

## Lisina digestível em rações para frangos de corte tipo caipira

### *Digestible lysine in rations for free range broiler chickens*

OLIVEIRA, Renata Gomes<sup>1</sup>; PINHEIRO, Sandra Regina Freitas<sup>1\*</sup>; COSTA, Leonardo da Silva<sup>1</sup>; PIRES, Aldrin Vieira<sup>1</sup>; VIEIRA, Dayane Josiane<sup>1</sup>; CASTRO, Mariana Resende<sup>1</sup>; ABREU, Luiza Rodrigues Alves<sup>1</sup>; SIQUEIRA, Jefferson Costa<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Departamento de Zootecnia, Diamantina, Minas Gerais, Brasil.

<sup>2</sup>Universidade Federal do Maranhão, Chapadinha, Maranhão, Brasil.

\*Endereço para correspondência: sandrafreitaspinheiro@gmail.com

#### RESUMO

Dois experimentos foram realizados com o objetivo de determinar as exigências de lisina digestível para frangos tipo caipira, linhagem Redbro machos e fêmeas, criados em semiconfinamento durante as fases de crescimento (43 a 56) e final (57 a 70 dias). Para isso, 630 frangos foram alojados em 30 boxes com área de pastejo e o delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado em arranjo fatorial 5x2 (lisina digestível e sexo) e três repetições com 21 aves cada. Os níveis de lisina digestível avaliados foram: 6,07; 7,07; 8,07; 9,07 e 10,07g/kg (fase de crescimento) e 6,00; 7,00; 8,00; 9,00 e 10,00g/kg (fase final). Avaliou-se o desempenho, o rendimento de carcaça e cortes, gordura abdominal e características da qualidade da carne. Para a fase de crescimento não houve diferenças dos níveis de lisina sobre o desempenho dos frangos, exceto para o consumo de lisina digestível. Portanto, o nível de 6,07 g de lisina digestível/kg de ração atende as exigências dos frangos de ambos os sexos. Para a fase final observou-se efeito dos níveis de lisina digestível somente para a conversão alimentar, sendo o nível de 8,51 g de lisina /kg de ração o que melhora essa variável.

**Palavras-chave:** aminoácidos, pescoço pelado, proteína ideal, qualidade da carne

#### SUMMARY

Two experiments were carried in order to determine digestible lysine requirements for free-range broiler hillbilly, Redbro lineage, males and females, created in free range system during the growing (43 to 56) and final phases (57 to 70 days). For this, 630 chickens were housed in 30 pens with pasture area and the experimental design was completely randomized in a factorial arrangement 5x2 (lysine and gender), with three replications with 21 chicks each. The digestible lysine levels evaluated were: 6.07, 7.07, 8.07, 9.07 and 10.07 (growth phase) and 6.00, 7.00, 8.00, 9.00 and 10.00 g/kg (final phase). Were evaluated the performance, the carcass and cuts yield, abdominal fat and meat quality characteristics. For the growth phase there were no differences of lysine levels on performance of the chicks, except for the consumption of digestible lysine. Therefore, the level of 6.07 g lysine /kg of diet meet the requirements of broilers of both genders. For the final phase it we observed effect of digestible lysine levels only to feed conversion, and the level of 8.51 g of lysine/kg of diet improve this trait.

**Keywords:** amino acids, naked neck, ideal protein, meat quality

## INTRODUÇÃO

O sistema alternativo de criação de aves denominado como caipira tem aumentado sua produção nos últimos anos, uma vez que os consumidores estão interessados em adquirir carnes com características diferenciadas (DOURADO et al., 2009) e pelo conceito de bem estar animal aplicado a este tipo de criação.

Muitas vezes as rações fornecidas a essas aves são as mesmas ofertadas aos frangos de corte de linhagens convencionais. Entretanto, por meio desta prática, podemos ter excesso de nutrientes nas rações, com maior excreção e poluição ambiental. Pois de acordo com Santos et al. (2005) aves de linhagens tipo caipiras possuem desenvolvimento tardio em comparação às aves de linhagens convencionais, logo suas exigências nutricionais possam diferir. Nascimento et al. (2009) ao considerarem as diferenças no potencial de crescimento das aves, relataram que possa ocorrer diferenças quanto ao empenamento destas linhagem e assim é possível que as aves da linhagem Isa Label respondam aos níveis de aminoácidos (metionina + cistina) da dieta de maneira diferenciada daquelas observadas para linhagens comerciais de frangos de corte.

A lisina é o segundo aminoácido limitante para aves que recebem dietas a base de milho e soja (SILVA et al., 2014), não é sintetizada em quantidade suficiente de modo que sua utilização permita máximo desempenho (BARRETO et al., 2006), sua suplementação é economicamente viável; é de análise relativamente simples; é metabolizada quase que exclusivamente para acréscimo de proteína muscular (NASR & KHEIRI, 2012), não sendo exigida para manutenção;

além de existir muitas informações a respeito de sua concentração e digestibilidade nos ingredientes (EMMERT & BAKER, 1997). De acordo com o Barreto et al. (2006) uma das funções mais importantes da lisina é sua participação na deposição de proteína corporal, no entanto, o excesso pode ocasionar antagonismo entre outros aminoácidos.

Objetivou-se com este trabalho avaliar as exigências de lisina digestível para frangos de corte tipo caipira, da linhagem Redbro, machos e fêmeas, criados em semiconfinamento nas fases de crescimento e final, e seus efeitos sobre as características de desempenho, rendimento de carcaça e qualidade da carne.

## MATERIAL E MÉTODOS

Foram realizados dois experimentos no Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia, da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina-MG, para determinar as exigências de lisina digestível para frangos de corte tipo caipira, da linhagem Redbro, criados em semiconfinamento nas fases de crescimento (43 a 56 dias) e final (57 a 70 dias), no período de 07 de janeiro a 04 de fevereiro de 2013. O protocolo experimental foi aprovado pelo Comitê de Ética no Uso de Animais desta instituição, com o número: 003/2012.

