



Níveis de proteína e de arginina digestível na ração pré-inicial de frangos de corte¹

Mônica Schaitl Thon^{1,5}, José Henrique Stringhini^{2,5}, Roberto de Moraes Jardim Filho³, Maria Auxiliadora Andrade⁴, Marcos Barcellos Café^{2,5}, Nadja Susana Mogyca Leandro^{2,5}

¹ Doutoranda em Ciência Animal pela UFG.

² Departamento de Produção Animal, Escola de Veterinária da UFG.

³ Doutorando em Ciência Animal pela UFG.

⁴ Departamento de Medicina Veterinária da UFG.

⁵ Bolsista do CNPq.

RESUMO - O experimento foi conduzido para avaliar níveis de proteína bruta e arginina digestível na ração pré-inicial de frangos de corte e seus efeitos no desempenho das aves dos 7 aos 21 dias de idade. Foram utilizados 600 pintos da linhagem Cobb 500, distribuídos em delineamento de blocos casualizados em esquema fatorial 4×2 , composto de quatro níveis de arginina digestível (1,363; 1,463; 1,563 e 1,663%) e dois níveis de proteína bruta (20 e 22%), totalizando oito tratamentos, cada um com cinco repetições de 15 aves. Avaliaram-se o ganho de peso, o consumo de ração, o índice de conversão alimentar, a biometria dos órgãos do trato gastrointestinal e a digestibilidade e retenção de matéria seca e nitrogênio. O maior ganho de peso na fase de 1 a 14 dias de idade foi obtido com a ração com 22% de proteína bruta. Os níveis de arginina digestível tiveram efeito quadrático na conversão alimentar na fase de 1 a 10 dias de idade. O peso do esôfago e inglúvio foi maior nas aves alimentadas com a ração com 20% de proteína bruta, no entanto, houve efeito quadrático dos níveis de arginina digestível sobre o comprimento do intestino aos 10 dias de idade e sobre o peso do esôfago + inglúvio aos 3 dias de idade. Houve interação entre os níveis de proteína bruta e arginina digestível para o peso relativo do fígado aos 14 dias, que respondeu de forma quadrática ao nível de 20% de proteína bruta, e para o comprimento de intestino, cujo maior valor foi obtido com os níveis de 22% de proteína bruta e 1,603% de arginina digestível. O balanço e a retenção de nitrogênio foram maiores no nível de 22% de proteína bruta. O nível de 1,363% de arginina digestível atende às exigências nutricionais dos frangos de corte na fase pré-inicial.

Palavras-chave: aminoácidos, conversão alimentar, desempenho, digestibilidade, dimensões de órgãos

Protein and digestible arginine levels in pre-starter broiler rations

ABSTRACT - This experiment was carried out to evaluate levels of crude protein and digestible arginine in pre-starter broiler ration and their effects on the performance of the broilers from 7 to 21 days of age. A total of 600 Cobb chicks was assigned to a block randomized design in a 4×2 factorial arrangement consisting of 4 levels of digestible arginine (1.363; 1.463; 1.563 and 1.663%) and two levels of crude protein (20 and 22%) with eight treatments, each one with five replicates of 15 broilers each. For the experiment, weight gain, feed intake, feed conversion ratio, gastrointestinal biometry, digestibility and retention of dry matter and nitrogen were evaluated. The highest weight gain from 1 to 14 days old was obtained with the 22% crude protein feed. The levels of digestible arginine had a quadratic effect in feed conversion from 1 to 10 days old. The esophagus and crop weights were higher for broilers fed 20% crude protein based diet; however, there was a quadratic effect of the digestible arginine levels on the intestine length at the age of 10 days and on the esophagus + crop weight at 3 days of age. At 14 days of age, there was interaction among crude protein and digestible arginine levels for liver relative weight, which showed quadratic response to 20% of crude protein, and for intestine length, whose highest value was obtained with 22% of crude protein and 1.603% of digestible arginine. Nitrogen balance and retention were the highest for levels of 22% of crude protein. The level of 1.363% of digestible arginine meets nutritional requirements of pre-starter broilers.

