

GLUTAMINA NA DIETA DE POEDEIRAS LEVES SUBMETIDAS AO ESTRESSE PELO CALOR E À TERMONEUTRALIDADE

KELEN CRISTIANE ZAVARIZE¹, JOSÉ ROBERTO SARTORI², ANTONIO CELSO PEZZATO², EDVALDO ANTONIO GARCIA², VALQUÍRIA CAÇÃO CRUZ³

¹ - Professora UEG, São Luís de Montes Belos, GO - kelen_zavarize@yahoo.com.br

² - Professor UNESP, FMVZ, Botucatu/SP

³ - Professora UNESP, Faculdade de Zootecnia/Dracena/SP

RESUMO

Com este trabalho objetivou-se verificar o efeito da suplementação com glutamina na dieta sobre a morfologia da mucosa intestinal, o desempenho e a qualidade de ovos de poedeiras comerciais leves, submetidas a condições de estresse pelo calor e termoneutralidade. Foram utilizadas 96 poedeiras da linhagem Isa Babcock, com 35 semanas de idade, distribuídas em delineamento inteiramente casualizado, no esquema fatorial 2x2, com duas temperaturas ambientes (termoneutra e quente) e 2 níveis de glutamina na dieta (0,0 e 1,0% de inclusão), com seis repetições de quatro aves por tratamento. O consumo de ração, produção diária de ovos, peso e massa de ovos, conversão alimentar por quilograma de ovos e qualidade

dos ovos foram obtidos em dois períodos de 28 dias. Ao final do experimento foram abatidas quatro aves/tratamento para avaliação do peso de órgãos e morfologia intestinal. O estresse pelo calor diminuiu o desempenho e a qualidade dos ovos e a suplementação com glutamina melhorou a qualidade dos ovos e a conversão alimentar. O calor promoveu aumento na quantidade de células caliciformes no duodeno, enquanto a suplementação com glutamina provocou esse aumento no íleo. Não foram encontradas modificações morfológicas representativas na mucosa intestinal das poedeiras.

PALAVRAS-CHAVE: estresse térmico; glutamina; morfologia intestinal; qualidade de ovos.

GLUTAMINE IN DIET OF LAYING HENS SUBMITTED TO HEAT STRESS AND THERMONEUTRALITY

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the effect of glutamine supplementation of the diet on intestinal mucosa morphology, performance, and egg quality of commercial laying hens, submitted to heat stress and thermoneutral conditions. In this study, 96 (Isa Babcock) laying hens at 35 weeks of age were used and distributed in a completely randomized design according to a 2x2 factorial arrangement, with two levels of ambient temperature (thermoneutral and hot) and two levels of glutamine in the diet (0.0 and 1.0% of inclusion), in 6

replicates of 4 hens per box. Feed intake, daily egg production, feed conversion per kilogram of eggs, and egg quality were obtained in two periods of 28 days each. Heat stress decreased egg production and quality, and glutamine supplementation improved egg quality and feed conversion. The heat and glutamine supplementation provided an increase in calliciform cells quantity in duodenum and ileum, respectively. Significant morphological modifications in the intestinal mucosa of laying hens were not found.

KEYWORDS: egg quality; glutamine; intestinal morphology; thermal stress.

INTRODUÇÃO

A criação de aves esbarra em desafios ligados a fatores ambientais tais como alta temperatura e umidade relativa do ar. Sabe-se que altas temperaturas reduzem o consumo de alimentos prejudicando o desempenho. Quanto maior a temperatura ambiente, menor é a perda de calor sensível pela ave em função do menor gradiente térmico entre o ambiente e o corpo da ave, ocorrendo o acionamento de mecanismos homeostáticos de controle da temperatura corporal, para o animal não desenvolver hipertermia. O estresse pelo calor é um fator que pode alterar a morfologia intestinal e, conseqüentemente, a capacidade de digestão e absorção dos nutrientes pelas aves (MACARI et al., 2002).