As instalações experimentais constituíam de 30 boxes (área de abrigo) com acesso a área de pastejo. A área de abrigo possuía o pé-direito de 2,0m, coberto com telhas de fibrocimento, laterais de tela galvanizada, providas com cortinas de plástico, piso cimentado com área de 4m<sup>2</sup>, forrado com cama de maravalha nova ( $\pm 5$ cm de espessura), onde se

encontrava um comedouro tubular e um bebedouro tipo pendular. A área de pastejo (2m de largura e 13m de comprimento), cercada por tela galvanizada, continha gramíneas da espécie Tifton 85.

No período de 1 a 42 dias (período pré-experimental) as aves foram criadas no mesmo galpão e receberam ração única, respeitando as exigências e os valores nutricionais dos alimentos descritos por Rostagno et al. (2011), sendo que até os 28 dias de idade permaneceram confinadas e a partir dos 29 dias tiveram acesso à área de pastejo.

Aos 43 dias de idade, início do período experimental foram utilizadas 630 aves, sendo 315 machos e 315 fêmeas, da linhagem Redbro, com peso médio de  $1419 \pm 0,09\text{g}$  aos 43 dias e  $2142 \pm 0,19\text{g}$  aos 57 dias. Os frangos foram distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, em arranjo fatorial  $5 \times 2$  (níveis de lisina digestível  $\times$  sexo) e três repetições cada, com 21 aves por unidade experimental.

Foram formuladas rações basais compostas por milho e de farelo de soja, suplementadas com aminoácidos industriais, para atender às exigências nutricionais das aves (Tabelas 1 e 2), exceto no nutriente estudado (lisina digestível).

Os níveis de fósforo disponível e de cálcio seguiram os recomendados por Pinheiro et al. (2011a,b) e os demais nutrientes, conforme Rostagno et al. (2011) para frangos de corte machos de desempenho regular. Os níveis de lisina digestível foram obtidos pela suplementação com L-lisina HCl (79%), em substituição ao amido de milho e ao ácido glutâmico em equivalente proteico. Os níveis de lisina digestível avaliados foram: 6,07; 7,07; 8,07; 9,07 e 10,07g/kg na fase de crescimento e 6,00; 7,00; 8,00; 9,00 e 10,00g/kg na fase final. Para assegurar que nenhum outro aminoácido

se tornasse limitante, as rações foram suplementadas com aminoácidos industriais (metionina, treonina, triptofano, valina, isoleucina e arginina), conforme a necessidade e à fase de criação, para evitar que suas relações com lisina digestível ficassem abaixo daquelas preconizadas por Rostagno et al. (2011), respeitando o conceito de proteína ideal.

As aves receberam ração e água à vontade, e, diariamente, foram registradas as temperaturas de máxima e mínima no interior das instalações. A mortalidade foi registrada conforme a data e a parcela experimental. As aves receberam somente luz natural, sem a necessidade de um programa de luz específico.

As variáveis de desempenho avaliadas no final de cada fase foram: consumo de ração (g/ave), consumo de lisina (g/ave), ganho de peso (g/ave) e conversão alimentar (g de ração consumida/ g de ganho de peso). No final do segundo experimento, foi avaliado o rendimento de carcaça e cortes e a qualidade da carne (potencial hidrogeniônico, capacidade de retenção de água e maciez objetiva) das aves.

Aos 70 dias de idade, foram retiradas três aves de cada parcela (90 no total), com peso corporal próximo ao da média da parcela ( $\pm 5\%$ ), que foram identificadas individualmente, por anilhas em uma das patas. As aves foram submetidas a jejum alimentar de 12 horas, conforme recomendado por Oliveira et al. (2015), sendo insensibilizadas por deslocamento cervical e abatidas, realizando-se a sangria. Para avaliação do rendimento da carcaça e cortes, foram retiradas as vísceras das aves, realizando-se em seguida nova pesagem. Foram retirados e pesados, individualmente, os cortes de peito, coxa+sobrecoxa, asa e a gordura corporal.

Tabela 1. Composição percentual das rações experimentais para a fase de crescimento de frangos de corte tipo caipira (43 a 56 dias de idade)

Ingredientes	Lisina digestível (g/kg)				
	6,07	7,07	8,07	9,07	10,07
Milho moído	75,412	75,412	75,412	75,412	75,412
Farelo de soja (45%)	18,044	18,044	18,044	18,044	18,044
Fosfato bicálcio	1,357	1,357	1,357	1,357	1,357
Calcário calcítico	1,246	1,246	1,246	1,246	1,246
Óleo de soja	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500
Sal comum	0,431	0,431	0,431	0,431	0,431
Amido	0,150	0,200	0,230	0,260	0,359
Suplemento vitamínico <sup>(1)</sup>	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Suplemento mineral <sup>(2)</sup>	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
Cloreto de colina	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040
L-Glutâmico (99%)	2,649	2,433	2,089	1,548	0,935
DL-Metionina (99%)	0,021	0,095	0,170	0,244	0,319
L-Lisina HCl (79%)	0,000	0,100	0,200	0,301	0,401
L-Arginina (99%)	0,000	0,000	0,044	0,152	0,260
L-Treonina (99%)	0,000	0,000	0,039	0,105	0,171
L-Valina (99%)	0,000	0,000	0,026	0,103	0,181
L-Isoleucina (99%)	0,000	0,000	0,022	0,090	0,158
L-Triptofano (99%)	0,000	0,000	0,003	0,021	0,039
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
	Composição Calculada				
Proteína bruta (%)	15,626	15,626	15,711	15,901	16,070
Energia metabolizável (kcal/kg)	3.084	3.080	3.090	3.097	3.104
Cálcio (%)	0,881	0,881	0,881	0,881	0,881
Fósforo disponível (%)	0,351	0,351	0,351	0,351	0,351
Sódio (%)	0,190	0,190	0,190	0,190	0,190
Lisina digestível (%)	0,607	0,707	0,807	0,907	1,007
Metionina+Cistina digestível (%)	0,443	0,516	0,589	0,662	0,735
Treonina digestível (%)	0,487	0,487	0,525	0,590	0,655
Triptofano digestível (%)	0,142	0,142	0,145	0,163	0,181
Valina digestível (%)	0,604	0,604	0,630	0,707	0,785
Isoleucina digestível (%)	0,527	0,527	0,549	0,617	0,685
Arginina digestível (%)	0,828	0,828	0,872	0,980	1,088

