

Digestibilidade das dietas formuladas com diferentes níveis de L-glutamina e zinco para frangos de corte*

Digestibility of the diets formulated with different levels of L- glutamine and zinc for broilers

Daniela Cristina Pereira Lima,** Agustinho Valente de Figueirêdo,** João Batista Lopes,** Elvânia Maria da Silva Costa,** Ramon Rego Merval,** Jackelline Cristina Ost Lopes,** Maria do Carmo da Silva Veiga,** Tatiele Pereira Araújo,** Snaylla Natyelle de Oliveira Almendra,*** Sandra Regina Gomes da Silva,** Daniel Medeiros de Noronha Albuquerque****

Resumo

Objetivou-se avaliar o efeito da adição de L-glutamina e zinco sobre os coeficientes de digestibilidade dos nutrientes e balanço de nitrogênio no período de 9 a 15 dias de idade. Foram utilizados 140 pintos, distribuídos em delineamento inteiramente casualizados, em esquema fatorial 2 (1 e 2% de L-glutamina) x 3 (0, 90 e 120 mg de zinco/kg de ração) e um tratamento controle, com cinco repetições com 4 aves cada. Não houve efeito da combinação de L-glutamina e zinco sobre o coeficiente de digestibilidade da matéria seca. Nos níveis 1 e 2% de L-glutamina, o zinco, influenciou de forma linear crescente e quadrática, respectivamente. O coeficiente de digestibilidade do extrato etéreo e todos os tratamentos testados apresentaram maiores valores quando comparados com o controle. O tratamento com 2% de L-glutamina combinado com 120 mg de zinco/kg de ração apresentou maior excreção de nitrogênio, menor coeficiente de digestibilidade da proteína e menor eficiência de utilização do nitrogênio. As dietas com a adição de 1 e 2% de L-glutamina associada com todos os níveis de zinco suplementar proporcionam o aumento do coeficiente de digestibilidade do extrato etéreo. O tratamento com a associação de 1% de L-glutamina com 90 e 120mg de zinco/kg e 2% de L-glutamina sem a adição zinco de propiciam a maior retenção de nitrogênio.

Palavras-chave: cinzas, excretas, extrato etéreo, nitrogênio.

Abstract

This study aimed to evaluate the effect of the addition of L-glutamine and zinc on nutrient digestibility and nitrogen balance in the period 9-15 days old. Were used 140 chicks, distributed in a completely randomized design in a factorial 2 (1 and 2% glutamine) x 3 (0.0, 90.0 and 120.0 mg zinc / kg diet) and control treatment, with five replications, with four birds each. No effect of the combination of L-glutamine and zinc on the coefficient of digestibility of dry matter. At levels 1 and 2% L-glutamine, zinc, influenced increasingly and quadratic linear form, respectively, ether extract digestibility, and all treatments showed higher values when compared to the control. The treatment with 2% L-glutamine combined with 120 mg of zinc/kg feed showed higher nitrogen excretion, lower coefficient of digestibility of protein and lower use efficiency of nitrogen. The diets with the addition of 1 and 2% L-glutamine associated with all levels of zinc further provide increased ether extract digestibility. The treatment with the combination of 1% L-glutamine with 90 and 120mg of zinc/kg and 2% L-glutamine, without the addition of zinc to provide greater retention of nitrogen

Keywords: ash, excreta, ether extract, nitrogen.

Introdução

Variações na composição da ração, estresse, idade do animal e doenças podem causar alterações nas exigências nutricionais de frangos de corte, ocasionando efeitos negativos sobre o desempenho zootécnico, resposta imunológica e morfologia intestinal, prejudicando a digestão, absorção e aproveitamento dos nutrientes das dietas.

Assim, é fundamental que sejam desenvolvidas pesquisas com nutrientes que atendam as exigências nutricionais das aves e

que estimulem o desenvolvimento das estruturas intestinais e melhorem o aproveitamento de nutrientes das dietas, principalmente de aves expostas a condições adversas, visto que a digestibilidade dos nutrientes pode ser afetada em condições de estresse (Kiefer et al., 2012), influenciando negativamente os parâmetros de desempenho e a resposta imunológica (Oliveira et al., 2010; Dai et al., 2011; Salabi et al., 2011), além de aumentar a excreção do excesso de nutrientes no ambiente.

A adição de L-glutamina em dietas de frango de corte e de suínos está relacionada ao incremento da atividade de algumas

*Recebido em 14 de setembro de 2016 e aceito em 4 de maio de 2017.

**Universidade Federal do Piauí-UFPPI, Departamento de zootecnia, Teresina, PI, Brasil

***Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão, Grajaú-MA, Brasil.

****Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí, Valença-PI, Brasil.

Autor para correspondência: danicrisvet@hotmail.com

enzimas, tais como as dissacaridases e tripsina (Devi Priya et al., 2010), amilase e lipase (Tucci et al., 2011; Olubodun et al., 2015); e a suplementação de zinco, segundo Tang et al. (2014) está relacionada com o aumento da atividade das enzimas lipase pancreática e amilase em frangos de corte, o que possivelmente poderá contribuir com o aumento da digestibilidade dos nutrientes.

Assim, considerando os efeitos isolados da L-glutamina e do zinco, objetivou-se verificar o efeito da associação de L-glutamina e zinco sobre os coeficientes de digestibilidade da matéria seca, extrato etéreo e proteína bruta, e balanço de nitrogênio em frangos de corte no período de 9 aos 15 dias de idade.