O número de enterócitos, a altura e a densidade das microvilosidades e a estrutura de membrana determinam a dimensão da superfície de digestão e absorção intestinal e quanto maiores os vilos, melhor deve ser o desempenho das aves (FERRER et al., 1995).

O desenvolvimento da mucosa intestinal consiste no aumento da altura e densidade de vilos intestinais, o que corresponde ao aumento em número de suas células epiteliais (enterócitos, células caliciformes e enteroendócrinas) e, portanto, ao aumento da capacidade digestiva e de absorção do intestino. Esse desenvolvimento decorre, primariamente, de dois eventos citológicos associados: renovação celular (UNI et al., 1998; APPLGATE et al., 1999) e perda de células, que ocorre normalmente no ápice dos vilos. O equilíbrio entre esses dois processos determina o *turnover* (síntese migração-extrusão) constante, ou seja, a manutenção do tamanho dos vilos e, portanto, a manutenção da capacidade digestiva e de absorção intestinal. Quando há desequilíbrio na taxa de renovação celular no intestino, devido a um estímulo, há modificação na altura e na densidade dos vilos e dos microvilos.

Atualmente, vêm sendo utilizados aminoácidos como a glutamina, que tem importante função como fonte de energia para o desenvolvimento da mucosa (WINDMUELLER & SPAETH, 1974), na tentativa de reduzir a atrofia da mucosa intestinal (PIERZYNOWSKI & SJODIN, 1998). Seu efeito sobre a reconstituição da mucosa intestinal após alguma injúria tem sido investigado, devido ao fato desse aminoácido ser o principal metabólito que nutre os enterócitos (VASCONCELOS & TIRAPEGUI, 1998; PADOVESE, 2000).

Em frangos de corte, MAIORKA et al. (2000) mostraram que a adição de 1,0% de glutamina na

dieta foi capaz de aumentar o tamanho dos vilos, no duodeno e íleo, quando avaliados nos primeiros sete dias de vida, e que a glutamina tem ação trófica na mucosa intestinal, aumentando a capacidade funcional da mesma, podendo propiciar melhor desempenho das aves por meio de maior capacidade de digerir e absorver os nutrientes da dieta.

A glutamina estimula a proliferação das células intestinais (KANDIL et al., 1995; FISCHER DA SILVA et al., 2007), o que poderia resultar no aumento da superfície absorviva da mucosa do trato gastrointestinal. Deste modo, a adição de glutamina pode ser uma alternativa no sentido de melhorar o desenvolvimento da mucosa intestinal.

Com este trabalho objetivou-se verificar o efeito da suplementação com glutamina na dieta sobre a morfologia da mucosa intestinal, desempenho e qualidade de ovos de poedeiras comerciais, submetidas a condições de estresse calórico e termoneutralidade.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, UNESP – Univ. Estadual Paulista – Campus de Botucatu, na câmara bioclimática. Foram utilizadas 96 poedeiras da linhagem Isa Babcock, com 35 semanas de idade, alojadas em 24 gaiolas de postura com quatro aves por compartimento. Água e ração foram fornecidas *ad libitum*, com controle semanal do consumo de ração. As aves foram submetidas ao fotoperíodo de 17 horas de luz diárias.

Na câmara termoneutra, não houve controle de temperatura ambiente, a qual variou de acordo com a temperatura do dia. A câmara quente foi aquecida por resistências elétricas durante o dia e, à noite, as resistências eram desligadas, permitindo que a sala se resfriasse gradativamente, simulando a variação de temperatura diária de uma região quente. Os dados de temperatura, umidade relativa do ar, mortalidade e número total de ovos foram anotados diariamente.

As aves foram distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado, no esquema fatorial 2x2, com duas temperaturas ambientes (termoneutra e quente) e dois níveis de glutamina na dieta (0,0 e 1,0% de inclusão), com seis repetições de quatro aves por gaiola.

A ração foi formulada segundo recomendações de ROSTAGNO et al. (2005) para poedeiras leves, sendo incluído 1,0% de glutamina em substituição a 1,0% de milho na ração (Tabela 1).