<sup>1</sup>por kg do produto: vitamina (vit.) A - 12.000.000 UI, vit. D<sub>3</sub> - 2.200.000 UI, vit.E - 30g, vit. B<sub>1</sub> - 2,2g, vit. B<sub>2</sub> - 6g, vit. B<sub>6</sub> - 3,3g, vit. B<sub>12</sub> - 0,016mcg, ácido pantotênico - 13g, vit. K<sub>3</sub> - 2,5g, ácido fólico - 1g, selênio -250mg, antioxidante - 100.000mg e veículo q.s.p. - 1.000g.

<sup>2</sup>por kg do produto: manganês, 75.000mg; ferro, 50.000mg; zinco, 70.000mg; cobre, 8.500mg; cobalto, 200mg; iodo, 1.500mg e veículo q.s.p. 1.000g.

Tabela 2. Composição percentual das rações experimentais para a fase final de frangos de corte tipo caipira (57 a 70 dias de idade)

Ingredientes	Lisina digestível (g/kg)				
	6,00	7,00	8,00	9,00	10,00
Milho moído	77,064	77,064	77,064	77,064	77,064
Farelo de soja (45%)	17,649	17,649	17,649	17,649	17,649
Fosfato bicálcio	1,068	1,068	1,068	1,068	1,068
Calcário calcítico	0,536	0,536	0,536	0,536	0,536
Sal comum	0,431	0,431	0,431	0,431	0,431
Amido	0,150	0,380	0,570	0,830	1,000
Óleo de soja	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Suplemento vitamínico <sup>(1)</sup>	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Suplemento mineral <sup>(2)</sup>	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
Cloreto de colina	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040
L-Glutâmico (99%)	2,798	2,393	1,905	1,132	0,448
DL-Metionina (99%)	0,015	0,089	0,164	0,239	0,314
L-Lisina HCl (79%)	0,000	0,100	0,200	0,301	0,401
L-Arginina (99%)	0,000	0,000	0,043	0,151	0,259
L-Treonina (99%)	0,000	0,000	0,036	0,102	0,168
L-Valina (99%)	0,000	0,000	0,022	0,100	0,178
L-Isoleucina (99%)	0,000	0,000	0,020	0,088	0,156
L-Triptofano (99%)	0,000	0,000	0,003	0,021	0,039
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Composição calculada					
Proteína bruta (%)	15,653	15,554	15,549	15,619	15,739
Energia metabolizável (kcal/kg)	3.100	3.104	3.108	3.116	3.123
Cálcio (%)	0,536	0,536	0,536	0,536	0,536
Fósforo disponível (%)	0,298	0,298	0,298	0,298	0,298
Sódio (%)	0,190	0,190	0,190	0,190	0,190
Lisina digestível (%)	0,600	0,700	0,800	0,900	1,000
Metionina+Cistina digestível (%)	0,438	0,511	0,584	0,657	0,730
Treonina digestível (%)	0,485	0,485	0,520	0,585	0,650
Triptofano digestível (%)	0,141	0,141	0,144	0,162	0,180
Valina digestível (%)	0,602	0,602	0,624	0,702	0,780
Isoleucina digestível (%)	0,524	0,524	0,544	0,612	0,680
Arginina digestível (%)	0,822	0,822	0,864	0,972	1,080

<sup>1</sup>por kg do produto: vitamina (vit.) A - 12.000.000 UI, vit. D<sub>3</sub> - 2.200.000 UI, vit.E - 30g, vit. B<sub>1</sub> - 2,2g, vit. B<sub>2</sub> - 6g, vit. B<sub>6</sub> - 3,3g, vit. B<sub>12</sub> - 0,016mcg, ácido pantotênico - 13g, vit. K<sub>3</sub> - 2,5g, ácido fólico - 1g, selênio -250mg, antioxidante - 100.000mg e veículo q.s.p. - 1.000g.

<sup>2</sup>por kg do produto: manganês, 75.000mg; ferro, 50.000mg; zinco, 70.000mg; cobre, 8.500mg; cobalto, 200mg; iodo, 1.500mg e veículo q.s.p. 1.000g.

O rendimento de cortes foi determinado, dividindo-se o peso de cada parte, pelo peso da carcaça eviscerada e o resultado multiplicado por 100. O percentual de gordura corporal foi obtido em relação ao peso da carcaça eviscerada e foi considerado todo o tecido adiposo

aderido ao redor da cloaca, moela e dos músculos abdominais adjacentes. O rendimento de carcaça foi calculado por meio da relação peso da carcaça depenada e eviscerada, com cabeça e pés, dividido pelo peso vivo e multiplicado por 100.

Para as análises de qualidade de carne, foram abatidos 90 frangos, com peso corporal próximo ao da média da parcela ( $\pm 5\%$ ), que foram identificados, insensibilizados por deslocamento cervical, abatidos e sangrados após jejum de sólidos por 6h, em conformidade com Oliveira et al. (2015). A escaldagem das aves foi realizada a uma temperatura controlada de 53 a 55°C, por 20 a 40 segundos. Em seguida, as carcaças foram evisceradas, retirados os pés e a cabeça, pesadas e colocadas em banho de pré-resfriamento por 25 minutos, a 16°C e, depois resfriadas a 2°C por 24 horas. Após as 24 horas foram realizados os cortes e as análises de qualidade da carne.