Key Words: digestible amino acids, digestibility, intestine height, organs biometry, performance

Introdução

A adoção de dietas pré-iniciais é prática bastante difundida na avicultura de corte, especialmente nos primeiros sete dias de vida (Gomes et al., 2008). A formulação

com base na proteína ideal visa ao equilíbrio dos aminoácidos para máxima deposição de tecido e à redução do nível de proteína bruta na ração (Penz Jr., 1996). O uso de aminoácidos sintéticos nas dietas de frangos reduz o custo de formulação, melhora o rendimento dos frangos e

possibilita maior conforto nos galpões pela menor produção de amônia. Pode-se reduzir a excreção de nitrogênio sem prejudicar o desempenho, desde que os aminoácidos estejam equilibrados para máximo desempenho (Ajinomoto, 2004).

Em rações com 16% de proteína bruta, Edmonds et al. (1985) identificaram metionina, arginina, lisina, treonina e valina como aminoácidos limitantes em dietas à base de milho e farelo de soja para aves.

Chamruspollert et al. (2002), em experimentos com frangos Ross de 1 a 14 dias de idade, não verificaram diferença nos níveis de arginina e fonte do grupo metil. Os níveis de arginina adequados para ganho de peso foram de 1,17% a 1,20%, para conversão alimentar, de 1,23%; para atividade da creatina muscular, 1,18 a 1,26%.

Avaliando os efeitos da proteína bruta e exigências de arginina (18% de proteína bruta e 0,75 a 1,50% de arginina e 23% de proteína bruta e 1,07 a 1,60% de arginina) para frangos de corte machos Cobb de 1 a 28 dias de idade, Hurwitz et al. (1998) verificaram que a gordura abdominal aumentou com a redução da proteína bruta e que as exigências de aminoácidos essenciais reduziram de acordo com seus níveis na ração, em decorrência do retardamento no crescimento, resultando em deficiência simples ou múltipla. Para melhorar o balanço de aminoácidos, a suplementação com aminoácidos essenciais é mais efetiva em dietas com baixo teor de proteína.

Brake et al. (1999) conduziram experimento com frangos em dois ambientes – quente (25 a 35°C) e moderado (18 a 26°C) – utilizando duas relações arginina:lisina (1,10 e 1,37) na ração e verificaram melhora significativa no índice de conversão alimentar em ambiente quente com a relação arginina:lisina de 1,37.

Este experimento foi conduzido para avaliar os níveis de proteína bruta e arginina digestível para frangos de corte na fase pré-inicial.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido no aviário experimental da Escola de Veterinária da Universidade Federal de Goiás de março a abril de 2004. Foram alojados 600 pintos de corte Cobb 500 machos, distribuídos em oito baterias de aço galvanizado, cada uma com cinco andares cada e divisões de 0,33 × 0,50 m, somando 40 unidades experimentais equipadas com comedouros e bebedouros lineares, bandejas metálicas e lâmpada incandescente de 40 W. A temperatura e umidade foram registradas diariamente com termo-higrômetro digital (Tabela 1). As

Tabela 1 - Médias das temperaturas e umidades máximas e mínimas no experimento

Semana	Temperatura		Umidade	
	Máxima	Mínima	Máxima	Mínima
1º	32,7	26,2	62,0	45,3
2º	32,0	25,7	60,4	42,0
3º	30,5	24,4	65,8	40,5

rações experimentais, à base de milho e farelo de soja, foram formuladas (Tabela 2) atendendo às recomendações nutricionais e considerando a composição dos alimentos propostas por Rostagno et al. (2000). A arginina sintética foi adicionada às rações basais em substituição ao amido, de acordo com o nível de arginina digestível proposto. Na fase de 8 a 21 dias, as aves receberam a mesma ração inicial (Tabela 2).