Os dados de desempenho das aves foram obtidos em dois períodos de 28 dias cada, e expressos em média diária durante o período total de

56 dias. Foram avaliados o consumo de ração por ave, a produção média diária de ovos e a conversão alimentar por quilograma e por dúzia de ovos produzidos.

Tabela 1. Composição e valores nutricionais calculados da ração com e sem inclusão de glutamina na dieta

Alimentos	Níveis de inclusão de glutamina, %	
	1,0	0,0
Milho	60,423	61,423
Farelo de soja	26,218	26,218
Óleo de soja	2,155	2,155
Fosfato bicálcico	1,735	1,735
Calcário	7,727	7,727
DL - metionina	0,192	0,192
Suplemento vitamínico ¹	0,100	0,100
Suplemento mineral ²	0,100	0,100
Sal	0,350	0,350
L-glutamina ³	1,000	0,000
Total	100	100
Valores Calculados		
Energia metabolizável, kcal/kg	2.869	2.850
Proteína bruta, %	17,590	17,500
Metionina, %	0,465	0,465
Lisina, %	0,882	0,882
Metionina + cistina, %	0,750	0,750
Cálcio, %	3,500	3,500
Fósforo disponível, %	0,420	0,420

¹Suplemento vitamínico Postura Multimix® (por kg de produto) - vit A: 7.000.000 UI; vit D3: 2.000.000 UI; vit E: 5.000 mg; vit K3: 1.600 mg; vit B2: 3.000 mg; vit B12: 8.000 mcg; niacina: 20.000 mg; ácido pantotênico: 5.000 mg; antioxidante: 15.000 mg; veículo QSP 1.000g.

²Suplemento mineral Multimeral Multimix® (por kg de produto) - Cu: 8.000 mg; Fe: 50.000 mg; Mn: 70.000 mg; Zn: 50.000 mg; I: 1.200 mg; Se: 200 mg; veículo QSP 1.000g.

³L-Glutamina Ajinomoto Biolatina®: 92% de pureza.

A avaliação da qualidade dos ovos foi efetuada através da proporção do conteúdo interno (porcentagem de albúmen e de gema), avaliação da coloração da gema (comparação da coloração da gema com leque colorimétrico Roche®), avaliação da qualidade do albúmen (unidades Haugh) e avaliação da qualidade da casca (porcentagem de casca e gravidade específica).

A gravidade específica dos ovos foi determinada por meio da utilização de soluções salinas com concentrações crescentes. Os valores das Unidades Haugh foram calculados por meio da fórmula logarítmica a seguir: $HU = 100 \log (H +$

$7,57 - 1,7 W^{0,37})$, onde H = altura do albúmen, em milímetros e W = peso do ovo, em gramas.

Aos 56 dias de experimento, após jejum de 12 horas, uma ave por gaiola foi pesada e sacrificada por deslocamento da articulação crânio-cervical, totalizando quatro aves por tratamento, para colheita dos seguintes órgãos: coração, fígado, proventrículo, moela, pâncreas, intestino delgado e intestino grosso. O fígado e o coração foram pesados imediatamente após serem retirados. O proventrículo e a moela foram abertos e pesados após remoção do conteúdo. Os intestinos delgado e grosso foram separados por secções no local onde o duodeno emerge da moela e no início dos cecos, sendo posteriormente pesados e medidos. O comprimento do intestino grosso foi considerado como o comprimento do cólon e reto somado ao comprimento dos cecos. O pâncreas foi pesado após ser removido do intestino delgado.

Para as análises histológicas foram colhidos dois segmentos de 3,0 cm do duodeno, do jejuno e do íleo, cortados transversal e longitudinalmente, abertos pela sua borda mesentérica, lavados e estendidos pela túnica serosa, os quais foram fixados em solução de formalina 10% por um período de 24 horas. Posteriormente, foram lavados em água corrente e armazenados em álcool 70%, em seguida desidratados em uma série crescente de álcoois, diafanizados em xilol e incluídos em Paraplast Plus®. Foram preparadas lâminas de cada segmento com cortes de sete micrômetros de espessura, os quais foram corados com ácido periódico de Schiff (PAS).