Para determinação do pH, amostras de 10g de carne de peito, coxa+sobrecoxa foram moídas e colocadas em béquer, no qual adicionou-se 100mL de água destilada, sendo agitada por 2 minutos, e, assim, foi realizada a leitura em pHmêtro pela inserção do eletrodo no béquer, com a solução.

A capacidade de retenção de água foi avaliada pela medição da água liberada, quando aplicada uma pressão sobre o tecido muscular. Para isso, cubos de carne de 0,5g foram dispostos entre dois papéis de filtro (12,5cm de diâmetro) e estes entre duas placas de vidro (12 x 12 x 1cm), no qual foi aplicado o peso de 10kg/5 min. (10cm de diâmetro). As amostras de carne, após a pressão, foram pesadas, e, por diferença, calculou-se a quantidade de água perdida. O resultado foi expresso em porcentagem de água exsudada em relação ao peso inicial.

Para a avaliação da maciez objetiva, foi utilizado o texturômetro *Stable Micro Systems TAXT 2 plus*, equipado com *probe blade set V Warner Bratzler*. O equipamento foi calibrado com peso padrão de 5kg e padrão rastreável. A velocidade de descida e corte do

dispositivo foi ajustado a 200 mm min.-1. Foram retiradas amostras em forma de paralelepípedos com 1 x 1 x 2cm (altura, largura e comprimento), as quais foram colocadas com as fibras orientadas no sentido perpendicular à lâmina da probe *Warner-Blatzler*.

Os dados das variáveis analisadas foram submetidos às análises de variância, utilizando-se o programa estatístico SAS (2001). Foram realizadas análises de regressão e para verificar o ajuste dos modelos, foi considerado a soma dos quadrados dos desvios, a significância do teste F e os coeficientes de determinação. As estimativas dos níveis ótimos de lisina digestível foram feitas por meio dos modelos *Linear Response Plateau*, polinomial quadrático e linear simples.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante os períodos experimentais, as médias de temperaturas no interior do galpão foram de 35° C (máxima) e 21° C (mínima) na fase de crescimento (43 a 56 dias) e de 34° C (máxima) e 21° C (mínima) para a fase final (57 a 70 dias). Segundo Abreu et al. (2007) um ambiente confortável para frangos adultos deve apresentar variações de temperatura entre 20 a 27° C. Nota-se, que as temperaturas registradas no galpão estão acima das consideradas ótimas para conforto térmico das aves, no entanto, as mesmas não apresentaram redução no desempenho. O acesso à área de pastejo pode ter amenizado a sensação de calor do interior do galpão. Além disso, segundo os relatos de Dahlke et al. (2005) a redução do empenamento em frangos pode ser benéfica para aqueles criados em ambientes quentes, pois facilita a dissipação do calor corporal. Essas

linhagens por apresentarem o pescoço pelado, reduzem o volume de penas e melhoram a dissipação do calor através da área desnuda. Dessa forma possuem maior tolerância ao calor, sem efeitos negativos sobre a produtividade, em condições de temperaturas ambientais um pouco acima da zona de conforto térmico.

Para a fase de crescimento, não houve efeito ( $p > 0,05$ ) da interação lisina

versus sexo para nenhuma das variáveis de desempenho em estudo. Porém, pode-se observar efeito ( $p \leq 0,01$ ) do sexo, no qual os machos apresentaram melhor desempenho que as fêmeas em todas as características avaliadas. Não foram encontradas diferenças ( $p > 0,05$ ) dos níveis de lisina sobre as variáveis de desempenho estudadas, exceto para o consumo de lisina digestível (Tabela 3).

Tabela 3. Valores médios de consumo de ração (CR), consumo de lisina (CL), ganho de peso (GP) e conversão alimentar (CA), de frangos machos e fêmeas da linhagem Redbro, no período de crescimento, 43 a 56 dias

Variável	S	Lisina digestível (g/kg)					Média	CV (%)	Probabilidade de F		
		6,07	7,07	8,07	9,07	10,07			Lis	S	Lis*S
CR	M	2155	2143	2044	2181	2107	2126 <sup>a</sup>	6,75	0,9774	0,0001	0,6260
(g/ave)	F	1651	1599	1713	1786	1644	1679 <sup>b</sup>				
CL	M	13,08	15,15	16,50	19,78	21,21	17,14 <sup>a</sup>	6,98	0,0001	0,0001	0,5627
(g/ave)	F	10,02	11,31	13,83	16,20	16,55	13,58 <sup>b</sup>				
GP	M	856	863	833	863	876	858 <sup>a</sup>	6,02	0,8629	0,0001	0,1861
(g/ave)	F	576	623	671	640	600	622 <sup>b</sup>				
CA	M	2,518	2,484	2,452	2,527	2,407	2,478 <sup>b</sup>	6,12	0,4396	0,0001	0,3919
(g/g)	F	2,882	2,567	2,553	2,782	2,764	2,710 <sup>a</sup>				

CV = Coeficiente de variação; S= Sexo, Lis= Lisina; M= Macho; F= Fêmea.

Observou-se que o consumo de lisina aumentou de forma linear de acordo com os crescentes níveis de lisina fornecidos na ração, segundo a equação:  $CL = - 0,310 + 19,422L$  ( $R^2 = 0,64$ ). Isso foi devido aos crescentes níveis de lisina estudados, tendo em vista que não houve efeito para o consumo de ração. Os resultados obtidos neste estudo são semelhantes aos encontrados por Barboza et al. (2000) que ao avaliarem níveis de lisina total para frangos de corte de linhagem convencional de 42 a 48 dias de idade, não verificaram efeito significativo dos níveis de lisina (0,75; 0,81; 0,87; 0,93; 0,99 e 1,05%) sobre as variáveis de desempenho (consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar) das aves.