O delineamento experimental adotado foi em blocos casualizados e esquema fatorial 2 × 4, composto de dois níveis de proteína (20 e 22%) e quatro níveis de arginina digestível (1,363; 1,463; 1,563 e 1,663%), totalizando oito combinações, cada uma com cinco repetições de 15 aves. As aves e as rações foram pesadas aos 7, 10, 14 e 21 dias para cálculo do ganho de peso, do consumo de ração e da conversão alimentar corrigido pelo peso das aves mortas no decorrer do experimento.

Para determinação da digestibilidade, do 4º ao 7º dia, foi realizada a coleta total de excretas. Nas amostras de excretas e das dietas experimentais, foram analisados os teores de matéria seca e nitrogênio total, segundo metodologia proposta por Silva & Queiroz (2002). Os dados foram tabulados e o coeficiente de digestibilidade, calculado pela fórmula proposta por Matterson et al. (1965), e da retenção de nutrientes, como descrito por Noy & Sklan (2002).

Aos 3, 7, 10 e 14 dias de idade, uma ave por repetição foi encaminhada para o Laboratório de Doenças de Aves do Departamento de Medicina Veterinária da Escola de Veterinária da UFG e submetidas a 5 horas de jejum. Foram avaliados o comprimento do intestino e os pesos relativos de esôfago, inglúvio, fígado, moela, pró-ventrículo, pâncreas e intestino, expressos como (peso do órgão / peso vivo) × 100.

Para análise estatística, foi utilizado o programa SAEG (UFV, 1997) para análise de experimentos delineados em arranjo fatorial e aplicada análise de regressão polinomial para os níveis de arginina digestível testados e teste Tukey para níveis de proteína.

Tabela 2 - Composição das rações basais pré-inicial e inicial

Alimento	Ração pré-inicial		Ração inicial
	20%	22%	
Milho	60,65	53,81	63,90
Farelo de soja	23,00	24,00	31,05
Soja integral tostada	10,00	16,00	
Fosfato bicálcico	2,14	2,00	1,69
Amido	1,23	1,72	
Calcário	1,04	1,00	0,970
Bicarbonato de sódio	0,63	0,27	
Sal comum	0,10	0,30	0,4
DL-metionina	0,40	0,35	0,191
L-lisina HCl	0,43	0,27	0,369
L-arginina	0,160	-	
L-treonina	0,08	-	
L-triptofano	0,02	-	
Óleo de soja			1,010
Suplemento mineral-vitamínico ^{1,2}	0,15	0,15	0,40
Composição nutricional (calculada)			
Proteína bruta, %	19,13	21,24	19,87
Energia metabolizável, kcal/kg	3.031	3.012	3000
Fibra bruta, %	3,515	3,833	0,910
Cálcio, %	1,021	0,984	0,430
Fósforo disponível, %	0,503	0,483	0,683
Fósforo total, %	0,716	0,709	0,683
Cloro, %	0,103	0,220	
Potássio, %	0,813	0,910	
Sódio, %	0,19	0,18	0,200
Na+K+Cl, MEq/100g	204	209	
Lisina digestível, %	1,227	1,229	1,17
Arginina digestível, %	1,363	1,364	
Metionina + cistina digestível, %	0,831	0,86	0,808
Metionina digestível, %	0,671	0,642	0,500
Treonina digestível, %	0,629	0,694	0,770
Triptofano digestível, %	0,210	0,235	0,253

1 Suplemento vitamínico para frangos na fase inicial: vit. A - 3.125.000 UI; vit. D3 - 550.000 UI; vit. E - 3.750 mg; vit. K3 - 625 mg; vit. B1 - 250 mg; vit. B2 - 1.125 mg; vit. B6 - 250 mg; vit. B12 - 3.750 mg; niacina - 9.500 mg; pantotenato de cálcio, 3.750 mg; ácido fólico - 125 mg; DL-metionina - 350.000 mg; cloreto de colina 50% - 150.000 mg; promotor de crescimento - 12.500 mg; coccidiostático - 15.000 mg; Se - 50 mg; antioxidante - 2.500 mg; veículo q.s.p., 1000 g. Suplemento mineral: Fe - 100.000 mg; Cu - 16.000 mg; Zn - 100.000 mg; I - 1500 mg. 2 Níveis de arginina crescentes calculados adicionando 0,1% de L-arginina nas dietas em substituição ao amido de mandioca. 3 Avilamicina, Olaquinox, sal monossódico de monensina, BHT.

