

L-GLUTAMINA E ZINCO EM DIETAS PARA FRANGOS DE CORTE CRIADOS EM CONDIÇÕES NATURAIS DE CALOR

(L-glutamine and zinc in diets for chickens created under natural conditions of heat)

Daniela Cristina Pereira LIMA; Elvania Maria da Silva Costa MOREIRA*; Sandra Regina Gomes da SILVA; Snaylla Natyelle de Oliveira ALMENDRA; Daniel Medeiros de Noronha ALBUQUERQUE; João Batista LOPES; Agustinho Valente de FIGUEIREDO

Universidade Federal do Piauí, Campus Professora Cinobelina Elvas (CPCE). Rodovia Municipal *Bom Jesus* Viana, Km 01, Planalto Horizonte, Terezina/PI.
CEP: 64.900-000. *E-mail: ellvania@hotmail.com

RESUMO

Objetivou-se avaliar a suplementação de L-glutamina e zinco em dietas para frangos de corte criados em condições naturais de calor sobre o desempenho produtivo nos períodos de 1 a 7 e de 1 a 21 dias de idade; e o peso dos órgãos digestivos e do coração aos 21 dias de idade. Foram utilizados 630 pintos de corte da linhagem Ross, distribuídos em delineamento inteiramente casualizados em esquema 2 (1 e 2% de L-glutamina) x 3 (0, 90, e 120 mg de zinco/kg de ração) + 1 (dieta controle), totalizando sete tratamentos e cinco repetições com 18 aves cada. A suplementação combinada de L-glutamina e zinco não influenciou as variáveis avaliadas, porém a suplementação isolada de L-glutamina proporcionou maior viabilidade criatória e índice de eficiência produtiva, além de maior peso de fígado e moela dos animais. Da mesma forma, o zinco de forma isolada interferiu de maneira linear decrescente nos pesos relativos do fígado, moela, pâncreas e coração. Concluem-se que dietas suplementadas com 1% de L-glutamina melhoram a viabilidade criatória, o índice de eficiência produtiva, o peso de fígado e moela de frangos de corte na fase de 1 a 21 dias de idade, bem como que a adição de zinco interfere no peso dos órgãos digestivos e coração das aves criadas em condições naturais de calor.

Palavras-chave: Avicultura, calor, coração, desempenho, órgãos digestivos.

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the supplementation of L-glutamine and zinc in diets for broilers reared in natural conditions of heat on the productive performance in the periods from 1 to 7 and from 1 to 21 days of age and, weight of digestive organs and heart at 21 days of age. Six hundred and thirty Ross broiler chicks were used, distributed in a completely randomized design, in scheme 2 (1 and 2% L-glutamine) x 3 (0, 90, and 120 mg of zinc / kg of feed) + 1 (diet control), totaling seven treatments and five repetitions, with 18 birds each. The combined supplementation of L-glutamine and zinc did not influence the variables evaluated, however the isolated supplementation of L-glutamine provided greater creative viability and productive efficiency index in addition to a greater weight of liver and gizzard of the animals. Likewise, zinc alone interfered in a linear decreasing manner on the relative weights of the liver, gizzard, pancreas and heart. Diets supplemented with 1% L-glutamine improve the creative viability, the production efficiency index, the weight of liver and gizzards of broilers in the phase from 1 to 21 days of age and the addition of zinc interferes in the weight of the digestive organs and heart of birds raised in natural heat.

Key words: Poultry farming, heat, heart, performance, digestive organs.

INTRODUÇÃO

O estresse ocasionado pela elevação da temperatura pode influenciar as exigências nutricionais, a retenção de energia, proteína e gordura, e, conseqüentemente, o desempenho

zootécnico dos animais, devido à necessidade de ajustes fisiológicos para a manutenção da homeotermia (SANTOS *et al.*, 2012).

Nas condições apresentadas, ocorre a redução dos níveis plasmáticos de alguns nutrientes como a L-glutamina. Apesar de ser considerado um aminoácido não essencial, durante uma situação de estresse prolongado, a produção tecidual não atende as demandas sistêmicas, tornando-se condicionalmente essencial (SANCHES *et al.*, 2018).

O estresse também reduz o padrão antioxidante, com menores concentrações de vitaminas e minerais, especialmente zinco. Este mineral é um componente estrutural e catalítico da enzima antioxidante superóxido dismutase, e é essencial ao metabolismo de proteína, carboidratos e gorduras. Além disso, associa-se ao crescimento de tecidos e à mineralização óssea (SILVA *et al.*, 2015).