Entretanto, Quentin et al. (2005) em estudo sobre os efeitos do conteúdo de proteína bruta e lisina total na ração de frangos de corte de crescimento lento, Isa Label, de 42 a 77 dias de idade, observaram que a deficiência de lisina deprime a taxa de crescimento e aumenta o consumo de ração e, dessa maneira, piora a conversão alimentar. No entanto, os autores observaram que níveis elevados de lisina ou de proteína bruta na ração não apresentaram efeito significativo sobre a taxa de crescimento, consumo de ração e conversão alimentar. Em experimento com frangos tipo caipira (Isa Label), Nascimento et al. (2009) observaram efeito significativo dos níveis de lisina digestível (0,75; 0,87; 0,99 e 1,11%) da ração sobre o

ganho de peso e o consumo de ração, no período de 28 a 56 dias de idade. Para os machos, os autores verificaram efeito linear decrescente para o consumo de ração e justificaram pelo melhor perfil aminoacídico da ração, recomendando o nível de 1,006% de lisina digestível. Esses resultados discordam com os obtidos no presente estudo, talvez pela diferença na determinação das fases experimentais; em que os autores supracitados abrangeram em uma única fase.

Por não ter havido diferença entre os níveis de lisina digestível estudados sobre as variáveis avaliadas, exceto para o consumo de lisina, pode-se inferir que

os frangos de corte tipo caipira, nesta fase, apresentam bom desempenho com o menor nível de lisina (6,07g/kg).

Para a fase final (57 a 70 dias) não houve efeito ( $p > 0,05$ ) da interação entre os níveis de lisina digestível da ração *versus* sexo para nenhuma das características avaliadas, indicando que machos e fêmeas respondem aos níveis de lisina da ração de forma semelhante. Dessa forma, pode-se sugerir que não há impedimento em proporcionar uma ração única, no que se refere aos níveis de lisina digestível, para ambos os sexos, que assegure a máxima rentabilidade (Tabela 4).

Tabela 4. Valores médios de consumo de ração (CR), consumo de lisina (CL), ganho de peso (GP) e conversão alimentar (CA) de frangos machos e fêmeas da linhagem Redbro, no período final, 57 a 70 dias

Variável	S	Lisina digestível (g/kg)					Média	CV (%)	Probabilidade de F		
		6,00	7,00	8,00	9,00	10,0			Lis	S	Lis*S
CR (g/ave)	M	2470	2451	2541	2472	2464	2480 <sup>a</sup>	5,68	0,9528	0,0001	0,8048
	F	2131	1991	2035	1994	2059	2042 <sup>b</sup>				
CL (g/ave)	M	14,82	17,16	20,33	22,25	24,64	19,84 <sup>a</sup>	4,12	0,0001	0,0001	0,3829
	F	12,79	13,94	16,28	17,95	20,59	16,31 <sup>b</sup>				
GP (g/ave)	M	603	707	723	716	763	702 <sup>a</sup>	10,09	0,4220	0,0001	0,2448
	F	450	506	526	486	450	484 <sup>b</sup>				
CA (g/g)	M	4,156	3,489	3,516	3,450	3,228	3,568 <sup>b</sup>	9,54	0,0403	0,0001	0,1509
	F	4,762	3,930	3,881	4,124	4,646	4,269 <sup>a</sup>				

CV = Coeficiente de variação; S= Sexo, Lis= Lisina; M= Macho; F= Fêmea.

Observou-se efeito ( $p \leq 0,01$ ) do sexo para todas as características de desempenho avaliadas e influência ( $p \leq 0,05$ ) dos níveis de lisina digestível para o consumo de lisina e para a conversão alimentar. No geral os frangos de corte machos apresentaram superioridade das respostas aos níveis de lisina digestível, entre 16 a 31%, dependendo da variável em estudo. Para a conversão alimentar obtiveram melhor resultado em 16% a menos.

Verificou-se que o consumo de lisina elevou-se à medida que os níveis da mesma aumentaram nas rações, segundo a equação:  $CL = 0,337 + 22,173L$  ( $R^2 = 0,70$ ), sendo devido exclusivamente às crescentes suplementações de lisina industrial para a obtenção dos níveis estudados.

A conversão alimentar foi influenciada ( $p \leq 0,05$ ) pelos níveis de lisina digestível da ração, sendo possível o ajuste da equação quadrática:  $CA = 13,102 -$



22,669L + 13,5645L<sup>2</sup> (R<sup>2</sup> = 0,21), com estimativa do nível de lisina digestível de 8,36g/kg. Houve também o ajuste dos resultados pela equação do LRP: CA = 2,107 - 2,475L (L - 0,8513) (R<sup>2</sup> = 0,77) sendo o nível de lisina digestível de 8,51g/kg como o mais adequado para melhorar a conversão alimentar dos frangos de corte de ambos os sexos. Este resultado está de acordo com Leclercq (1998) que relatou que, à medida que a deficiência de lisina diminui, há uma melhora nas taxas de crescimento e conversão alimentar. O autor citou que provavelmente o efeito da lisina sobre a composição corporal conduz a uma melhor relação na conversão alimentar, uma vez que, o ganho de gordura é reduzido por níveis elevados de lisina, favorecendo o ganho em tecido muscular, apresentando dessa forma, melhora nesta característica. Similarmente, Takeara et al. (2010) observaram maior deposição de proteína na carcaça de frangos convencionais de 12 a 22 dias de idade, alimentados com níveis de lisina digestível de 1,05 a 1,25% e estimaram o nível de 1,16% para maior deposição de proteína.

Os resultados de Nascimento et al. (2009) corroboram com os deste trabalho que, ao avaliarem as exigências de lisina digestível para frangos tipo caipira da linhagem Isa Label, encontraram efeito de sexo para todas as variáveis de desempenho. No entanto, para os níveis de lisina, verificaram efeito apenas para a conversão alimentar. Os autores observaram que rações deficientes em lisina correspondiam a uma pior conversão alimentar e indicaram o nível de 0,76% de lisina digestível na ração, para machos e fêmeas de 56 a 84 dias de idade, resultado abaixo do recomendado no presente estudo que foi de 0,851% ou 8,51g/kg de ração.