Materiais e métodos

A pesquisa foi desenvolvida no Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia (DZO) do Centro de Ciências Agrárias (CCA) da Universidade Federal do Piauí (UFPI), em Teresina, nos meses de junho a julho de 2015, com procedimentos aprovados pelo Comitê de ética em experimentação com animais CEEA/UFPI, sob o número 087/12.

Cento e quarenta pintos, machos e fêmeas, da linhagem Ross, com 9 (nove) dias de idade, com peso médio inicial de $0,196\pm 0,02\text{kg}$ foram distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial $2\times 3+1$, sendo dois níveis de L-glutamina (1 e 2%) associado a três níveis de zinco (0, 90 e 120mg/kg de ração), na forma orgânica Availa®Zinco, uma dieta controle e cinco repetições.

Os animais receberam uma dieta para a fase inicial (Tabela 1), que foram formuladas para atender as exigências nutricionais recomendadas por Rostagno et al. (2011). O zinco foi suplementado nas dietas em substituição ao material inerte e a L-glutamina foi introduzida na formulação das dietas. As aves receberam ração e água a vontade.

Foram alojadas 4 (quatro) aves (2 machos e 2 fêmeas) em gaiolas metabólicas, dotadas de comedouros e bebedouros tipo calha e bandejas coletoras de excretas forradas com plástico, localizadas no galpão de alvenaria coberto de telhas de cerâmica.

O programa de luz utilizado foi o contínuo e a água fornecida à vontade.

O consumo de ração foi à vontade nos períodos pré-experimentais, de 9 a 12 dias de idade. Os valores médios de consumo de ração encontrados nesse período serviram para definir o consumo de ração da fase de coleta das excretas, que ocorreu no período de 13 a 15 dias de idade.

Os períodos de adaptação e de coletas das excretas foram de três dias cada, realizadas duas vezes ao dia, em intervalos de 12 horas, as quais foram colocadas em sacos plásticos, identificadas, pesadas e armazenadas em freezer. Ao final do período de coleta, as excretas foram retiradas do freezer e descongeladas até a temperatura ambiente, homogeneizadas e retiradas alíquotas, que foram colocadas em estufa de circulação forçada a 55°C por 72 horas para pré-secagem. Posteriormente foram moídas em moinho do tipo bola para a realização das devidas análises laboratoriais. Foram avaliados os teores da matéria seca, extrato etéreo e proteína bruta das rações e das

excretas de acordo com os procedimentos de Silva & Queiroz (2002), no Laboratório de Nutrição Animal do DZO-CCA-UFPI.

As determinações da digestibilidade dos nutrientes e balanço de nitrogênio das dietas foram realizadas por meio do método tradicional de coleta total de excretas.

A partir dos dados de consumo de dieta, de produção de excretas e dos resultados das análises de laboratório, procedeu-se ao cálculo dos coeficientes de digestibilidade aparente (CDA) da proteína bruta (PB), do extrato etéreo (EE) e da matéria seca (MS), conforme Matterson et al. (1965).

A fórmula utilizada nos cálculos dos valores dos coeficientes de digestibilidade aparente foram: $\text{CDA (PB, EE, MS, EB) (\%)} = (\text{ingerida} - \text{excretada/ingerida}) \times 100$.

O balanço de nitrogênio entre as diferentes dietas foi calculado por intermédio da diferença entre nitrogênio ingerido e o nitrogênio excretado. Dessa forma, obteve-se, também, o nitrogênio retido. A partir destes, foi calculado a eficiência de utilização do nitrogênio ($\text{EUN} = \text{NR/NC} \times 100$, em que NR é o nitrogênio retido, e NC o nitrogênio consumido (Vasconcellos et al., 2011).

Os dados foram submetidos à análise de variância, e quando significativos, os níveis de L-glutamina foram comparados pelo teste de Student-Newman-Keuls e os níveis de zinco por análise de regressão. No confronto de cada tratamento com a dieta controle, aplicou-se o teste de Dunnett, segundo os procedimentos do PROC GLM do software SAS (2002). O nível de significância utilizado foi de $\alpha = 0,05$.

Resultados e discussão

Constatou-se que não houve diferença entre os tratamentos testes e o controle para matéria seca ingerida e excretada e os coeficientes de digestibilidade da matéria seca ($P > 0,05$) (Tabela 2). Além disso, estas variáveis também não foram influenciadas pela associação de L-glutamina e zinco na dieta ($P > 0,05$).

Presumia-se que a adição desses nutrientes na dieta melhorasse a digestibilidade da matéria seca, pois a adição de L-glutamina está relacionada com o aumento da atividade da amilase, lipase, dissacaridases e tripsina, conforme relatado por Devi Priya et al. (2010), Tucci et al. (2011) e Olubodun et al. (2015) e a suplementação de zinco, segundo Tang et al. (2014), proporciona aumento da atividade das enzimas lipase pancreática e amilase.

Estes resultados estão coerentes com os encontrados por Martinez et al. (2012) que também não constataram efeito da suplementação de diferentes níveis de L-glutamina na dieta de frangos de corte sobre a digestibilidade da matéria seca.

Ao conduzir um ensaio de digestibilidade com frangos desafiados por *Eimeria acervulinae* suplementados com L-glutamina, Lopes (2008), observou que antes do desafio no período de 11 aos 14 dias de idade, a suplementação desse aminoácido não melhorou o coeficiente de digestibilidade da matéria seca. No entanto, após o desafio (18 aos 21 dias de idade) verificou-se que a suplementação de 1% de L-glutamina proporcionou melhores valores para este parâmetro. Assim, pode-se inferir que os efeitos benéficos oriundos da suplementação de L-glutamina, estão na dependência da combinação de fatores como tipo e duração do fator estressor e idade dos animais.

