abbreviations.

7. References should be arranged in alphabetic order by the author's last name. The complete title of sources should be mentioned. All authors of each article must be cited.

7.1. Examples:

Bakst MR, Gupta K, Akuffo V. Comparative development of the turkey and chicken embryo from cleavage through hypoblast formation. *Poultry Science* 1997; 76(1):83-90.

Bouzoubaa K, Nagaraja KV. Epidemiological studies on the incidence of salmonellosis in chicken breeder/hatchery operations in Marocco. In: Snoeyenbos GH, editor. *Proceedings of the International Symposium on Salmonella*;1984; Kenneth Square,PA: American Association Avian Pathologists; 1985. p.337.

Briceno WNO, Guimarães FCR, Cruz FGG. Efeitos da densidade populacional de frangos de corte em época quente no município de Manaus. In: 10o Congresso Brasileiro de Avicultura; 1987; Natal, Rio Grande do Norte. Brasil. p. 131-2.

Gabriel JE. Efeitos do nível energético da ração e do estresse térmico na expressão da proteína de choque térmico Hsp70 e nos níveis do seu mRNA no fígado de frangos de corte em diferentes estágios de desenvolvimento. [Dissertation]. Jaboticabal (SP): Universidade Estadual Paulista; 1996.

Ginsburg M. Primordial germ cell development in avians. *Poultry Science* 1997; 76(1):91-5.

Simon VA, Oliveira C. Vacinação em avicultura através da água de bebida. In: Macari M, editor. *Água na avicultura industrial*. Jaboticabal: Funep-Unesp; 1996. p. 73-85.

Summers JD, Leeson S. *Commercial poultry nutrition*. 2 ed. New York; N.Y / State Manual Book & Periodical Services; 1997.

8. Quotations in the text: state the last name of the author followed by the year in parenthesis. In the case of two authors both should be stated. In the case of more than two authors the quotation should be given by the last name of the first author followed by the expression *et al.* (italicised).

8.1. Examples:

Simon (1996)

Silva & Silva (1988) Briceno *et al.* (1987)

Scientific names of microorganisms: must follow Berg's Manual recommendations.