Para as características de carcaça, verificou-se diferenças (p≤0,05) da

interação entre os níveis de lisina digestível *versus* sexo somente para o rendimento de coxa+sobrecoxa. Além disso, observou-se efeito do sexo (p≤0,01) para todas as características avaliadas, exceto para peso de gordura e rendimento de asa. Os machos apresentaram maior rendimento de carcaça (3,5%) e de coxa+sobrecoxa (3,68%) que as fêmeas, no entanto, as fêmeas apresentaram maior rendimento de peito (6,6%) que os machos. Não se observou efeito (p>0,05) dos níveis de lisina da ração para nenhuma variável de carcaça analisada (Tabela 5).

Os autores Trindade Neto et al. (2009) também não encontraram efeito significativo dos níveis de lisina digestível na ração sobre o rendimento de carcaça de frangos de corte convencionais. No entanto, Nascimento et al. (2009) observaram que frangos da linhagem Isa Label, de ambos os sexos, aos 84 dias de idade apresentaram maior rendimento de carcaça ao nível de 0,835% de lisina digestível na ração.

Pelo desdobramento da interação entre os fatores estudados para o rendimento de coxa+sobrecoxa, não foi possível estimar a exigência de lisina para machos, uma vez que o ajuste dos modelos estudados foi adequado apenas para fêmeas, reduzindo de forma linear, segundo a equação: RCS = 31,247 - 2,714L (R<sup>2</sup> = 0,37), de acordo com o aumento dos níveis de lisina na ração.

Esses resultados divergem dos encontrados por Costa et al. (2001) que observaram diferenças significativas dos níveis de lisina digestível sobre o rendimento de carcaça, porcentagem de gordura abdominal e rendimento de peito e dos filés de peito de frangos de corte. Os autores recomendaram os níveis de 1,044 e 1,023% de lisina digestível nas rações de machos e fêmeas, respectivamente.

Tabela 5. Valores médios de rendimento de carcaça (RC), rendimento de peito (RP), rendimento de asa (RASA), rendimento da coxa+sobrecoxa (RCS) e peso da gordura (PGORD) de frangos de machos e fêmeas da linhagem Redbro, no período final, 57 a 70 dias

Variável (%)	S	Lisina digestível (g/kg)					Média	CV (%)
		6,00	7,00	8,00	9,00	10,00		
RC	M	76,962	75,941	75,343	76,430	76,584	76,252 <sup>a</sup>	2,18
	F	73,694	73,524	72,936	74,816	74,428	73,880 <sup>b</sup>	
	Lis				0,539			
Probabilidade de F	S				0,001			
	Lis*S				0,944			
RP	M	25,616	27,283	25,603	26,381	27,199	26,416 <sup>b</sup>	3,35
	F	28,275	29,045	27,944	28,069	28,126	28,292 <sup>a</sup>	
	Lis				0,963			
Probabilidade de F	S				0,001			
	Lis*S				0,546			
RASA	M	11,717	11,684	11,619	11,416	11,357	11,559	3,99
	F	11,686	11,624	11,954	11,938	11,453	11,731	
	Lis				0,339			
Probabilidade de F	S				0,334			
	Lis*S				0,8132			
RCS	M	29,961	30,595	30,018	30,274	30,106	30,191 <sup>a</sup>	1,68
	F	30,091	28,996	28,626	28,888	28,802	29,081 <sup>b</sup>	
	Lis				0,154			
Probabilidade de F	S				0,001			
	Lis*S				0,047			
PGORD	M	0,077	0,090	0,088	0,072	0,089	0,083 <sup>b</sup>	21,31
	F	0,094	0,089	0,095	0,080	0,077	0,087 <sup>a</sup>	
	Lis				0,660			
Probabilidade de F	S				0,572			
	Lis*S				0,731			

CV=Coefficiente de variação; S= sexo; Lis= Lisina; M= Macho; F= Fêmea.

Tendo em vista as características da qualidade da carne estudadas observou-se efeito ( $p \leq 0,05$ ) da interação lisina *versus* sexo somente para a capacidade de retenção de água da coxa. Em relação aos níveis de lisina digestível estudados, verificou-se efeito ( $p \leq 0,05$ ) somente para maciez objetiva da carne da coxa, capacidade de retenção de água ( $p \leq 0,01$ ) e pH ( $p \leq 0,05$ ) da carne do peito (Tabela 6).

Houve efeito linear decrescente ( $p \leq 0,05$ ) dos níveis de lisina digestível sobre a maciez objetiva da carne da coxa, segundo a equação:  $MO = 5,224 -$

$2,471L$  ( $R^2 = 0,18$ ). Assim, com o aumento dos níveis de lisina, houve redução da maciez objetiva, significando maior força de cisalhamento, portanto carne mais firme. E também maior proporção de carne no corte, uma vez que a lisina está envolvida, quase que exclusivamente, na síntese de proteína muscular. A textura da carne está relacionada com a integridade das ligações de colágeno (POTENÇA et al., 2010). Um dos principais contribuintes para a maior textura da carne de frango é a maturidade do tecido conjuntivo, que envolve ligações covalentes cruzadas do

colágeno no músculo. Uma vez que essas ligações do colágeno aumentam com a idade, a carne de frangos mais velhos tende a ser menos macia (FLETCHER, 2002). A lisina tem papel

importante sobre essas ligações químicas do colágeno, uma vez que o acréscimo de seu conteúdo aumenta as ligações covalentes cruzadas do colágeno no músculo (RODRIGUES, 2009).