Resultados e Discussão

Não foi verificada interação proteína bruta \times arginina digestível para ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar nos períodos avaliados (Tabela 3). Os níveis de arginina digestível não afetaram o ganho de peso nem o consumo de ração, mas houve efeito quadrático para conversão alimentar aos 10 dias de idade das aves ($\hat{Y} = 3,780 - 0,003831X + 0,00000126X^2$; $R^2 = 1,00$), com valor estimado em 1,596% de arginina digestível para a menor conversão alimentar. Stringhini et al. (2007) verificaram que os melhores índices de conversão foram estimados por equação quadrática aos sete dias de idade, com 1,463% de arginina digestível na ração pré-inicial.

Os níveis de proteína bruta influenciaram ($P < 0,05$) o ganho de peso na fase de 1 a 14 dias de idade, que foi maior nas aves alimentadas com a ração com o mais alto nível de proteína bruta na fase pré-inicial.

Embora o maior nível de proteína bruta tenha proporcionado maior ganho de peso das aves na fase pré-inicial (1 aos 14 dias), no período total avaliado do 1 ao 21 dia o uso de 20 ou 22% de proteína bruta e os níveis de arginina digestível proporcionaram desempenho semelhante aos frangos de corte.

A suplementação da ração com arginina não melhorou o desempenho das aves, o que pode estar relacionado à relação arginina:lisina. Relações arginina:lisina com baixos níveis de lisina podem reduzir o desempenho das aves, ao contrário de relações mais altas de arginina:lisina, que melhoram o desempenho (Morris & Abebe, 1990). Resultado semelhante foi encontrado por Gadelha (2004), que testou níveis de arginina digestível de 1,29 ou 2,06% e observou que a suplementação de arginina foi importante

Tabela 3 - Desempenho de frangos de corte no período de 1 a 21 dias alimentados na fase pré-inicial (1 a 7 dias) com rações com dois níveis de proteína bruta e cinco níveis de lisina digestível

	Arginina digestível (%)				Proteína bruta (%)		Coeficiente de variação
	1,363	1,463	1,563	1,663	20	22	
1 a 7 dias de idade							
Ganho de peso médio (g)	135,11	135,90	135,41	134,57	133,36	137,14	4,80
Consumo médio de ração (g)	109,48	112,04	110,35	111,34	110,64	110,97	5,11
Conversão alimentar (g/g)	0,793	0,806	0,798	0,808	0,810	0,793	3,56
1 a 10 dias de idade							
Ganho de peso médio (g)	231,38	234,78	238,14	231,95	230,93	237,19	4,38
Consumo médio de ração (g)	196,41	190,33	193,64	194,86	191,64	195,98	5,64
Conversão alimentar (g/g)	0,902	0,874	0,874	0,896	0,891	0,883	2,90
1 a 14 dias de idade							
Ganho de peso médio (g)	405,64	413,31	411,77	406,37	405,17b	413,31a	2,93
Consumo médio de ração (g)	423,19	436,46	427,50	433,00	430,06	430,02	3,52
Conversão alimentar (g/g)	1,016	1,030	1,014	1,040	1,036	1,014	3,76
1 a 21 dias de idade							
Ganho de peso médio (g)	801,10	810,40	799,45	799,69	800,35	804,98	2,94
Consumo médio de ração (g)	968,35	990,65	971,88	972,33	977,02	974,58	3,05
Conversão alimentar (g/g)	1,236	1,245	1,228	1,247	1,247	1,231	2,64

para melhorar o desempenho quando relações arginina:lisina de 1,69 foram utilizadas na ração inicial.