Devido aos benefícios citados, objetivou-se avaliar a suplementação de L-glutamina e zinco em dietas para frangos de corte criados em condições naturais de calor sobre o desempenho produtivo nos períodos de 1 a 7 e de 1 a 21 dias de idade e, o peso dos órgãos digestivos e do coração aos 21 dias de idade.

MATERIAL E MÉTODOS

Local do Experimento

O protocolo de ensaio animal está de acordo com CEEA e foi aprovado pelo Comitê de Ética no uso de animais da Universidade Federal do Piauí pelo parecer nº 087/12.

O estudo foi conduzido no Setor de Avicultura do Centro de Ciências Agrárias do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal do Piauí (UFPI), no município de Teresina, estado do Piauí, Brasil, cujas coordenadas geográficas são: latitude de 5° 5' sul, longitude de 42°48' oeste, altitude de 74,4 metros e clima tropical semi-úmido, com precipitação pluviométrica anual em torno de 1396mm (FEITOSA, 2010).

Delineamento Experimental

Seiscentos e trinta pintos, machos e fêmeas, da linhagem Ross, na fase de 1 a 21 dias de idade, com peso médio inicial de $38,17 \pm 0,77$ g, foram utilizados para o experimento. As aves foram distribuídas 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.

Dietas Experimentais

Os animais receberam uma dieta pré-inicial até os 7 dias (Tab. 01), contendo o núcleo aminoácido, mineral e vitamínico com os seguintes níveis de garantia por kg do produto: umidade (máx.) 120g; proteína bruta (min.) 340g; extrato etéreo 45g; fibra bruta 10g; matéria mineral 300g; cálcio 22g; fósforo 5.200mg; metionina 65g; lisina 45g; treonina 27g; triptofano 3.780mg; vitamina A 250.000 UI; vitamina D3 60.000 UI; vitamina E 833 UI; vitamina K3 50mg; vitamina B1 50mg; vitamina B2 133mg; vitamina B6 83mg; vitamina B12 333mg; niacina 100mg; ácido pantotênico 233mg; ácido fólico 25mg; biotina 0,66mg; biotina 0,66mg; colina 5.900mg; manganês 1.666mg; zinco 1600mg; zinco quelatado 400mg; ferro 837mg; cobre 1.667mg; iodo 21mg; selênio 6mg; BHT 1.764mg; fitase 8.335 UI; protease 2.500 UI;

amilase 2.500UI; β -glucanase 2.083 UI; xilanase 4.165 UI; celulase 3.750 UI; senduramicina+nicarbazina 1.100mg.

Tabela 01: Composição percentual e calculada das dietas experimentais para frangos de corte na fase pré-inicial (1 a 7 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	52,00	54,50	54,50	54,50	57,40	57,40	57,40
Farelo de soja 48	33,43	30,17	30,17	30,17	26,81	26,81	26,81
Óleo Vegetal	4,83	4,32	4,32	4,32	3,68	3,68	3,68
Fosfato bicálcico	1,77	1,81	1,81	1,81	1,84	1,84	1,84
Calcário calcítico	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98
NaCl	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51
L-Lisina - HCL	0,06	0,17	0,17	0,17	0,28	0,28	0,28
L-Triptofano	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01
Valina	0,16	0,22	0,22	0,22	0,28	0,28	0,27
Treonina	0,01	0,06	0,06	0,06	0,10	0,10	0,10
Núcleo	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00
Zinco¹	0,00	0,00	0,09	0,12	0,00	0,09	0,12
L-glutamina²	0,00	1,00	1,00	1,00	2,00	2,00	2,00
Caulim	0,26	0,28	0,19	0,16	0,11	0,02	0,00
TOTAL	100,00	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,00
Composição calculada							
Proteína bruta (%)	22,399	22,40	22,40	22,40	22,40	22,40	22,40
EM (kcal/kg)	2959,0	2959,9	2959,9	2959,9	2960,0	2960,0	2960,0
Lisina digestível	1,32	1,32	1,32	1,32	1,33	1,33	1,33
Metionina	0,67	0,65	0,65	0,65	0,64	0,64	0,64
Treonina digestível	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86
Triptofano digestível	0,25	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23
Valina (%)	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02
Cálcio (%)	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92
Fósforo disponível	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47
Sódio (%)	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22
Zinco (mg/kg)	146,87	145,96	235,96	265,96	145,09	235,09	265,09
L-glutamina (%)	0,00	1,01	1,01	1,01	2,01	2,01	2,01

¹Availa®Zinco 100.000mg/kg; ²Energia metabolizável com base no NRC (1994) e proteína bruta analisada (119,74%).