Posteriormente, com auxílio de microscópio ótico acoplado a sistema analisador de imagens Leica (Image-Pro Plus versão 4.5.0.27) e computador, foram feitas medidas de altura e perímetro das vilosidades, profundidade das criptas e contagem de enterócitos e células caliciformes do duodeno, jejuno e íleo, para determinação da relação células caliciformes/enterócitos. As medidas de altura foram tomadas a partir da região basal das vilosidades, coincidente com a porção superior das criptas, até ao seu ápice. A medida do perímetro foi realizada contornando toda a borda da vilosidade na qual encontram-se as microvilosidades (CARRIJO et al., 2005). As criptas foram medidas da sua base até a região de transição cripta:vilosidade.

A análise estatística dos dados foi realizada pelo método análise de variância (ANOVA), utilizando-se o procedimento GLM do programa SAS (1996) ao nível de significância de 5%.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As temperaturas médias, mínima e máxima

para câmara termoneutra foram 23°C e 28°C, respectivamente. E, as temperaturas médias mínima e máxima para câmara quente foram 27°C e 32°C, respectivamente.

Não houve interação significativa entre nível de glutamina e temperatura ambiente para nenhuma das características de desempenho avaliadas e nem efeito da suplementação de glutamina para consumo de ração, porcentagem de postura, peso e massa de

ovos (Tabela 2). Porém, os resultados de conversão alimentar (CA) por quilograma e por dúzia de ovos foram melhorados ($P < 0,05$) com a suplementação de glutamina, o que provavelmente se deve à melhor digestão e absorção dos alimentos, conforme mostrado por WU et al. (1996), que, trabalhando com suínos, verificaram melhora de 25% na conversão alimentar para animais suplementados com glutamina na dieta.

Tabela 2. Valores médios de produção durante o período experimental de 56 dias segundo a inclusão de glutamina (G) na dieta e temperatura ambiente (T)

Variáveis	L-Glutamina, %			Temperatura, °C			G x T P	CV (%)
	0,0	1,0	P	termo-neutra	quente	P		
Consumo de ração, g	99,51	96,45	0,509	105,73 a	90,23 b	0,003	0,856	11,35
Postura, %	82,77	86,88	0,130	90,07 a	79,57 b	0,001	0,298	7,51
Peso dos ovos, g	58,82	58,74	0,914	59,28	58,28	0,194	0,284	3,10
Massa de ovos, g	48,71	50,99	0,151	53,38 a	46,32 b	0,000	0,143	7,48
CA/kg ovos	2,07 a	1,92 b	0,036	1,99	2,00	0,876	0,129	7,75
CA/dúzia ovos	1,46 a	1,34 b	0,027	1,42	1,38	0,503	0,187	8,55

^{a,b} Médias na linha, seguidas de letras diferentes, diferem entre si ($P < 0,05$) pelo teste F.

A temperatura ambiente não afetou o peso de ovos, conversão alimentar por quilograma e por dúzia de ovos (Tabela 2). Já o consumo de ração, a porcentagem de postura e a massa de ovos diminuíram com o aumento da temperatura, conforme LEESON et al. (1996) mostraram com poedeiras, ao verificar que o estresse pelo calor prolongado provocou declínio na produção e no peso dos ovos.

Houve interação ($P < 0,05$) entre nível de glutamina e temperatura ambiente para gravidade específica e peso de casca dos ovos (Tabela 3). Seu desdobramento indica que, tanto para temperatura ambiente quente como para termoneutra, a suplementação com glutamina aumentou a porcentagem de casca e a gravidade específica dos

ovos. Nas aves que não receberam glutamina, a elevação da temperatura ambiente proporcionou aumento na porcentagem de casca e na gravidade específica dos ovos, sendo esse efeito contrário ao encontrado por LEESON et al. (1996), que mostraram que o estresse de calor em poedeiras promoveu redução na qualidade da casca dos ovos.