Cuca & Jensen (1990) observaram que níveis de 1,44% de arginina total seriam muito altos para as três primeiras semanas de vida e recomendaram valores de 1,25% para máximo desempenho. Kidd et al. (2001) verificaram que níveis semelhantes aos recomendados pelo NRC (1994) para a fase inicial (1,25% de arginina total) são suficientes para suportar bom crescimento e manter normais as funções imunológicas da ave.

As relações arginina:lisina testadas foram de 1,28 a 1,66 e, de acordo com Gadelha (2004), o aumento dessa relação pode melhorar a resposta em situações de estresse de calor desde que mantidas as relações variando entre 1,05 e 1,10 com lisina. Atencio et al. (2004) determinaram a relação arginina:lisina digestível de 1,05. No entanto, Brake et al. (1999) conduziram experimento com frangos em dois ambientes: quente (25 a 35°C) e moderado (18 a 26°C), com relações arginina:lisina de 1,10 e 1,37 na ração, e não verificaram melhora na conversão alimentar em ambiente quente com a relação arginina:lisina de 1,37.

Pela análise do coeficiente de digestibilidade, não houve interação ($P>0,05$) níveis de arginina \times proteína bruta, e os níveis de arginina digestível tiveram efeito linear crescente ($P>0,05$) para retenção de nitrogênio retido em relação ao consumido ($\hat{Y} = 4,892 - 0,00109x$ $R^2 = 0,66$). Para os níveis de proteína bruta utilizados, observou-se efeito ($P<0,05$) no balanço de nitrogênio, no nitrogênio retido em relação ao consumido e no nitrogênio retido em relação ao ganho de peso, com valor sempre maior para 22% de proteína (Tabela 4).

Hurwitz et al. (1998) sugeriram que aves suplementadas com arginina em baixos conteúdos de proteína reduzem a deposição de gordura e melhoram a eficiência digestiva. Labadan Jr. et al. (2001) verificaram que níveis de 1,24 a

1,28% de arginina digestível foram suficientes para suportar bom crescimento de músculo do peito em pintos nas primeiras duas semanas de vida. Para aves em fase de crescimento, resultados positivos para desempenho e rendimento de carcaça foram encontrados por Mendes et al. (1997), Brake et al. (1999) e Costa et al. (2001). Os trabalhos com a fase inicial são escassos.

Em mamíferos, a arginina é considerada um aminoácido semi essencial e pode ser convertida em citrulina no intestino delgado e participar ativamente do ciclo da ureia (Cynober et al., 1995). Todavia, resultados relacionando sua suplementação ainda são escassos na literatura.

Os níveis de proteína bruta e de arginina digestível (Tabela 5) não tiveram efeito ($P>0,05$) no peso relativo do fígado nem no comprimento do intestino (Tabela 6). Batal & Parsons (2002) verificaram que dietas formuladas com aminoácidos cristalinos resultaram em menores pesos relativos de fígado aos 7 dias de idade em comparação a dietas com proteína integral. Noy & Sklan (2002), por sua vez, não observaram efeito dos níveis de proteína para este órgão aos 7 dias de idade. Ao testarem níveis de proteína na fase pré-inicial, Stringhini et al. (2002), Rocha et al. (2003) e Stringhini et al. (2006) não verificaram efeito no peso relativo do fígado aos 3, 7, 10 e 14 dias de idade.

Para peso relativo do esôfago e ingluvívio, não houve interação ($P>0,05$) níveis de proteína bruta \times arginina digestível testados. Ocorreu efeito quadrático ($P<0,03$) para peso relativo do esôfago+ingluvívio aos 3 dias de idade ($\hat{Y} = 16,50 - 0,0209X - 0,0000074X^2$; $R^2 = 0,71$) com nível estimado de arginina digestível de 1,412%. Para os níveis de proteína bruta também ocorreu efeito ($P<0,01$) aos 10 dias de idade (Tabela 7).