Dos 8 aos 21 dias, os animais receberam dieta para a fase inicial (Tab. 02), contendo premix aminoácido, mineral e vitamínico com os níveis de garantia por kg do produto: metionina 313,60g; lisina 168g; treonina 29,40g; vitamina A 1.200.000 UI; vitamina D3 265.000 UI; vitamina E 2.000 UI; 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 50.000 UI; amilase 30.000 UI; β -glucanase 25.000 UI; xilanase 50.000 UI; celulase 45.000 UI; protease 30.000 UI; etoxiquim 6.666mg; Bacillus licheniformis 2x10E11 UFC; Bacillus subtilis 1x10E11 UFC; virginiamicina 1.650mg; maduramicina 500mg.

Tabela 02: 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	2/12
Milho	58,30	60,50	60,50	60,50	62,60	62,60	62,60
Farelo de soja 48%	34,41	31,40	31,400	31,40	28,24	28,24	28,24
Óleo Vegetal	3,26	2,85	2,85	2,85	2,48	2,48	2,48
Fosfato bicálcico	1,53	1,56	1,56	1,56	1,60	1,60	1,60
Calcário calcítico	0,91	0,91	0,91	0,91	0,91	0,91	0,91
NaCl	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48
L-Lisina - HCL (79%)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08	0,08	0,08
L-Triptofano (98%)	0,00	0,00	0,00	0,002	0,002	0,002	0,002
Valina	0,03	0,09	0,09	0,09	0,15	0,15	0,15
Treonina	0,04	0,08	0,08	0,08	0,13	0,13	0,13
Premix mineral,	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Zinco¹	0,00	0,00	0,09	0,12	0,00	0,09	0,12
L-glutamina²	0,00	1,00	1,00	1,00	2,00	2,00	2,00
Caulim	0,04	0,13	0,04	0,01	0,33	0,24	0,21
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,0
Composição calculada							
Proteína bruta (%)	21,20	21,20	21,19	21,19	21,20	21,20	21,20
EM (kcal/kg)	3050,0	3049,9	3049,9	3049,9	3050,0	3050,0	3050,
Lisina digestível (%)	1,21	1,13	1,13	1,13	1,12	1,12	1,12
Metionina digestível (%)	0,61	0,59	0,59	0,59	0,58	0,58	0,58
Treonina digestível (%)	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79
Triptofano digestível	0,24	0,22	0,22	0,22	0,21	0,21	0,21
Valina digestível (%)	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94
Cálcio (%)	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84
Fósforo disponível (%)	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
Sódio (%)	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21
Zinco (mg/kg)	88,57	87,70	177,70	207,7	86,75	176,7	206,7
L-glutamina (%)	0,00	1,01	1,01	1,01	2,01	2,01	2,01

¹Availa®Zinco 100.000mg/kg; ²Energia metabolizável com base no NRC (1994) e proteína bruta analisada (119,74%).

As dietas foram formuladas para atender as exigências nutricionais recomendadas por Rostagno *et al.* (2011), exceto para o zinco que foi adicionado nas dietas em substituição ao material inerte, enquanto a L-glutamina foi introduzida na formulação das rações. As aves receberam ração e água à vontade. Vale ressaltar que os valores de energia metabolizável da L-glutamina foram obtidos com base no NRC (1994) e os de proteína bruta foram analisados no Laboratório de Nutrição Animal da UFPI.

Manejo

Foram alojadas 18 aves (9 machos e 9 fêmeas), em boxes de 2,7 m², dotados de comedouros tubulares e bebedouros pendulares, localizados em galpões de alvenaria coberto de telhas de cerâmica e piso cimentado.

Para o controle da entrada de raios solares e correntes de ar foram utilizadas cortinas ao redor do galpão. O monitoramento da temperatura e umidade relativa do ar nos galpões foi realizado por meio de termômetros de máxima e mínima e termo-higrômetro de bulbo seco e úmido, mantidos no centro do galpão na altura do dorso das aves. As leituras dos termômetros foram realizadas três vezes ao dia (8, 13 e 16 horas), com exceção de máxima e mínima, cuja leitura era realizada somente pela manhã durante todo o período experimental. Esses dados foram, posteriormente, convertidos em Índice de Temperatura de Globo e Umidade (ITGU), conforme proposto por Buffington *et al.* (1981). O programa de luz adotado foi o contínuo (24 horas de luz natural + artificial) utilizando lâmpadas incandescentes de 60W.