Tabela 1: Composição percentual e calculada das dietas experimentais para frangos de corte na fase inicial (8 a 21 dias de idade)

| Ingredientes | Níveis de L-glutamina (%) / zinco (mg/kg) | | | | | | |
|--|---|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| | 0/0 | 1/0 | 1/90 | 1/120 | 2/0 | 2/90 | 2/120 |
| Milho | 58,300 | 60,500 | 60,500 | 60,500 | 62,600 | 62,600 | 62,600 |
| Farelo de soja 48% | 34,414 | 31,400 | 31,400 | 31,400 | 28,246 | 28,246 | 28,246 |
| Óleo Vegetal | 3,259 | 2,854 | 2,854 | 2,854 | 2,484 | 2,484 | 2,484 |
| Fosfato bicálcico | 1,530 | 1,560 | 1,560 | 1,560 | 1,600 | 1,600 | 1,600 |
| Calcário calcítico | 0,907 | 0,907 | 0,907 | 0,907 | 0,907 | 0,907 | 0,907 |
| NaCl | 0,482 | 0,482 | 0,482 | 0,482 | 0,482 | 0,482 | 0,482 |
| L-Lisina - HCL (79%) | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,082 | 0,082 | 0,082 |
| L-Triptofano (98%) | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,002 | 0,002 | 0,002 |
| Valina | 0,029 | 0,085 | 0,085 | 0,085 | 0,145 | 0,145 | 0,145 |
| Treonina | 0,038 | 0,080 | 0,080 | 0,080 | 0,127 | 0,127 | 0,127 |
| Premix mineral, vitamínico e aminoacídico ¹ | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 |
| Zinco ² | 0,000 | 0,000 | 0,090 | 0,120 | 0,000 | 0,090 | 0,120 |
| L-glutamina ³ | 0,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 2,000 | 2,000 | 2,000 |
| Caulim | 0,041 | 0,132 | 0,042 | 0,012 | 0,325 | 0,235 | 0,205 |
| Total | 100,000 | 100,000 | 100,000 | 100,000 | 100,000 | 100,000 | 100,000 |
| Composição calculada | | | | | | | |
| Proteína bruta (%) | 21,200 | 21,198 | 21,198 | 21,198 | 21,201 | 21,201 | 21,201 |
| EM (kcal/kg) | 3050,003 | 3049,998 | 3049,998 | 3049,998 | 3050,001 | 3050,001 | 3050,001 |
| Lisina digestível (%) | 1,211 | 1,134 | 1,134 | 1,134 | 1,117 | 1,117 | 1,117 |
| Metionina digestível (%) | 0,608 | 0,593 | 0,593 | 0,593 | 0,577 | 0,577 | 0,577 |
| Treonina digestível (%) | 0,792 | 0,790 | 0,790 | 0,790 | 0,790 | 0,790 | 0,790 |
| Triptofano digestível (%) | 0,239 | 0,222 | 0,222 | 0,222 | 0,206 | 0,206 | 0,206 |
| Valina digestível (%) | 0,937 | 0,936 | 0,936 | 0,936 | 0,937 | 0,937 | 0,937 |
| Cálcio (%) | 0,841 | 0,840 | 0,840 | 0,840 | 0,840 | 0,840 | 0,840 |
| Fósforo disponível (%) | 0,401 | 0,400 | 0,400 | 0,400 | 0,401 | 0,401 | 0,401 |
| Sódio (%) | 0,210 | 0,210 | 0,210 | 0,210 | 0,210 | 0,210 | 0,210 |
| Zinco (mg/kg) | 88,568 | 87,703 | 177,70 | 207,703 | 86,758 | 176,758 | 206,758 |
| L-glutamina (g/kg) | 0,000 | 1,007 | 1,007 | 1,007 | 2,014 | 2,014 | 2,014 |

¹Níveis de garantia por kg do produto: metionina 313,60g; lisina 168g; treonina 29,40g; vitamina A 1.200.000UI; vitamina D3 265.000; vitamina E 2.000UI; vitamina K3 260mg; vitamina B1 191mg; vitamina B2 630mg; vitamina B6 290mg; vitamina B12 1.700mg; niacina 4.200mg; ácido pantotênico 1.300mg; ácido fólico 100mg; biotina 7mg; colina 26g; manganês 7.000mg; zinco 6.000mg; ferro 5.000mg; cobre 900mg; iodo 100mg; selênio 30mg; fitase 50.000UI; amilase 30.000UI; β-glucanase 25.000UI; xilanase 50.000UI; celulase 45.000UI; protease 30.000UI; etoxiquim 6.666mg; *Bacilluslicheniformis* 2x10E11UFC; *Bacillus subtilis* 1x10E11UFC; virginiamicina 1.650mg; maduramicina 500mg.

²Availa® Zinco 100.000mg/kg

³Energia metabolizável com base no NRC (1994) e proteína bruta analisada (119,74).