Também não houve interação ($P>0,05$) nem efeito dos níveis de arginina digestível \times níveis de proteína

Tabela 4 - Balanço de nitrogênio, coeficiente de digestibilidade e retenção de matéria seca em frangos de corte de 4 a 7 dias de idade alimentados com rações com dois níveis de proteína bruta e suplementadas com arginina digestível

	Arginina digestível (%)				Proteína bruta (%)		Coeficiente de variação
	1,363	1,463	1,563	1,663	20	22	
Balanço de nitrogênio (g)	30,20	29,64	31,20	32,80	28,92b	33,00a	11,77
Balanço de nitrogênio (%)	60,55	60,53	61,42	65,92	62,65	61,56	8,44
Coeficiente de digestibilidade da material seca (%)	67,05	66,31	66,96	67,22	67,05	66,72	3,52
Retenção de nitrogênio (mg/g)							
Em relação ao volume ingerido	3,10	3,20	3,21	3,36	3,04b	3,40a	11,20
Em relação ao ganho de peso	24,89	24,43	24,60	26,49	23,95b	26,25a	12,86
Retenção de matéria seca (mg/g)							
Em relação ao volume ingerido	651,4	643,9	649,9	652,9	650,9	648,2	3,52
Em relação ao ganho de peso	507,1	506,5	513,6	529,9	528,4	515,2	7,67

Médias na mesma coluna seguidas por letras distintas diferem a 5% de probabilidade pelo teste F.

bruta isoladamente ($P>0,05$) sobre o peso relativo do pró-ventrículo + moela (Tabela 7). Para peso relativo do intestino delgado e peso relativo do intestino grosso (Tabela 8) também não houve interação ($P>0,05$) nesse efeito isolado ($P>0,05$) dos níveis de arginina \times proteína.

Esses resultados confirmam os encontrados por Stringhini et al. (2002), Rocha et al. (2003), Stringhini et al. (2006), Stringhini et al. (2007), em estudos com relações entre aminoácidos, proteína e energia na ração pré-inicial.

Tabela 5 - Peso relativo do fígado de frangos de corte consumindo rações contendo dois níveis de proteína bruta suplementadas com arginina digestível

Idade	Arginina digestível (%)				Proteína bruta (%)		CV (%)
	1,363	1,463	1,563	1,663	20	22	
3 dias	4,01	3,99	4,28	4,13	4,22	4,98	12,54
7 dias	4,91	4,38	4,67	4,64	4,74	4,57	12,67
10 dias	4,01	3,99	4,28	4,13	4,22	3,98	10,13
14 dias	3,36	3,40	3,42	3,41	3,41	3,39	7,86

CV = coeficiente de variação.

Tabela 6 - Comprimento do intestino de frangos de corte consumindo rações contendo dois níveis de proteína bruta suplementadas com arginina digestível

Idade	Arginina digestível (%)				Proteína bruta (%)		CV (%)
	1,363	1,463	1,563	1,663	20	22	
3 dias	69,05	71,75	71,95	72,65	71,22	71,47	6,75
7 dias	74,90	94,82	95,03	98,49	90,50	91,12	6,41
10 dias	99,69	95,51	101,31	107,62	102,45	99,62	2,90
14 dias	109,94	104,68	109,90	109,61	108,02	109,04	6,71

CV = coeficiente de variação.

Tabela 7 - Peso relativo do esôfago + inglúvio e peso relativo do pró-ventrículo + moela de frangos de corte consumindo rações contendo dois níveis de proteína bruta suplementadas com arginina digestível

Idade	Arginina digestível (%)				Proteína bruta (%)		CV (%)
	1,363	1,463	1,563	1,663	20	22	
Peso relativo do esôfago + inglúvio (%) de acordo com a idade da ave							
3 dias	1,84	1,88	1,77	2,11	1,85	1,95	7,65
7 dias	1,26	1,25	1,33	1,39	1,31	1,31	14,06
10 dias	1,26	1,12	1,15	1,15	1,24a	1,10b	14,56
14 dias	0,82	0,84	0,96	0,88	0,83	0,92	17,08
Peso relativo do pró-ventrículo + moela (%) de acordo com a idade da ave							
3 dias	10,04	9,97	10,42	10,51	10,32	10,16	7,83
7 dias	7,92	7,22	7,79	7,53	7,44	7,78	14,14
10 dias	6,26	6,16	6,24	6,97	6,30	6,01	12,24
14 dias	4,70	4,62	5,24	4,85	4,79	4,91	13,34

CV = coeficiente de variação.