Tabela 6. Valores médio de maciez objetiva (MO), capacidade de retenção de água (CRA) e potencial hidrogeniônico (pH) da carne de peito, coxa+sobrecoxa (SC) de frangos machos e fêmeas da linhagem Redbro, no período final, 57 a 70 dias

Lis digestível (g/kg)	MO (kgf g <sup>-1</sup> )			CRA (%)			pH			
	Peito	Coxa	SC	Peito	Coxa	SC	Peito	Coxa	SC	
M	6,00	4,472	4,100	3,540	45,891	37,899	40,806	5,836	6,415	6,377
	7,00	4,381	4,042	3,634	43,970	42,600	41,436	5,807	6,297	6,298
	8,00	3,715	3,446	3,212	42,957	41,323	38,629	5,941	6,408	6,348
	9,00	3,388	2,856	3,175	45,128	39,256	37,56	5,962	6,334	6,316
	10,00	2,708	2,501	3,002	39,607	42,770	37,917	5,952	6,407	6,348
F	6,00	3,669	3,364	3,751	48,444	40,994	40,817	5,857	6,348	6,234
	7,00	4,142	2,977	3,747	44,397	43,956	39,266	5,772	6,320	6,163
	8,00	3,547	3,355	3,761	45,577	35,205	35,895	5,891	6,385	6,322
	9,00	3,103	2,513	3,53	46,371	39,954	38,979	5,972	6,461	6,432
	10,00	4,319	3,318	3,429	42,100	40,586	38,773	5,912	6,317	6,198
CV(%)	31,772	24,162	15,336		6,596	6,096	7,222	1,850	1,384	2,173
Pr	Lis	0,353	0,02	0,184	0,009	0,739	0,085	0,014	0,911	0,795
	S	0,957	0,334	0,104	0,096	0,501	0,625	0,638	0,854	0,19
	Lis*S	0,482	0,319	0,958	0,951	0,037	0,665	0,969	0,263	0,408

CV (%) = coeficiente de variação; Lis = lisina; S= sexo; M= macho; F= fêmea; Pr= probabilidade de F.

Ao avaliarem a qualidade da carne de frangos caipiras, abatidos em diferentes idades (70, 85 e 110 dias), Souza et al. (2012) observaram que aves da linhagem Pescoço Pelado apresentaram carne de peito mais macia, com menores valores de maciez objetiva ou força de cisalhamento. De acordo com Osório et al. (2009) a maciez da carne é uma qualidade que está intimamente relacionada com a capacidade de retenção de água, já que uma carne com menor capacidade em reter água resulta em uma carne mais seca e menos tenra. Verificou-se efeito linear decrescente ( $p \leq 0,01$ ) dos níveis de lisina digestível para a capacidade de retenção de água da carne do peito, segundo a equação:

$CRA = 53,293 - 11,0615L$  ( $R^2 = 0,22$ ). Nas concentrações mais baixas de lisina digestível na ração (7 e 8g/kg), obteve-se maior capacidade da carne em reter água, assim, houve menor perda de umidade em forma de exsudato. Em seu trabalho, após revisão de literatura, Braga et al. (2005) relatam que a formação de exsudato, além de resultar em perdas de nutrientes da carne, tais como proteínas, peptídeos, aminoácidos, ácido láctico, purina, vitaminas do complexo B e vários outros elementos, apresenta também uma carne mais seca, portanto, mais dura e não desejável. Os valores de pH encontrados nas carnes de peito, coxa e sobrecoxa dos frangos, variaram dentro dos valores

descritos na literatura, de 5,7 a 5,9, sendo este valor considerado para carne normal (ABREU et al., 2014). Os maiores valores de pH observados foram para coxa e sobrecoxa. Isto ocorre devido ao sistema de criação semintensivo, que resulta em maior movimentação das aves. Segundo Erickson (1998) isto pode ser explicado por alterações no metabolismo muscular ou na capacidade de armazenar glicogênio.

No período de 43 a 56 dias de idade, o nível de lisina digestível de 6,07g/kg de ração atende às exigências dos frangos de corte machos e fêmeas tipo caipira, da linhagem Redbro, correspondendo ao consumo estimado de lisina de 11,5g por ter obtido resultado similar entre os demais níveis. Para a fase final, 57 a 70 dias, o melhor nível foi de 8,51g de lisina/kg de ração, ou o consumo de 19g de lisina para melhor conversão alimentar.

## AGRADECIMENTOS

*Agradecemos à Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) pelo apoio financeiro e à Ajinomoto do Brasil Indústria e Comércio de Alimentos Ltda. pela doação dos aminoácidos.*

## REFERÊNCIAS

ABREU, L.R.A.; BOARI, C.A.; PIRES, A.V.; PINHEIRO, S.R.F.; OLIVEIRA, R.G.; OLIVEIRA, K.M.; GONÇALVES, F.M.; OLIVEIRA, F.R. Influência do sexo e idade de abate sobre rendimento de carcaça e qualidade da carne de codornas de corte. **Revista Brasileira de Saúde Produção Animal** [online], v.15, n.1, p.131-140, 2014.

ABREU, P.G.; ABREU, V.M.N.; COLDEBELLA, A.; JAENISCH, F.R.F.; PAIVA, D.P. Condições térmicas ambientais e desempenho de aves criadas em aviários com e sem o uso de forro. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.59, n.4, p.1014-1020, 2007.

BARBOZA, W.A.; ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T. Níveis de lisina para frangos de corte de 22 a 40 e 42 a 48 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.4, p.1091-1097, 2000.

BARRETO, S.L.T.; ARAUJO, M.S.; UMIGI, R.T.; DONZELE, J.L.; ROCHA, T.C.; PINHEIRO, S.R.F.; TEIXEIRA, R.B.; ABREU, F.V.S.; SILVA, R.F. Exigência nutricional de lisina para codornas européias machos de 21 a 49 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.3, p.750-753, 2006.

BRAGA, C.V.P.; FUENTES, M. de F.F.; FREITAS, E.R.; CARVALHO, L.E. de; SOUSA, F.M. de; BASTOS, S.C. Efeito da inclusão do farelo de coco em rações para poedeiras comerciais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.1, p.7680, 2005.