Parâmetros avaliados

O consumo de ração no período de 1 a 7 e de 1 a 21 dias de idade foi calculado pela diferença entre a quantidade de ração fornecida no início e no final de cada período experimental. Para determinar o ganho de peso, as aves foram pesadas no início e no final de cada fase. A partir dos dados de consumo de ração e de ganho de peso foi calculado a conversão alimentar dos animais.

A Viabilidade Criatória (VC) e o Índice de Eficiência Produtiva (IEP) foram calculados segundo as fórmulas: $VC = 100 - (\% \text{ de aves mortas})$ e $IEP = (PV \times VC) / (I \times CA) \times 100$, em que: PV e o peso vivo das aves (kg), VC e a viabilidade criatória (%), I e a idade em dias e CA e a conversão alimentar.

No 21º dia, o experimento foi finalizado e duas aves, com peso próximo a média de cada boxe, foram colocadas em jejum alimentar de 12 horas e, posteriormente, foi realizado os procedimentos normais de abate (atordoamento, sangria e depenagem), conforme preconizados pelo Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária dos Produtos de Origem Animal (Brasil, 2017).

A avaliação dos pesos relativos dos órgãos digestivos (fígado, pâncreas e moela) e do coração, foram calculados em relação à carcaça depenada e eviscerada com pés, cabeça e pescoço.

Análise Estatística

Os dados de umidade relativa do ar, temperatura e índice de temperatura de globo e umidade foram submetidos aos cálculos de média e desvio padrão. Os demais parâmetros foram submetidos à análise de variância e teste de regressão, bem como ao teste de SNK. No confronto de cada tratamento com a dieta controle aplicou-se o teste de Dunnett, segundo os procedimentos do PROC GLM do software SAS (2013). Foi usado o $\alpha = 0,05$.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante o período experimental, os valores médios de umidade do ar em todas as semanas de vida das aves encontram-se compreendida na faixa de conforto térmico, de 60-70% de acordo com Paulino *et al.* (2019) (Tab. 03).

Considerando que as faixas de temperaturas recomendadas para frangos de corte na primeira, segunda e terceira semana de vida são 31,3; 26,3-23,2 e 22,5-23,2 °C,

respectivamente, conforme Cassuce *et al.* (2013), verificou-se que durante o período de execução desta pesquisa as aves foram submetidas a condições naturais de estresse por calor, sendo mais evidente na terceira semana de vida das aves. Além disso, na primeira e segunda semana constatou-se que possivelmente também foram expostas a condições de estresse por frio em determinados horários do dia.

Tabela 03: Condições ambientais observadas durante o período experimental no período de junho a julho de 2015, em Teresina/PI.

Idade (semana)	Umidade (%)	Temperaturas (°C)			ITGU ¹
		Máxima	Mínima	Média	
1º	67,61±2,84	32,27±1,06	22,68±0,95	27,60±0,49	80,13±2,48
2º	63,71±2,35	32,69±0,48	22,44±1,06	27,56±0,54	80,11±2,55
3º	69,82±8,63	32,20±1,05	23,60±0,83	27,90±0,64	79,18±4,89

¹ITGU = Índice de temperatura de globo e umidade.

O valor médio de ITGU na primeira semana encontrou-se dentro da faixa considerada confortável para frangos de corte, de 77 a 81,3, segundo Oliveira *et al.* (2006). No entanto, para a segunda e terceira semana de vida encontrava-se acima do intervalo preconizado por estes autores. Apesar da inexistência de medições do ITGU nas estações meteorológicas distribuídas ao longo dos pais, este é o índice bioclimático mais indicado para expressar o conforto ou desconforto dos animais em um ambiente específico, pois incorpora os efeitos da umidade, do escoamento do ar, da temperatura do bulbo seco e da radiação em um único valor.

Não houve interação ($p>0,05$) entre os níveis de suplementação de L-glutamina e de zinco para as variáveis de desempenho nas fases de 1 a 7 dias de idade. Da mesma forma, na comparação do tratamento controle com os demais também não se constatou diferença ($p>0,05$) (Tab. 04).