Tabela 2: Coeficientes de digestibilidade da matéria seca obtidos com frangos de corte no período de 9 aos 15 dias de idade, alimentados com diferentes níveis de L-glutamina e zinco na ração.

| Controle | L-Glutamina (%) | Zinco mg/kg | | | Média | CV (%) | Valor P | |
|---|-----------------|-------------|--------|--------|--------|--------|---------|-------|
| | | 0 | 90 | 120 | | | L | Q |
| Matéria seca consumida (g/dia) | | | | | | | | |
| 76,507 | 1 | 79,522 | 82,341 | 79,012 | 80,484 | 6,78 | 0,556 | 0,610 |
| | 2 | 78,673 | 79,882 | 82,603 | 80,386 | | | |
| | | 78,916 | 81,112 | 80,808 | | | | |
| Matéria seca excretada (g/dia) | | | | | | | | |
| 13,328 | 1 | 13,363 | 14,635 | 13,730 | 14,046 | 7,59 | 0,517 | 0,657 |
| | 2 | 13,974 | 13,461 | 14,341 | 13,926 | | | |
| | | 13,800 | 14,048 | 14,035 | | | | |
| Coeficientes de digestibilidade da matéria seca (%) | | | | | | | | |
| 82,600 | 1 | 82,547 | 82,133 | 82,606 | 82,429 | 1,72 | 0,701 | 0,786 |
| | 2 | 82,186 | 83,149 | 82,621 | 82,652 | | | |
| | | 82,366 | 82,641 | 82,614 | | | | |

L, Q: probabilidade de ordem linear e quadrática relativos à inclusão de zinco na dieta.

Os resultados desta pesquisa em relação à adição de zinco na dieta de frangos de corte corroboram com os dados obtidos por Trindade Neto et al. (2010), uma vez que não verificaram efeito da suplementação de 43 e 243mg de zinco/kg de ração sobre a matéria seca ingerida e o coeficiente de digestibilidade da matéria seca.

A dieta controle obteve menor consumo de extrato etéreo quando comparado com as dietas testes ($P < 0,05$), exceto o grupo de aves alimentadas com 2% de L-glutamina sem o acréscimo de zinco suplementar ($P > 0,05$).

Constata-se interação entre os níveis de L-glutamina e zinco para o consumo do extrato etéreo ($P < 0,05$) (Tabela 3). Assim, para o nível de 2% de L-glutamina, observou-se efeito linear crescente do zinco, sobre o consumo de extrato etéreo, representado pela equação $Y = 0,00976x + 4,4795$ ($R^2 = 0,60$; $P < 0,05$). No desdobramento da interação, constata-se que os tratamentos 1% de L-glutamina sem a adição de zinco e 2% de L-glutamina associado com 120mg/kg de ração, quando comparados com os tratamentos equivalentes, apresentaram maior consumo de extrato etéreo ($P < 0,05$).

A dieta controle obteve menor coeficiente de digestibilidade do extrato etéreo ($P < 0,05$) quando comparados com os tratamentos com a adição de L-glutamina isolada ou combinada com zinco suplementar.

Estes resultados estão de acordo com os achados de Tucci et al. (2011) e Tang et al. (2014), que ao investigarem o efeito da suplementação de L-glutamina e zinco, respectivamente, em leitões e frangos de corte, observaram que estes nutrientes agem incrementando a atividade da lipase pancreática. Além disso, estes nutrientes também estão envolvidos com a melhora das estruturas intestinais, tais como aumento da altura dos vilos e da relação vilos:cripta dos segmentos do intestino delgado, proporcionando aumento da área de absorção intestinal e melhor aproveitamento dos nutrientes da dieta (Sakamoto et al. 2011, Shao et al. 2014, Tang et al. 2014).

Para o coeficiente de digestibilidade do extrato etéreo, verifica-se interação entre os níveis de L-glutamina e zinco ($P < 0,05$) (Tabela 3). Assim, a suplementação de 1% de L-glutamina, ocasiona efeito linear crescente para os níveis de zinco, segundo a equação: $Y = 0,0736x + 83,674$ ($P < 0,05$; $R^2 = 0,87$). No nível

Tabela 3: Coeficiente de digestibilidade do extrato etéreo obtidos com frangos de corte no período de 9 aos 15 dias de idade, alimentados com diferentes níveis de L-glutamina e zinco na ração

| Controle | L-glutamina (%) | Zinco mg/kg | | | Média | CV (%) | Valor P | |
|--|-----------------|-------------|----------|----------|--------|--------|---------|-------|
| | | 0 | 90 | 120 | | | L | Q |
| Extrato etéreo consumido (g/dia) | | | | | | | | |
| 4,027 | 1 | 5,440a* | 5,122a* | 5,043b* | 5,149 | 6,71 | 0,124 | 0,479 |
| | | 4,557b | 5,045a* | 5,885a* | 5,163 | | 0,000 | 0,403 |
| | 4,821 | 5,084 | 5,464 | | | | | |
| Extrato etéreo excretado (g/dia) | | | | | | | | |
| 0,822 | 1 | 0,773a | 0,594a* | 0,305b* | 0,503 | 15,83 | <0,000 | 0,189 |
| | | 0,319b* | 0,427b* | 0,909a | 0,552 | | <0,000 | 0,004 |
| | 0,449 | 0,510 | 0,607 | | | | | |
| Coeficiente de digestibilidade do extrato etéreo (%) | | | | | | | | |
| 79,696 | 1 | 84,162b* | 88,343b* | 93,970a* | 88,825 | 1,93 | <0,000 | 0,456 |
| | | 92,948a* | 91,607a* | 84,556b* | 89,704 | | <0,000 | 0,011 |
| | 88,555 | 89,975 | 89,263 | | | | | |

Médias seguidas de asterisco diferem do tratamento controle pelo teste de Dunnett ($P < 0,05$).

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna, para uma mesma variável, não diferem entre si pelo teste de SNK ($P > 0,05$).

L, Q: probabilidade de ordem linear e quadrática relativos à inclusão de zinco na dieta.