A suplementação com glutamina não afetou a porcentagem de gema, mas promoveu diminuição na porcentagem de albúmen. Não houve efeito da temperatura ambiente sobre a porcentagem de gema e de albúmen. Não houve interação entre suplementação de glutamina e temperatura ambiente para porcentagem de casca, altura de gema e altura do albúmen, cor e unidade Haugh (Tabela 4).

Tabela 3. Desdobramento da interação entre nível de glutamina e temperatura ambiente para o peso de casca (%) e gravidade específica (g/L)

	L-glutamina, %	Temperatura		Média
		termoneutra	quente	
Casca, %	0,0	9,02bB	9,58aB	9,30
	1,0	9,87A	9,98A	9,93
Média		9,44	9,78	
Gravidade específica, g/cm ³	0,0	1,085bB	1,090aB	1,087
	1,0	1,092A	1,093A	1,092
Média		1,088	1,091	

^{a,b} Médias na linha, seguidas de letras minúsculas diferentes, diferem entre si, pelo teste F ($P < 0,05$).

^{A,B} Médias na coluna, seguidas de letras maiúsculas diferentes, diferem entre si, pelo teste F ($P < 0,05$).

A suplementação com glutamina não afetou a unidade Haugh, mas alterou ($P < 0,05$) a cor da gema no leque colorimétrico, causando o escurecimento da gema. Esse fato deve-se provavelmente à melhora na absorção dos nutrientes no intestino das aves, conseqüentemente, à melhor absorção de carotenóides, que são responsáveis pela coloração mais escura da gema. Segundo BISCARO &

CANNIATTI-BRAZACA (2006), os consumidores dão preferência aos ovos com gema amarelo-alaranjado em países da América do Sul.

A temperatura ambiente quente diminuiu ($P < 0,05$) a unidade Haugh e ocasionou cor da gema mais clara, mostrando declínio na qualidade dos ovos.

Tabela 4. Valores médios de qualidade de ovos segundo a inclusão de glutamina (G) na dieta e temperatura ambiente (T)

Variáveis	L-Glutamina, %			Temperatura, °C			G x T P	CV (%)
	0,0	1,0	P	termo-neutra	quente	P		
Gravidade específica, g/cm ³	1087	1092	0,000	1088	1091	0,000	0,008	0,56
Gema, %	25,15	25,40	0,247	25,48	25,06	0,052	0,528	7,26
Albúmen, %	65,56a	54,76b	0,003	65,07	65,16	0,072	0,120	3,09
Casca de ovos, %	9,30	9,93	0,000	9,45	9,78	0,000	0,013	8,18
Altura de gema, mm	17,98	18,08	0,332	18,23a	17,81b	0,000	0,975	5,28
Altura de albúmen, mm	7,26	7,31	0,708	7,61a	6,95b	0,000	0,758	14,68
Cor	6,67a	7,06b	0,003	7,00a	6,72b	0,026	0,749	16,09
Unidade Haugh	84,66	84,70	0,958	86,81a	82,55b	0,000	0,560	8,40

^{a, b} Médias na linha, seguidas de letras diferentes, diferem entre si ($P < 0,05$) pelo teste F.

Conforme mostrado na Tabela 5, não houve interação entre suplementação com glutamina e temperatura ambiente para perímetro das vilosidades, profundidade de cripta e relação calciformes/enterócitos no duodeno. O perímetro das vilosidades, profundidade de criptas e relação calciforme/enterócitos não sofreram influência ($P > 0,05$) da inclusão de glutamina nem da temperatura ambiente, com exceção do aumento ($P < 0,05$) ocorrido na relação calciformes/enterócitos com a elevação da temperatura.

Não houve efeito da suplementação com glutamina e da temperatura ambiente e nem interação entre esses dois fatores para perímetro das vilosidades, profundidade de cripta e relação calciformes/enterócitos no jejuno (Tabela 5).