Não houve interação ($p>0,05$) entre os níveis de suplementação de L-glutamina e de zinco para as variáveis de desempenho na fase de 1 a 21 dias de idade. De maneira semelhante, na comparação do tratamento controle com os demais também não se constatou diferença ($p>0,05$) (Tab. 05).

De maneira isolada, verificou-se na fase de 1 a 21 dias de idade que a viabilidade criatória e o índice de eficiência produtiva foram maiores ($p<0,05$) para o tratamento com a adição de 1% de L-glutamina quando comparado com a adição de 2% desse aminoácido. Assim, pode-se inferir que a suplementação de 1% de L-glutamina contribuiu para o aumento da eficiência de sistemas de produção e das margens de lucro em criatórios de frango de corte equivalente ao proposto na presente pesquisa, uma vez que esse índice expressa a qualidade do sistema de criação e permite bonificar os produtores com base em sua performance produtiva (NICOLAU *et al.*, 2011). Ainda, pode-se inferir que nas aves suplementadas com 2% de L-glutamina, provavelmente, ocorreu uma maior produção de calor corporal, como resultado do catabolismo dos nutrientes em excesso, isso pode ter elevado a mortalidade dos animais e, conseqüentemente, a diminuição na viabilidade criatória. Logo, o calor proveniente do catabolismo dos nutrientes, que deveria auxiliar na manutenção da homeotermia, aumentou a necessidade de dissipação de calor corporal (LOPES *et al.*, 2015) e como os frangos de corte

apresentavam pouca capacidade de termorregulação, a mortalidade foi afetada estando extremamente alta, em torno de 18%, o que causa prejuízos econômicos significativos na produção.

Tabela 04: Desempenho de frangos de corte, no período de 1 a 7 dias de idade, alimentados com diferentes níveis de L-glutamina e zinco.

Cont. ¹	Glut. (%)	Zn (mg/kg)			Média	CV (%)	Valor P	
		0	90	120			L	Q
1 a 7 dias de idade								
Consumo de ração (g/ave)								
140,34	1	120,35	118,30	123,50	120,72	9,17	0,866	0,989
	2	119,62	122,40	118,16	120,06			
	Média	119,99	120,35	120,83				
Ganho de peso (g/ave)								
131,01	1	128,31	129,64	133,19	130,38	4,85	0,518	0,807
	2	134,84	134,17	133,72	134,24			
	Média	131,58	131,90	133,46				
Conversão alimentar								
1,07	1	0,94	0,91	0,93	0,93	7,83	0,888	0,884
	2	0,89	0,91	0,88	0,89			
	Média	0,91	0,91	0,91				
Viabilidade Criatória (%)								
98,89	1	98,89	97,89	97,78	98,19	3,57	0,550	0,137
	2	98,61	94,44	97,78	98,83			
	Média	98,77	96,17	97,78				
Índice de Eficiência Produtiva (%)								
230,74	1	252,43	256,50	261,42	256,78	8,58	0,484	0,442
	2	266,54	256,03	271,77	264,78			
	Média	259,49	256,27	266,60				

¹Control = Controle; Glut. = Glutamina; Zn = Zinco. Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna, mesma variável, não diferem entre si, SNK (p>0,05). L, Q: probabilidade de ordem linear e quadrática relativos à inclusão de zinco suplementar na dieta.

Os resultados para desempenho encontrados nesta pesquisa podem estar relacionados às condições ambientais constatadas durante a fase experimental que permaneceram muito próximas das de conforto térmico, de forma que não promoveram estresse suficiente para desencadear respostas fisiológicas à suplementação de L-glutamina. Uma vez que, segundo Fukatsu e Kudsk (2011), a demanda por glutamina tende a aumentar apenas em situações de estresse prolongado, pois a concentração tecidual não atende às demandas sistêmicas.

No tocante aos efeitos da adição de zinco, existem resultados conflitantes na literatura em relação a influência desse mineral sobre o desempenho das aves. Apesar da divergência entre os autores quanto aos níveis de suplementação de zinco para o ótimo desempenho zootécnico de frangos de corte, Rostagno *et al.* (2017) recomenda 76,15 e 68,72mg de zinco inorgânico e 33,85 e 30,54mg de zinco orgânico/kg de ração e para a fase de 1 a 7 e de 8 a 21 dias de idade, respectivamente, e 100mg de zinco/kg de ração para todas as fases de criação.

Tabela 05: Desempenho de frangos de corte, no período de 1 a 21 dias de idade, alimentados com diferentes níveis de L-glutamina e zinco.