Para a variável extrato etéreo excretado, na comparação de cada tratamento com a dieta controle, observa-se que as aves alimentadas com as combinações de 1% de L-glutamina com 90 e 120mg de zinco/kg de ração e com 2% de L-glutamina com 0 e 90mg de zinco/kg de ração apresentaram a menor excreção de extrato etéreo ($P < 0,05$) (Tabela 3).

Averiguou-se interação entre os níveis de L-glutamina e zinco ($P < 0,05$) para extrato etéreo excretado. Desta forma, para o nível 1 e 2% de L-glutamina, observa-se efeito linear decrescente e crescente do zinco, respectivamente, conforme as equações $Y = -0,0037x + 0,8360$ ($R^2 = 0,71$; $P < 0,05$) e $Y = 0,0041x + 0,2677$ ($R^2 = 0,58$; $P < 0,05$). No desdobramento da interação, constatou-se que os tratamentos com as combinações 1% de L-glutamina com 120mg de zinco/kg de ração e 2% de L-glutamina com 0 e 90mg/kg de ração ($P < 0,05$), ocasionaram menor excreção de extrato etéreo.

2% de L-glutamina, o zinco, influenciou de forma quadrática a digestibilidade de extrato etéreo, de acordo com a equação: $Y = -0,0018x^2 + 0,1502x + 92,948$ ($P < 0,05$; $R^2 = 1$), desta forma, o nível estimado do zinco para maior digestibilidade do extrato etéreo (96,08%) nas dietas com maior quantidade de L-glutamina foi 42,71mg de zinco/kg de ração.

No desdobramento da interação, verifica-se maior valor de coeficiente de digestibilidade do extrato etéreo para a suplementação de 1% de L-glutamina associado com 120mg de zinco/kg de ração e 2% de L-glutamina associado com 0 e 90mg de zinco/kg de ração ($P < 0,05$).

Com base nesses relatos, pode-se inferir que a maior digestibilidade de extrato etéreo verificada nesta pesquisa, pode estar relacionada com a melhor digestão dos lipídios da dieta promovida pelo aumento da atividade da lipase pancreática e possivelmente também pelo aumento da altura dos vilos e

da relação vilo:cripta que favoreceram a maior absorção de nutrientes.

Resultados contraditórios a esta pesquisa foram relatados por Martinez et al. (2012) e Nascimento et al. (2014), que ao adicionarem diferentes níveis de L-glutamina na dieta de frangos de corte, não encontraram diferenças quanto à digestibilidade do extrato etéreo.

Com relação à digestibilidade da proteína bruta, observa-se que o tratamento controle apresenta maior valor para esta variável quando comparado com a combinação de 2% de L-glutamina associado com 120mg de zinco/kg de ração ($P < 0,05$) (Tabela 4) e não difere dos demais tratamentos testes ($P > 0,05$). Estes resultados demonstraram que frangos de corte recebendo uma dieta adequadamente balanceada podem apresentar um bom aproveitamento proteico dos ingredientes utilizados na formulação da ração, independentemente da suplementação de L-glutamina e zinco.

níveis de zinco, observa-se que apenas o tratamento com a combinação de 2% de L-glutamina associado com 120mg de zinco/kg de ração apresenta menor coeficiente de digestibilidade da proteína bruta ($P < 0,05$).

Esperava-se que os tratamentos testes apresentassem comportamento semelhante ao verificado para o coeficiente de digestibilidade do extrato etéreo, pois a L-glutamina e o zinco também estão relacionados com o aumento da atividade de enzimas envolvidas com a digestão de proteínas, mas especificadamente com a tripsina (Devi Priya et al. 2010; Hu et al. 2013).

De forma semelhante ao verificado nesta pesquisa, Martinez et al. (2012) observaram que a adição de 0,5; 1,0 e 2,0% de L-glutamina na ração de frangos de corte no período de 4 a 7 dias de idade, não alterou o coeficiente de digestibilidade da proteína bruta. No entanto, no período de 12 a 15 dias de idades, estes autores constataram efeito quadrático, com ponto de máximo,

Tabela 4: Coeficiente de digestibilidade da proteína bruta e valores do balanço de nitrogênio, obtidos com frangos de corte no período de 9 aos 15 dias de idade, alimentados com diferentes níveis de L-glutamina e zinco na ração

| Controle | L-Glutamina (%) | Zinco mg/kg | | | Média | CV (%) | Valor P | |
|--|-----------------|-------------|---------|----------|--------|--------|---------|-------|
| | | 0 | 90 | 120 | | | L | Q |
| Coeficiente de digestibilidade da proteína bruta | | | | | | | | |
| 77,653 | 1 | 75,958a | 77,441a | 77,500a | 76,966 | 3,06 | 0,291 | 0,029 |
| | 2 | 77,121a | 78,584a | 73,254b* | 76,320 | | 0,567 | 0,027 |
| | Média | 76,540 | 78,013 | 75,377 | | | | |
| Nitrogênio ingerido (g/dia) | | | | | | | | |
| 2,637 | 1 | 2,754b | 3,220a* | 3,122a* | 3,032 | 6,51 | 0,004 | 0,004 |
| | 2 | 3,234a* | 3,050a | 2,739b | 3,008 | | 0,009 | 0,614 |
| | Média | 2,994 | 3,135 | 2,931 | | | | |
| Nitrogênio excretado (g/dia) | | | | | | | | |
| 0,589 | 1 | 0,658 | 0,708* | 0,701 | 0,689 | 9,28 | 0,579 | 0,268 |
| | 2 | 0,741* | 0,650 | 0,730* | 0,707 | | | |
| | Média | 0,699 | 0,679 | 0,716 | | | | |
| Nitrogênio retido (g/dia) | | | | | | | | |
| 2,048 | 1 | 2,095b | 2,512a* | 2,421a* | 2,343 | 8,61 | 0,011 | 0,005 |
| | 2 | 2,493a* | 2,399a | 2,009b | 2,300 | | 0,019 | 0,250 |
| | Média | 2,294 | 2,455 | 2,215 | | | | |
| Eficiência de utilização do nitrogênio (%) | | | | | | | | |
| 77,70 | 1 | 76,00a | 77,80a | 77,50a | 77,00 | 3,09 | 0,304 | 0,039 |
| | 2 | 76,69a | 78,60a | 73,20b* | 76,00 | | 0,381 | 0,028 |
| | Média | 76,50 | 78,20 | 75,40 | | | | |

Médias seguidas de asterisco diferem do tratamento controle pelo teste de Dunnett ($P < 0,05$).