Tabela 8 - Peso relativo do intestino delgado e peso relativo do intestino grosso de frangos de corte consumindo rações contendo dois níveis de proteína bruta suplementadas com arginina digestível

Idade	Arginina digestível (%)				Proteína bruta (%)		CV (%)
	1,363	1,463	1,563	1,663	20	22	
Peso relativo do intestino delgado (%) de acordo com a idade da ave							
3 dias	6,80	7,06	6,77	7,12	7,13	6,75	13,69
7 dias	6,22	6,66	6,52	6,53	6,41	5,56	9,04
10 dias	5,57	5,56	5,68	5,96	5,74	5,65	11,18
14 dias	4,35	4,21	4,26	4,26	4,31	4,23	8,25
Peso relativo do intestino grosso (%) de acordo com a idade da ave							
3 dias	1,88	1,77	1,81	1,88	1,85	1,82	25,23
7 dias	1,51	1,40	1,58	1,46	1,41	1,57	18,53
10 dias	1,12	1,20	1,20	1,05	1,14	1,14	28,51
14 dias	0,96	0,88	0,89	0,81	0,90	0,86	17,80

CV = coeficiente de variação.

Conclusões

A exigência de arginina digestível para frangos de corte de 1 a 7 dias é de 1,363%, com 20% de proteína bruta na ração.

Agradecimentos

Ao CNPq, ao Abatedouro São Salvador e à Nutron Alimentos pelos recursos financeiros e materiais disponibilizados.

Referências

- AJINOMOTO. [2004]. **Impacto da suplementação dos aminoácidos nas rações de frangos de corte** [online]. Disponível em: <<http://www.lisina.com.br>>. (Informativo técnico). Acesso em: 12/5/2007.
- ATENCIO, A.; ALBINO, L.F.T.; ROSTAGNO, H.S. et al. Exigência de arginina digestível para frangos de corte machos em diferentes fases. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.6, p.1456-1466, 2004.
- BATAL, A.B.; PARSONS, C.M. Effects of age on development of digestive organs and performance of chicks fed a corn-soybean meal versus a crystalline amino acid diet. **Poultry Science**, v.81, p.1338-1341, 2002.
- BRAKE, J.; BALNAVE, D.; DIBNER, J.J. Optimum dietary arginine:lysine ratio for broiler chickens is altered during heat stress in association with changes in intestinal uptake and dietary sodium chloride. **British Poultry Science**, v.124, n.3, p.309-314, 1999.
- CHAMRUSPOLLERT, M.; PESTI, G.M.; BAKALLI, R.I. Dietary interrelationships among arginine, methionine, and lysine in young broiler chicks. **British Journal of Nutrition**, v.88, n.6, p.655-660, 2002.
- COSTA, F.G.P.; ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T et al. Níveis dietéticos de lisina para frangos de corte de 1 a 21 e 22 a 40 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.5, p.1490-1497, 2001.
- CUCA, M.; JENSEN, L.S. Arginine requirement of starting broiler chicks. **Poultry Science**, v.69, n.8, p.1377-1382, 1990.