Cont. ¹	Glut. (%)	Zn (mg/kg)			Média	CV (%)	Valor P	
		0	90	120			L	Q
Consumo de ração (g/ave)								
1263,8	1	1275,23	1300,33	1277,91	1284,4	3,31	0,991	0,337
	2	1303,64	1311,30	1301,37	1305,4			
	Média	1289,44	1305,82	1289,64				
Ganho de peso (g/ave)								
886,96	1	887,38	887,44	898,76	891,19	5,75	0,658	0,988
	2	874,00	884,76	883,07	880,61			
	Média	880,69	886,10	890,91				
Conversão alimentar								
1,42	1	1,44	1,47	1,42	1,44	3,92	0,539	0,446
	2	1,49	1,48	1,47	1,48			
	Média	1,47	1,48	1,45				
Viabilidade Criatória (%)								
86,67	1	87,78	87,00	85,56	86,78a	5,01	0,565	0,815
	2	81,11	82,22	85,56	82,96b			
	Média	84,44	84,61	85,56				
Índice de Eficiência Produtiva (%)								
267,52	1	269,39	261,75	269,77	266,97	10,29	0,443	0,667
	2	236,28	244,19	254,24	244,91			
	Média	252,93	252,97	262,01				

¹Control. = controle; Glut. = Glutamina; Zn = Zinco; Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna, para uma mesma variável, não diferem entre si, SNK ($p > 0,05$). L, Q: probabilidade de ordem linear e quadrática relativos à inclusão de zinco suplementar na dieta.

Constatou-se por meio dos dados expostos que vários fatores, independente das condições ambientais, podem interferir na exigência de zinco e devem ser levados em consideração para determinar a real necessidade de suplementação desse mineral, incluindo a linhagem, sexo, fases de criação, fonte suplementar de zinco e níveis utilizados. Assim, tendo em vista que todas as dietas foram isoprotéicas e isoenergéticas, a ausência de efeito sobre os parâmetros de desempenho indicaram que dieta basal atende às exigências nutricionais das aves, sendo, portanto, suficientes para promover o crescimento adequado dos animais em ambas as fases.

No presente estudo não foi observada interação ($p > 0,05$) entre os fatores: peso relativo do fígado, moela, pâncreas e coração de frangos de corte aos 21 dias (Tab. 06).

Observou-se que o tratamento controle foi superior ($p < 0,05$) quanto ao peso relativo do fígado, moela e coração quando comparado aos tratamentos testes, exceto no grupo que recebeu a adição de 1% de L-glutamina sem a adição de zinco suplementar. O aumento desses órgãos verificado para os animais do grupo controle, pode estar relacionado ao aumento do metabolismo do fígado e da moela, ocasionando, conseqüentemente, um incremento no trabalho cardíaco para atender à demanda de oxigênio do organismo, o que pode levar à hipertrofia e, conseqüentemente, ao aumento do peso do coração (SILVA *et al.*, 2014).

Tabela 06: Peso relativo de órgãos digestivos e coração de frangos de corte aos 21 dias de idade, alimentados com dietas contendo diferentes níveis de L-glutamina e zinco.

Controle	Glutamina(%)	Zinco (mg/kg)			Média	CV(%)	Valor P	
		0	90	120			L	Q
Fígado								
2,496	1	2,777	2,318*	2,303*	2,466 ^a	8,0	0,004	0,096
	2	2,375*	2,291*	2,288*	2,320 ^b			
	Média	2,570	2,304	2,296				
Moela								
3,312	1	2,941	2,586*	2,544*	2,690 ^a	12,3	0,002	0,742
	2	2,517*	2,334*	1,997*	2,282 ^b			
	Média	2,729	2,460	2,270				
Pâncreas								
0,261	1	0,313	0,270	0,273	0,285	12,0	0,047	0,491
	2	0,308	0,298	0,280	0,295			
	Média	0,310	0,284	0,276				
Coração								
0,797	1	0,722	0,594*	0,551*	0,622	18,4	0,030	0,128
	2	0,599*	0,485*	0,548*	0,544			
	Média	0,661	0,539	0,550				

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, SNK ($p > 0,05$). L, Q: probabilidade de ordem linear e quadrática relativos à inclusão de zinco na dieta.