A suplementação com glutamina proporcionou aumento na relação calciformes/enterócitos das vilosidades do íleo. Não houve efeito da temperatura ambiente e nem interação entre suplementação com glutamina e temperatura ambiente para as características morfométricas do íleo (Tabela 5).

Tabela 5. Perímetro e profundidade de cripta e relação células calciformes/enterócitos para vilosidades do duodeno, jejuno e íleo segundo a inclusão de glutamina (G) na dieta e temperatura ambiente (T)

Variáveis	L-Glutamina, %			Temperatura, °C			G x T P	CV (%)
	0,0	1,0	P	Termo-neutra	quente	P		
Duodeno								
Perímetro, µm	2686,48	2641,00	0,801	2598,97	2728,51	0,475	0,206	16,35
Profundidade cripta, µm	67,67	73,49	0,483	62,42	78,74	0,059	0,442	28,24
Calciforme/enterócito, % ¹	26,97	29,15	0,148	26,00a	30,12b	0,011	0,052	11,58
Jejuno								
Perímetro, µm	1930,81	1713,20	0,166	1766,88	1877,13	0,475	0,304	20,37
Profundidade cripta, µm	65,59	71,12	0,507	60,81	75,90	0,081	0,969	29,45
Calciforme/enterócito, % ¹	30,90	34,70	0,054	31,43	34,17	0,156	0,100	13,83
Íleo								
Perímetro, µm	1277,17	1135,28	0,260	1100,55	1311,89	0,100	0,250	24,85
Profundidade cripta, µm	58,25	58,21	0,994	55,72	60,75	0,355	0,524	21,86
Calciforme/enterócito, % ¹	34,73a	40,10b	0,012	36,61	38,22	0,416	0,102	12,12

^{a, b} Médias na linha, seguidas de letras diferentes, diferem entre si ($P < 0,05$) pelo teste F.

¹ Contagem de 500 enterócitos e todas as células calciformes anexas por ave.

A maturação intestinal das aves ocorre nas primeiras semanas de vida, o que pode explicar porque não se observou efeito da glutamina na morfologia intestinal no período estudado, pois as aves já apresentavam maturação intestinal (UNI et al., 1995). Alguns autores (MAIORKA et al., 2000; MURAKAMI et al., 2007 em aves; ABREU et al., 2010 em suínos), trabalhando com a suplementação de glutamina na dieta, observaram melhora no desenvolvimento da mucosa intestinal nas primeiras semanas de vida, mostrando o efeito benéfico da glutamina nas primeiras fases de vida.

Sob as condições desse experimento, o desenvolvimento intestinal não foi afetado. Isso se deve provavelmente ao fato de a intensidade do estresse utilizado não ter sido tão severa (temperaturas entre 27 a 32°). Apesar da redução do consumo de ração, a mucosa intestinal das aves e o peso dos órgãos não foram afetados (Tabela 6), indicando a necessidade do aumento do estresse pelo calor nos animais para que essas características sejam afetadas, principalmente em relação à morfologia dos órgãos, conforme demonstrado por OLIVEIRA NETO et al. (2000).

Na Tabela 6 pode se verificar que não houve interação entre suplementação com glutamina e temperatura ambiente para nenhuma das variáveis analisadas. Não houve efeito da suplementação para peso vivo e pesos relativos do coração, moela, proventrículo, fígado e pâncreas. A temperatura ambiente não influenciou o peso vivo e os pesos relativos de coração, moela, proventrículos e pâncreas, o que difere do observado por OLIVEIRA NETO et al. (2000), que verificaram redução no tamanho desses órgãos em razão do estresse por calor em frangos de corte. Já com o aumento da temperatura, apenas o peso relativo do fígado foi reduzido ($P < 0,05$). Diferentes autores (OLIVEIRA et al., 1997, em suínos e ZANUSSO et al., 1999, em aves) também observaram redução dos pesos relativos de órgãos, em razão da alta temperatura ambiente.