- CYNOBER, L.; Le BOUCHER, J.; VASSON, M.P. Arginine metabolism in mammals. **Journal of Nutritional Biochemistry**, v.6, 402-413, 1995.
- EDMONDS, M.S.; PARSONS, C.M.; BAKER, D.H. Limiting amino acids in low-protein corn-soybean meal diets fed to growing chicks. **Poultry Science**, v.64, n.8, p.1519-1526, 1985.
- GADELHA, A.C. **Resposta produtiva, imune e desenvolvimento ósseo de frangos de corte alimentados com diferentes relações de arginina e lisina digestíveis**. 2004. 171f. Tese (Doutorado em Zootecnia – Produção Animal), Universidade Estadual Paulista/Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal.
- GOMES, G.A.; ARAÚJO, L.F.; PREZZI, J.A. et al. Tempo de fornecimento da dieta pré-inicial para frangos de corte com diferentes pesos ao alojamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.10, p.1802-1807, 2008.
- HURWITZ, S.; SKLAN, D.; TALPAZ, H. et al. The effect of dietary protein level on the lysine and arginine requirements of growing chickens. **Poultry Science**, v.77, p.689-696, 1998.
- KIDD, M.T.; FANCHER, B.I. Lysine needs of starting chicks and subsequent effects during the growing period. **Journal of Applied Poultry Research**, v.10, p.385-393, 2001.
- LABADAN JR., M.C.; HSU, K.N.; AUSTIC, R.E. Lysine and arginine requirements of broiler chickens at two to three-week intervals to eight weeks of age. **Poultry Science**, v.80, p.599-606, 2001.
- MATTERSON, L.D.; POTTER, L.M.; STUTZ, M.W et al. **The metabolizable energy of feeds ingredients for chickens**. Storrs: The University of Connecticut, Agricultural Experiment Station, 1965. 11p. (Research Report).
- MENDES, A.A.; WATKINS, S.E.; ENGLAND, J.A. et al. Influence of dietary lysine levels and arginine: lysine ratios on performance of broilers exposed to heat or cold stress during the period of three to six weeks of age. **Poultry Science**, v.76, n.3 p.472-481, 1997.
- MORRIS, T.R.; ABEBE, S. Effects of arginine and protein concentration on responses to dietary lysine by chicks. **British Poultry Science**, v.31, n.2, p.261-266, 1990.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of poultry**. 9.ed. Washington, D.C.: National Academy Press, 1994. 155p.
- NOY, I.; SKLAN, D. Nutrient use in chicks during the first week post hatch. **Poultry Science**, v.81, p.391-399, 2002.
- PENZ JR., A.M. O uso do conceito de proteína ideal para monogástricos. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE ZOOTECNIA, 1996, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: FARSUL/SENAR, 1996. p.71-85.

- ROCHA, T.R.; STRINGHINI, J.H.; ANDRADE, M.A. et al. Desempenho de frangos de corte alimentados com rações pré-inicial contendo diferentes níveis de proteína bruta e energia metabolizável. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.1, p.162-170, 2003.
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos**. Composição de alimentos e exigências nutricionais, Viçosa, MG: UFV, 2000. 141p.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos** (métodos químicos e biológicos). 3.ed. Viçosa, MG: UFV, 2002. 165p.
- STRINGHINI, J.H.; ANDRADE, M.L.; ROSA, R.M. et al. Nível de proteína bruta e balanço de aminoácidos essenciais da ração pré-inicial (1 a 7 dias) de pintos de corte. **Ciência Animal Brasileira**, v.3, n.1, p.21-30, 2002.
- STRINGHINI, J.H.; ANDRADE, M.L.; ANDRADE, L. et al. Desempenho, balanço e retenção de nutrientes e biometria dos órgãos digestivos de frangos de corte alimentados com diferentes níveis de proteína na ração pré-inicial. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.6, p.2350-2358, 2006.
- STRINGHINI, J.H., CRUZ, C.P., THON, M.S. et al. Níveis de arginina e lisina digestíveis na dieta de frangos de corte na fase pré-inicial. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.4, p.1083-1089, 2007 (supl.)
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA - UFV. **SAEG – Sistema de análises estatísticas e genéticas**. [Manual do usuário]. Versão 7.1. Viçosa, MG: 1997. 150p.