Médias seguidas de mesma letra minúscula, na coluna, para uma mesma variável, não diferem entre si pelo teste de SNK ($P > 0,05$).

L, Q: probabilidade de ordem linear e quadrática relativos à inclusão de zinco na dieta.

Por outro lado, houve interação entre os níveis de L-glutamina e zinco para o coeficiente de digestibilidade da proteína bruta ($P < 0,05$). A inclusão de zinco influenciou de forma quadrática esta variável dentro dos níveis 1 e 2% de L-glutamina, representados pelas equações: $Y = -0,0001x^2 + 0,0274x + 75,958$ ($P < 0,05$; $R^2 = 1$) e $Y = -0,0016x^2 + 0,1617x + 77,121$ ($P < 0,05$; $R^2 = 1$). Quanto aos níveis de L-glutamina avaliados nos três

para digestibilidade da proteína bruta de 89,58% com o nível de inclusão de 0,87% de L-glutamina.

Por outro lado, Nascimento et al. (2014) analisando o efeito da suplementação de diferentes níveis de L-glutamina (0,5; 1,0; 1,5 e 2,0) sobre o coeficiente de digestibilidade da proteína bruta, em frangos de corte no período de 15 a 21 dias, constataram efeito linear decrescente. Os resultados dos coeficientes de

digestibilidade desta pesquisa foram superiores aos encontrados por estes autores, o que pode estar relacionado com a composição do suplemento mineral, vitamínico e aminoacídico utilizado.

Para balanço de nitrogênio, averiguou-se que a ingestão e a retenção de nitrogênio pelos animais alimentados com 1% de L-glutamina combinado com 90,0 e 120,0mg de zinco/kg de ração e 2% de L-glutamina em o acréscimo de zinco suplementar apresentaram maior consumo e retenção de nitrogênio em relação aos animais alimentados com a dieta controle ($P < 0,05$).

Além disso, verificou-se interação na suplementação combinada de glutamina e zinco para nitrogênio ingerido e retido ($P < 0,05$). Desta forma, constata-se que no nível de 1% de L-glutamina, os níveis de zinco manifestaram efeito quadrático para nitrogênio ingerido e retido, respectivamente, representados pelas equações: $Y = -7E-05x^2 + 0,0115x + 2,754$ ($P < 0,05$; $R^2 = 1$) e $Y = -6E-05x^2 + 0,0104x + 2,095$ ($P < 0,05$; $R^2 = 1$), atingindo a máxima retenção de nitrogênio com adição de 86,66mg de zinco/kg de ração. Já no nível de 2% de L-glutamina, o zinco, influencia de forma linear decrescente o nitrogênio ingerido, $Y = -0,0036x + 3,2628$ ($P < 0,05$; $R^2 = 0,827$), e a retenção de nitrogênio, $Y = -0,0033x + 2,5344$ ($P < 0,05$; $R^2 = 0,66$).

No desdobramento da interação, verifica-se que os tratamentos com 1% de L-glutamina/ 120mg de zinco suplementar/kg de ração e 2% de L-glutamina sem a adição de zinco proporcionaram a maior ingestão de nitrogênio.

Desta forma, verifica-se que a maior retenção de nitrogênio esta diretamente relacionada com o maior consumo deste elemento. No entanto, Trindade Neto et al. (2010), verificaram que apesar da ingestão de nitrogênio ter sido maior com a adição de 43mg de zinco/kg de ração quando comparado com o nível de 253mg de zinco/kg de ração, estes níveis não ocasionaram nenhum efeito sobre a retenção de nitrogênio.

Os resultados encontrados quanto à retenção de nitrogênio, são contrários àqueles obtidos por Nascimento (2010) que não verificaram efeito sobre este parâmetro, em função da adição de diferentes níveis de L-glutamina na dieta de frangos de corte, no período de 18 a 21 dias de idade. No entanto, Khempakaet al. (2011) constataram redução na retenção de nitrogênio com o aumento dos níveis de L-glutamina na dieta de frangos de corte.

Acerca do nitrogênio excretado, apesar da ausência de interação entre os fatores estudados ($P > 0,05$), constata-se no confronto de cada tratamento com o controle, que as aves alimentadas com 1% de L-glutamina combinado com 90mg de zinco/kg de ração e 2% de L-glutamina sem a adição de zinco suplementar e associado com 120mg de zinco/kg de ração apresentaram valores superiores para este parâmetro ($P < 0,05$). Desta forma, o menor consumo e a maior excreção de nitrogênio verificado no tratamento com 2% de L-glutamina associado a 120mg de zinco/kg de ração pode ter contribuído para o menor coeficiente de digestibilidade da proteína bruta constatado neste tratamento.