Não houve diferença significativa nem interação para a suplementação com glutamina e temperatura ambiente para peso e comprimento dos intestinos delgado e grosso (Tabela 6).

Tabela 6. Valores médios de peso vivo (g) e peso relativo dos órgãos*(%) e comprimento dos intestinos (cm) segundo a inclusão de glutamina (G) na dieta e temperatura ambiente (T)

Variáveis	L-Glutamina, %			Temperatura, °C			G x T	CV (%)
	0,0	1,0	P	Termo-neutra	quente	P	P	
Peso vivo, g	1351	1393	0,546	1420	1323	0,172	0,334	12,25
Coração, %	0,41	0,42	0,818	0,41	0,42	0,860	0,966	10,18
Moela, %	1,52	1,47	0,634	1,49	1,49	0,984	0,984	16,74
Pró-ventrículo, %	0,37	0,38	0,531	0,38	0,37	0,459	0,790	11,97
Fígado, %	1,85	1,91	0,434	1,99A	1,77B	0,007	0,925	9,41
Pâncreas, %	0,22	0,23	0,749	0,22	0,23	0,810	0,462	10,64
Intestino delgado, %	2,57	2,51	0,659	2,53	2,54	0,879	0,921	13,18
Intestino grosso, %	0,91	0,99	0,143	0,95	0,96	0,985	0,931	13,61
Intestino delgado, cm	115,9	122,3	0,234	121,7	116,6	0,342	0,862	10,74
Intestino grosso, cm	31,5	32,5	0,382	32,0	32,0	1,000	0,382	8,56

* Peso relativo do órgão (%) = (Peso do órgão ÷ peso vivo) x 100.

CONCLUSÕES

O estresse pelo calor e a suplementação com glutamina não promovem modificações morfológicas representativas na mucosa intestinal das poedeiras comerciais leves em postura. O estresse pelo calor diminui a produção e a qualidade dos ovos e a suplementação com glutamina melhora a qualidade dos ovos e a conversão alimentar.

REFERÊNCIAS

ABREU, M.L.T.; DONZELE, J.L.; SARAIVA, A.; OLIVEIRA, R.F.M.; FORTES, E.I.; GRAÑA, G.L.

Glutamina, nucleotídeos e plasma suíno em rações para leitões desmamados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 39, n. 3, Mar. 2010. Available from <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S151635982010000300010&lng=en&nrm=iso>. access on 25 June 2011. doi: 10.1590/S1516-35982010000300010.

APPLEGATE, T.J.; DIBNER, J.J.; KITCHEL, M.L.; UNI, Z.; LILBURN, M.S. Effect of turkey (*Meleagris gallopovo*) breeder hen age and egg size on poultry development. 2. Intestinal villus growth, enterocyte migration and proliferation of the turkey poultry. **Comparative Biochemistry and Physiology**, v.124B, p.381-389, 1999.