Com relação aos níveis isolados dos nutrientes estudados, verificou-se que a adição de 1% de L-glutamina proporcionou maior ($p < 0,05$) peso relativo de fígado e moela quando comparado com o nível de 2%. Desta forma, pode-se inferir que o menor nível de suplementação foi suficiente para influenciar a atividade metabólica de ambas as vísceras. No entanto, esperava-se que o maior nível de L-glutamina ocasionasse não só o aumento da atividade hepática, mas também aumento do peso do fígado, uma vez que após a absorção de aminoácidos a partir do intestino há um aumento do metabolismo corporal e do nível de atividade do fígado (SAKI *et al.*, 2011). Ainda, o menor peso do fígado das aves suplementadas com 2% de L-glutamina na dieta pode estar relacionado a disfunção hepática e possivelmente associado a maior mortalidade dos animais, indicando que esse nível de suplementação pode ter efeitos adversos em frangos de corte criados em condições naturais de calor (ABDULKARIMI *et al.*, 2019).

Resultados contrários a esta pesquisa foram obtidos por Abdulkarimi *et al.* (2019) que não constaram influência da adição de 1% desse nutriente na ração de frangos e corte, no período de 7 a 42 dias de idade, sobre o peso desses órgãos viscerais.

Observou-se que a suplementação de zinco influenciou de forma linear decrescente ($p < 0,05$) o peso relativo do fígado, moela, pâncreas e coração de acordo com as equações: $Y = - 0,0024x + 2,5607$ ($p < 0,05$; $R^2 = 0,95$), $Y = - 0,001x + 0,655$ ($p < 0,05$; $R^2 = 0,89$), $Y = - 0,0003x + 0,3099$ ($p < 0,05$; $R^2 = 0,99$), $Y = - 0,0036x + 2,7406$ ($p < 0,05$; $R^2 = 0,96$), respectivamente.

Infere-se que a suplementação de zinco pode estar associado à redução das atividades metabólicas do fígado, moela, pâncreas e coração, ocasionados pelas elevadas concentrações de zinco suplementar, pois altos níveis desse mineral em dietas de frangos de corte ocasionam

diminuição das atividades das enzimas pancreáticas, amilase, lipase, tripsinogênio e quimiotripsinogênio, afetando conseqüentemente a digestibilidade dos nutrientes da dieta e as reservas energéticas, como glicogênio e lipídios, que são metabolizados no fígado, levando a redução do peso dessa víscera (Fernandes *et al.*, 2012).

Desta forma, como há redução das atividades metabólicas das vísceras digestivas, há redução da atividade cardíaca e, por conseguinte, do peso do coração. Esperava-se que ocorresse o contrário quanto ao peso do coração, tendo em vista que em animais em estresse por calor, o aumento no peso do coração melhora a sua atividade cardíaca, reduzindo a incidência de infarto do miocárdio provocada pelo aumento na demanda de oxigênio para a homeotermia (CHACÓN *et al.*, 2015).

CONCLUSÕES

Concluem-se que dietas suplementadas com 1% de L-glutamina melhoram a viabilidade criatória, o índice de eficiência produtiva, o peso de fígado e moela de frangos de corte na fase de 1 a 21 dias de idade, bem como que a adição de zinco interfere no peso dos órgãos digestivos e coração das aves.

AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado do Piauí (FAPEPI) pelo financiamento desta pesquisa.

REFERÊNCIAS

- ABDULKARIMI, R.; SHAHIR, M.H.; DANESHYAR, M. Effects of dietary glutamine and arginine supplementation on performance, intestinal morphology and ascites mortality in broiler chickens reared under cold environment. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, v.32, n.1, p.110-117, 2019.
- BRASIL. Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal - RIISPOA, Brasília, DF, 2017. 94p.
- BUFFINGTON, D.E.; COLLAZO-AROCHO, A.; CANTON, G.H.; PITT, D. Black-Globe-Humidity Index (BGHI) as comfort equations for dairy cows. *Transactions of the ASAE*, v.24, n.3, p.711-714, 1981.
- CASSUCE, D.C.; TINÔCO, I.F.F.; BAÊTA, F.C.; ZOLNIER, S.; CECON, P.R.; VIEIRA, M.F.A. Thermal comfort temperature update for broiler chickens up to 21 days of age. *Revista Engenharia Agrícola*, v.33, n.1, p.28-36, 2013.
- CHACÓN, T.C.C.; ABREU, V.B.; GONZÁLES, H.A.Z.; SANTINI, L.V.P.; ROJAS, J.; STEFFENSEN, S.G.C.; SILVA, A.J.R.; HERNÁNDEZ, N.E.O. Desempeño Cardiovascular de estirpes de *Gallus gallus domesticus* sometidas a estrés calórico agudo. *Revista de la Facultad de Ciencias Veterinarias*, v.56, n.2, p.60-66, 2015.