A respeito da eficiência de utilização do nitrogênio, verifica-se que o tratamento com a combinação 2% de L-glutamina combinado com 120mg de zinco/kg de ração apresenta menor eficiência de utilização do nitrogênio quando comparado com o tratamento controle ($P < 0,05$).

Por outro lado, observa-se que houve interação entre L-glutamina e zinco para eficiência de utilização do nitrogênio ($P < 0,05$). Desta forma, a suplementação de 1e 2% de L-glutamina proporcionou efeito quadrático para o nível de zinco nas dietas representado pelas equações: $Y = -2E-06x^2 + 0,0004x + 0,76$ ($P < 0,05$; $R^2 = 1$) e $Y = -2E-05x^2 + 0,0017x + 0,769$ ($P < 0,05$; $R^2 = 1$) (Figura 1), assim, a máxima eficiência de utilização do nitrogênio, foi obtida com 100 e 42,50 mg de zinco/kg de ração, respectivamente.

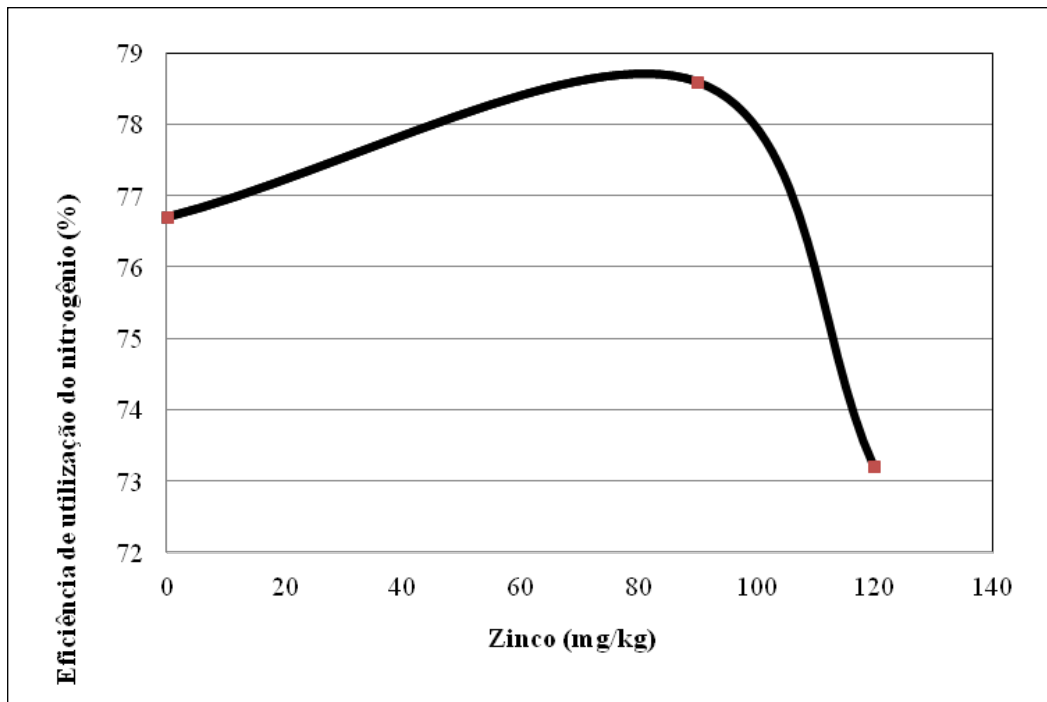


Figura 1: Efeito da inclusão de zinco sobre a eficiência de utilização do nitrogênio no nível 2% de L-glutamina para frangos de corte aos 15 dias de idade

A menor eficiência de utilização do nitrogênio e o menor coeficiente de digestibilidade da proteína bruta verificado para o maior nível de adição de L-glutamina (2%) e de zinco (120mg) pode estar vinculado ao desequilíbrio entre os aminoácidos, podendo estar uma carga excessiva de aminoácidos na circulação sanguínea que para serem metabolizados, exigem um gasto extra de energia, desviada da produção para os processos de excreção do nitrogênio na forma de ácido úrico (Aletor et al., 2000). Neste caso, nota-se que esta associação conferiu a maior excreção de nitrogênio.

Referências

ALETOR, V.A.; HAMID, I.I.; NIESS, E; PFEFFER. Low-protein amino acid-supplemented diets in broiler chickens: Effect on performance, carcass characteristics, whole body composition and efficiencies nutrient utilization. *Journal Science Food Agriculture*, v. 80, n. 5, p. 547-554, 2000.

DAI, S.F.; GAO F.; ZHANG W.H.; SONG, S.X.; XU, X.L.; ZHOU, G.H. Effects of dietary glutamine and gamma-amino butyric acid on performance, carcass Characteristics and serum parameters in broilers under circular heat stress. *Animal Feed Science and Technology*, v. 168, n.1-2, p. 51-60, 2011.

HU, C.H.; QIAN, Z.C.; SONG, J.; LUAN, Z.S.; ZUO, A.Y. Effects of zinc oxidemontmorillonite hybrid on growth performance, intestinal structure, and function of broiler chicken. *Poultry Science*, 2013, v. 92, n. 1, 2013.

KHEMPAKA, S.; OKRATHOK, S.; HOKKING, L.; THUKHANON, B.; MOLEE, W. Influence of Supplemental Glutamine on Nutrient Digestibility and Utilization, Small Intestinal Morphology and Gastrointestinal Tract and Immune Organ Developments of Broiler Chickens. *International Journal of Biological, Biomolecular, Agricultural, Food and Biotechnological Engineering*, v. 5, n. 8, p. 497-499, 2011.