- BISCARO, L.M.; CANIATTI-BRAZACA S.G. Cor, betacaroteno e colesterol em gema de ovos obtidos de poedeiras que receberam diferentes dietas. **Ciência e Agrotecnologia**, v.6, p.1130-1134, 2006.
- CARRIJO, A.S.; MADEIRA, L.A.; SARTORI, J.R.; PEZZATO, A.C.; GONÇALVES, J.C.; CRUZ, V.C.; KUIBIDA, K.; PINHEIRO, D.F. Alho em pó na alimentação alternativa de frangos de corte. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.40, n.7, p.673-679, 2005.
- FERRER, R.; PLANAS, J.M.; MORETÓ, M. Cell apical surface area in enterocytes from chicken small and large intestine during development. **Poultry Science**, v.74, p.1995-2002, 1995.
- FISCHER DA SILVA, A.V.; BORGES, S.A.; MAIORKA, A.; GIVISIES, P.E.N.; ROCHA, C.; MACARI, M. Ornithine decarboxylase expression in the small intestine of broilers submitted to feed restriction and glutamine supplementation. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v.9, n.2, p.111-115, 2007.
- KANDIL, H.L.; ARGENZIO, R.A.; CHEN, W.; BERSCHNEIDER, H.M. L-glutamine and l-asparagine stimulate ODC activity and proliferation in a porcine jejunal enterocyte line. **American Journal of Physiology**, v. 269, p.G591-G599, 1995.
- LEESON, S. Nutritional considerations of poultry during heat stress. **World's Poultry Science Journal**, v.42, p.69-81, 1996.
- MACARI, M.; FURLAN, R.L.; GONZALES, E. **Fisiologia Aplicada a frango de corte**. 2.ed. Jaboticabal: Funep/Unesp, 2002. 375p.
- MAIORKA, A.; FISCHER DA SILVA, A.V.; SANTIN, E.; BORGES, S.A.; BOLELI, I.C.; MACARI, M. Influência da suplementação de glutamina sobre o desempenho e o desenvolvimento dos vilos e criptas do intestino delgado de frangos. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.52, p.487-490, 2000.
- MURAKAMI, A.E.; SAKAMOTO, M.I.; NATALI, M.R.M.; SOUZA, L.M.G. FRANCO, J.R.G. Supplementation of Glutamine and Vitamin E on the Morphometry of the Intestinal Mucosa in Broiler Chickens. **Poultry Science**, v. 86, p. 488-495, 2007.
- OLIVEIRA NETO, A.R.; OLIVEIRA, R.F.M.; DONZELE, J.L.; ROSTAGNO, H.S.; FERREIRA, R.A. Efeito da temperatura ambiente sobre o desempenho e características de carcaça de frangos de corte alimentados com dieta controlada e dois níveis de energia metabolizável. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, p.183-190, 2000.
- OLIVEIRA, R.F.M.; DONZELE, J.L.; FREITAS, R.T.F. Efeito da temperatura sobre o desempenho e sobre os parâmetros fisiológicos e hormonal de leitões consumindo dietas com diferentes níveis de energia digestível. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.26, p.1173-1182, 1997.
- PADOVESE, R. Aplicações clínicas da glutamina. **Revista Brasileira de Ciência Farmacológica**, v.36, p.23-25, 2000.
- PIERZYNOWSKI, S. G.; SJODIN, A. Perspectives of glutamine and its derivatives as feed additives for farm animals. **Journal of Animal and Feed Sciences**, v.7, p.79-91, 1998.
- 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**. Viçosa: UFV, 2005. 186p.
- SAS Institute Inc. – SAS/STAT. **User's guide**, version 6.11, 4 ed., v. 2, Cary: SAS Institute Inc., 1996. 842p.
- UNI, Z.; NOY, Y.; SKLAN, D. Post hatch changes in morphology and function of small intestines in heavy and light strain chicks. **Poultry Science**, v.74, p.1622-1629, 1995.
- UNI, Z.; GANOT, S.; SKLAN, D. Post-hatch development of mucosal function in the broiler small intestine. **Poultry Science**, v.77, p.75-82, 1998.
- VASCONCELOS, M.I.L.; TIRAPEGUI, J. Importância nutricional da glutamina. **Arquivo de Gastroenterologia**, v.35, p.207-215, 1998.
- WINDMUELLER, H.G.; SPAETH, A.E. Uptake and metabolism of plasma glutamine by the small intestine. **Journal of Biology Chemistry**, v.249, p.5070-5079, 1974.
- WU, G.; MEIER, S.B.; KNABE, D.A. Dietary glutamine supplementation prevents jejunal atrophy in weaned pigs. **Journal of Nutrition**, v.126, p.2578-2584, 1996.
- ZANUSSO, J.T.; OLIVEIRA, R.F.M.; DONZELE, J.L.; FERREIRA, R.A.; ROSTAGNO, H.S.; EUCLYDES, R.F.; LANA, S.R.V. Níveis de energia metabolizável para pintos de corte mantidos em ambiente de conforto térmico. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, p.1068-1074, 1999.

Protocolado em: 28 nov. 2007. Aceito em: 27 abr. 2011.