COSTA, F.G.P.; ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; GOMES, P.C.; TOLEDO, R.S.; JUNIOR, J.G.V. 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.

DAHLKE, F.; GONZALES, E.; FURLAN, R.L.; GADELHA, A.; MAIORKA, A.; FARIA FILHO, D.E.; ROSA, P.S. Efeito da temperatura ambiente sobre hormônios tireoideanos, temperatura corporal e empenamento de frangos de corte,

fêmeas, de diferentes genótipos. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v.27, n.3, p.391-397, 2005.

DOURADO, L.R.B.; SAKOMURA, N.K.; NASCIMENTO, D.C.N.; DORIGAM, J.C.; MARCATO, S.M.; FERNANDES, J.B.K. Crescimento e desempenho de linhagens de aves pescoço pelado criadas em sistema semi-confinado. **Ciência e Agrotecnologia**, v.33, n.3, p.875-881, 2009.

EMMERT, J.L.; BAKER, D.H. Use of the ideal protein concept for precision formulation of amino acid levels in broilers diets. **Journal of Applied Poultry Research**, v.6, p.462-470, 1997.

ERICKSON, H.H. Fisiologia do exercício. In: Dukes, M.J.S. **Fisiologia dos animais domésticos**. 11.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1998. p.277-296.

FLETCHER, D.L. Poultry meat quality. **World's Poultry Science Journal**, v.58, n.2, p.131-14, 2002.

LECLERCQ, B. Specific effects of lysine on broiler production: comparison with threonine and valine. **Poultry Science**, v.77, n.1, p.118-123, 1998.

NASCIMENTO, D.C.N.; SAKOMURA, N.K.; SIQUEIRA, J.C.; DOURADO, L.R.B.; FERNANDES, E.B. MALHEIROS, E.B. Exigências de lisina digestível para aves de corte da linhagem ISA Label criadas em semiconfinamento. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.61, n.5, p.1128-1138, 2009.

NASR, J.; KHEIRI, F. Effects of Lysine Levels of Diets Formulated Based on Total or Digestible Amino Acids on Broiler Carcass Composition. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v.14, n.4, p.233-304, 2012.

OLIVEIRA, F.R.; BOARI, C.A.; PIRES, A.V.; MOGNATO, J.C.; CARVALHO, R.M.S.; SANTOS JUNIOR, M.A.; MATTIOLI, C.C. Jejum alimentar e qualidade da carne de frango de corte tipo caipira. **Revista Brasileira Saúde Produção Animal** [online], v.16, n.3, p.667-677, 2015.

OSÓRIO, J.C.S.; OSÓRIO, M.T.M.; SAÑUDO, C. Características sensoriais da carne ovina. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.292-300, 2009.

PINHEIRO, S.R.F.; SAKOMURA, N.K.; NASCIMENTO, D.C.N.; DOURADO, L.R.B.; FERNANDES, J.B.K.; THOMAZ, M.C. Níveis nutricionais de fósforo disponível para aves de corte ISA Label criadas em semiconfinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.2, p.361-369, 2011a.

PINHEIRO, S.R.F.; SAKOMURA, N.K.; NASCIMENTO, D.C.N.; DOURADO, L.R.B.; FERNANDES, J.B.K.; THOMAZ, M.C. Níveis nutricionais de cálcio para aves de corte ISA Label criadas sob semiconfinamento. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.63, n.1, p.231-238, 2011b.

POTENÇA, A.; MURAKAMI, A.E.; MATSUSHITA, M.; VISENTAINER, J.V.; MARTINS, E.N.; FURLAN, A.C. Perfil lipídico e maciez da carne de coxa e sobrecoxa de frangos de corte alimentados com rações contendo diferentes fontes lipídicas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.8, p.1774-1783, 2010.

QUENTIN, M.; BOUVAREL, I.; PICARD, M. Effects of crude protein and lysine contents of the diet on growth and body composition of slow-growing commercial broilers from 42 to 77 days of age. **Animal Research**, n.54, p.113–122, 2005.

RODRIGUES, V. **Análise dos efeitos do colágeno bovino e derivados na proliferação celular e biossíntese de colágeno em fibroblastos humanos**. 2009. 133p. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia) – Universidade de São Paulo, São Paulo.

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.; EUCLIDES, R.F. **Tabelas Brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2011.

SANTOS, A.L.; SAKOMURA, N.K.; FREITAS, E.R.; FORTES, C.M.L.S.; CARILHO, E.N.V.M.; FERNANDES, J.B.K. Estudo do Crescimento, Desempenho, Rendimento de Carcaça e Qualidade de Carne de Três Linhagens de Frango de Corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.5, p.1589-1598, 2005.

SAS. **SAS User's Guide: Statistics**. Version. 8.02. Cary, NC: SAS Institute Inc., 2001.

SILVA, E.P.; SAKOMURA, N.K.; DORIGAM, J.C.P.; MALHEIROS, E.B.; FERNANDES, J.B.K.; ARAUJO, J.A. A procedure to evaluate the efficiency of utilization of dietary amino acid for poultry. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v.36, n.2, p.163-169, 2014.

SOUZA, X.R.; FARIA, P.B.; BRESSAN, M.C. Qualidade da carne de frangos caipiras abatidos em diferentes idades. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.64, n.2, p.479-487, 2012.

TAKEARA, P.; TOLEDO, A.L.; GANDRA, E.R.S.; ALBURQUERQUE, R.; TRINDADE NETO, M.A. Lisina digestível para frangos de corte machos entre 12 e 22 dias de idade. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária Zootecnia**, v.62, n.6, p.1455-1461, 2010.

TRINDADE NETO, M.A.; TAKEARA, P.; TOLEDO, A.L.; KOBASHIGAWA, E.; ALBUQUERQUE, R.; ARAÚJO, L.F. Níveis de lisina digestível para frangos de corte machos no período de 37 a 49 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.3, p.508-514, 2009.

Data de recebimento: 03/06/2015

Data de aprovação: 28/06/2016