FEITOSA, S.M.R. Alterações climáticas em Teresina-PI decorrentes da urbanização e supressão de áreas verdes. 2010. 112p. Dissertação (Mestrado). Curso de Pós-graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Universidade Federal do Piauí, 2010.

FERNANDES, M.N.S. Metabolismo do zinco na nutrição de frangos de corte e suas respostas no desempenho e no sistema imune. *Revista Eletrônica Nutritime*, v.9, n.6, p.2104-2115, 2012.

FUKATSU, K.; KUDSK, K.A. Nutrition and gut immunity. *Surgical Clinics of North America*, v.91, n.4, p.755-770, 2011.

LOPES, J.C.O; RIBEIRO, M.N; LIMA, V.B.S. Estresse por calor em frangos de corte. *Revista Eletronica Nutritime*, v.12, n.6, p.4478-4487, 2015.

NICOLAU, Q.C.; BORGES, A.C.G.; SOUZA, J.G. Cadeia produtiva avícola de corte de Moçambique: caracterização e competitividade. *Revista de Ciências Agrárias*, v.3, n.1, p.182-198, 2011.

NRC. National Research Council. Nutrient Requirements of Poultry: 9th Revised Edition. Washington, DC: The National Academics Press, 1994. 176p.

OLIVEIRA, R.F.M.; DONZELE, J.L.; ABREU, M.L.T.; FERREIRA, R.A.; VAZ, R.G.M.V.; CELLA, P.S. Efeitos da temperatura e da umidade relativa sobre o desempenho e o rendimento de cortes nobres de frangos de corte de 1 a 49 dias de idade. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.35, n.3, p.797-803, 2006.

PAULINO, M.T.F; OLIVEIRA, E.M.; GRIESER, D.O; TOLEDO, J.B. Criação de frangos de corte e acondicionamento térmico em suas instalações: Revisão. *Pubvet*, v.13, n.2, p.1-14, 2019.

ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L.; GOMES, P.C.; OLIVEIRA, R.F.; LOPES, D.C.; FERREIRA, A.S.; BARRETO, S.L.T. Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais. 3^a ed., Viçosa; MG: UFV, 2011. 252p.

ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L.; GOMES, P.C.; OLIVEIRA, R.F.; LOPES, D.C.; FERREIRA, A.S.; BARRETO, S.L.T. Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais de aves e suínos. 4^a ed., Viçosa, MG: UFV, 2017. 488p.

SANCHES, C.K.F.; BAGGIO, E.A.; OLIVEIRA, L.C.N.; BERNARDO, D.N.A. Possíveis decorrências da suplementação da glutamina no sistema imunológico e na melhora do desempenho de praticantes de exercício físico. *Revista Odontológica de Araçatuba*, v.39, n.2, p.37-46, 2018.

SANTOS, M.J.B.; RABELLO, C.B.V.; PANDORFI, H.; TORRES, T.R.; SANTOS, P.A.; CAMELO, L.C.L. Fatores que interferem no estresse térmico em frangos de corte. *Revista Eletrônica Nutritime*, v.9, n.3, p.1779-1786, 2012.

SAKI, A.A.; MIRZAAGHATABAR, F.; ZAMANI, P.; ALIARABI, H. Energy Utilization by Chickens Fed Graded Levels of Balanced Mixture of Methionine. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, v.10, n.24, p.3212-3217, 2011.

SAS. Statistical analysis systems user's guide: Version 9.2. Cary, NC, USA: SAS Institute. 2013.

SILVA, P.L.A.P.A.; NASCIMENTO, M.R.B.M.; LITZ, F.H.; BUENO, J.P.R.; FERNANDES, E.A. Peso relativo do fígado, pâncreas e baço em frangos de corte submetidos à temperatura ambiente cíclica elevada. Revista Enciclopédia Biosfera, v.10, n.19; p.1475-1484, 2014.

SILVA, G.C.; NASCIMENTO, R.B.M.; SILVA, N.P.; FERNANDES, E.A.; VILELA, D. R.; SOUTO, M.M. Suplementação com zinco e selênio em frangos de corte submetidos a estresse cíclico de calor. Revista Ceres, v.62, n.4, p.372-378, 2015.