KIEFER, C.; SANTOS, T.M.B.; MOURA, M.S.; SILVA, C.M.; LUCAS, L.S.; ROSA, E.M. Digestibilidade de dietas suplementadas com fitase para suínos sob diferentes ambientes térmicos. *Ciência Rural*, v. 42, n. 8, p. 1483-1489, 2012.

LOPES, K.L.A.M. *Suplementação de glutamina em dietas de frangos de corte*. 2008. 77f. Tese (Doutorado em Ciência animal) – Escola de Veterinária, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2006.

MARTINEZ, K.L.A.; LEANDRO, N.S.M.; CAFÉ, M.B.; STRINGHINI, J.H.; ARAÚJO, I.C.S.; ANDRADE, M.A. Suplementação de glutamina em dietas elaboradas com ingredientes de origem vegetal e animal para pintos de corte. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v. 64, n. 6, p. 1707-1716, 2012.

MATTERSON, L.B.; POTTER, L.M.; STUTZ, M.W.; SINGSEN, E.P. The metabolizable energy of feed ingredients for chickens. *Storrs, Connecticut: The University of Connecticut, Agricultural Experiment Station*; 1965. p. 11. Research Report, 7.

NASCIMENTO, G.M. *Suplementação da L-Glutamina em ração sem agente anticoccidiano para frangos: Desempenho e Desenvolvimento da mucosa intestinal*. 2010. 40f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal). Escola de Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2010.

NASCIMENTO, G.M.; LEANDRO N.S.M.; CAFÉ, M.B.; STRINGHINI J.H.; ANDRADE, M.A.; MARTINEZ, K.L.A.; MELLO, H.H.C.; MASCARENHAS, A.G. Performance and intestinal characteristics of broiler chicken fed diet with glutamine in the diet without anticoccidial agents. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal* 2014; v. 15, n. 3, p. 637-648.

Conclusão

A suplementação combinada de L-glutamina e zinco não influencia o coeficiente de digestibilidade da matéria seca.

As dietas com a adição de 1 e 2% de L-glutamina associada a todos os níveis de zinco suplementar proporcionam o aumento do coeficiente de digestibilidade do extrato etéreo.

O tratamento com a associação de 1% de L-glutamina com 90 e 120mg de zinco/kg e 2% de L-glutamina sem a adição zinco propiciam a maior retenção de nitrogênio.

OLIVEIRA, W.P.; OLIVEIRA, R.F.M.; DONZELE, J.L.; GOMES, P.C.; MARTINS, M. dos S.; ASSIS, A.P. de. Redução do nível de proteína bruta em rações para frangos de corte em ambiente de estresse por calor. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 39, n. 5, p.1092-1098, 2010.

OLUBODUN, J.O.; ZULKIFLI, I.; FARJAM, A.S.; BEJO, M.H.; KASIM, A. Glutamine and Glutamic Acid Supplementation Enhances Performance of Broiler Chickens Under the Hot and Humid Tropical Condition. *Italian Journal of Animal Science*, v.14, n.1, p. 25-29, 2015.

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*. 3. ed. – Viçosa; MG: UFV; 2011, 252 p.

SAKAMOTO, M.I.; FARIA, D.E.; NAKAGI, V.S. Utilization of glutamine, associated with glutamic acid, on development and enzymatic activity in broiler chickens. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v. 63, n. 4, p. 962-972, 2011.

SALABI, F.; BOUJARPOOR, M.; FAYAZI, J.; SALARI, S.; NAZARI, M. Effects of Different Levels of Zinc on the Performance and Carcass Characteristics of Broiler Reared under Heat Stress Condition. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, v. 10, n.10, p.1332-1335, 2011.

SAS INSTITUTE. *Statistical Analysis Systems User's Guide: statistics*. 2. ed. version 9.0. Cary, NC, USA: SASInstitute, 2002.

SHAO, Y.; LEI, Z.; YUAN, J. Effect of zinc on growth performance, gut morphometry, and cecal microbial community in broilers challenged with *Salmonella entericaserovar typhimurium*. *Journal of Microbiology*, v. 52, n.12, p.1002, 2014.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. *Análises de alimentos (métodos químicos e biológicos)*. 3.ed. Viçosa, MG: Editora UFV, 2002. 235 p.

TANG, Z.G.; WEN, C.; WANG, L.C.; WANG, T.; ZHOU, Y.M. Effect of zinc-bearing zeolite clinoptilolite on growth performance, nutrient retention, digestive enzyme activities, and intestinal function of broiler chickens. *Biological Trace Element Research*, v.158, n.1, p. 517, 2014. HYPERLINK: <http://link.springer.com/journal/12011>.

TRINDADE NETO, M.A.; KOBASHIGAWA, E.; NAMAZU, L.B. Lisina digestível e zinco orgânico para frangos de corte machos na fase de 22 a 42 dias de idade. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 39, n.11, p. 2460-2470, 2010.

TUCCI, F.M.; THOMAZ, M.C.; PIZAURO JÚNIOR, J.M.; HANNAS, M.I.; SCANDOLERA A.J.; BUDIÑO, F.E.L. Agentes tróficos na dieta de leitões desmamados sobre a atividade das enzimas digestivas e o desempenho. *Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science*, v. 48, n. 4, p. 289-298, 2011.

VASCONCELLOS, C.H.F.; FONTES, D.O.; LARA, L.J.C.; VIDAL, T.Z.B.; SILVA, M.A. SILLVA, P.C. Determinação da energia metabolizável e balanço de nitrogênio de dietas com diferentes teores de proteína bruta para frangos de corte. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v. 63, n. 3, p. 659-669, 2011.