

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JULIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL

**EXIGÊNCIAS DE LISINA E DE METIONINA + CISTINA
DIGESTÍVEIS PARA AVES DE CORTE DA LINHAGEM ISA
LABEL EM SISTEMA SEMI-CONFINADO**

Dáphinne Cardoso Nagib Nascimento
Médica Veterinária

JABOTICABAL – SÃO PAULO – BRASIL
2007

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JULIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL

**EXIGÊNCIAS DE LISINA E DE METIONINA + CISTINA
DIGESTÍVEIS PARA AVES DE CORTE DA LINHAGEM ISA
LABEL EM SISTEMA SEMI-CONFINADO**

Dáphinne Cardoso Nagib Nascimento

Orientador (a): Prof. Dr. Nilva Kazue Sakomura

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Câmpus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Zootecnia (Produção Animal).

JABOTICABAL – SÃO PAULO – BRASIL

Novembro de 2007

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

Dáphinne Cardoso Nagib Nascimento - nascida em 22 de setembro de 1980, na cidade de Uberlândia, Minas Gerais, é médica veterinária, formada pela Universidade Federal de Uberlândia em janeiro de 2005. Ingressou no curso de mestrado em agosto de 2005, no curso de zootecnia – área de produção animal, da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias do Campus de Jaboticabal – Unesp. Defendeu Dissertação em novembro de 2007.

A minha família,
Wellington, Kásmia
e Carolina,

Dedico

AGRADECIMENTOS

Á Deus;

Á minha orientadora, Prof. Dra. Nilva Kazue Sakomura, pela oportunidade, pelos ensinamentos e amizade;

À Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias/Unesp – Jaboticabal, SP, pela oportunidade de realização deste curso;

Ao Conselho Nacional de Pesquisa Tecnológico (Cnpq) pela concessão da bolsa de estudo;

À empresa Ajinomoto, pelo fornecimento dos aminoácidos industriais, em especial ao Dr. Eduardo Nogueira pela atenção dispendida;

Aos funcionários do aviário, Robson, Isildo, Vicente e João, pela ajuda indispensável e pela amizade;

A todos amigos que trabalham ou já trabalharam no aviário, pelo carinho e apoio em todas as atividades do setor: Simara Marcato, Nei André, Ellen Fukayama, César, Sandra Pinheiro, Gustavo (Dito), Melina (Mel), Íris, Juliano, Felipe, Randy, Carlos Gabriel (Perna), Rafael (Stink), Eduardo (Soslaio), e em especial ao Jefferson C. Siqueira pela amizade e inestimável ajuda nesse trabalho e a Leilane R. B. Dourado pela confiança e ótimo convívio durante esses anos;

Aos amigos, sempre presentes, Gerusa Alves, Leonardo Pascoal, Pedro Watanabe, Josemir, Guido, Urbano, Rizal, Alessandro, Suzana, e em especial a Juliana dos Santos pelo carinho e pelas palavras de apoio em momentos difíceis;

As meninas da sessão de pós-graduação Karina, Valeria, Márcia, Nina e as telefonistas Ana e Eliana pela paciência e atenção;

Ao pessoal da fabrica de ração, Sandra, Osvaldo e Hélio;

Aos professores Dr. Euclides Braga Malheiros e Dr. Renato Luis Furlan pelas sugestões na melhoria da qualidade desse trabalho;

SUMÁRIO

	Páginas
LISTA DETABELAS.....	ii
LISTA DE FIGURAS.....	iv
RESUMO.....	vi
ABSTRACT.....	vii
CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	1
Introdução.....	1
Efeito dos níveis de lisina e de metionina + cistina sobre o desempenho de frangos de corte.....	2
Efeito dos níveis de lisina e de metionina + cistina sobre as características de carcaça e composição corporal de frangos de corte.....	9
Referencias.....	12
CAPITULO 2 – EXIGÊNCIAS DE LISINA DIGESTÍVEL PARA AVES DE CORTE DA LINHAGEM ISA LABEL EM SISTEMA SEMI-CONFINADO.....	19
Introdução.....	20
Material e Métodos.....	21
Resultados Discussão.....	28
Exigência de lisina digestível para aves da linhagem ISA Label na fase inicial (1 aos 28 dias de idade).....	28
Exigência de lisina digestível para aves da linhagem ISA Label na fase de crescimento (28 aos 56 dias de idade).....	34
Exigência de lisina digestível para aves da linhagem ISA Label na fase de terminação (56 aos 84 dias de idade).....	38
Conclusões.....	44
Referencias.....	44
CAPÍTULO 3 - EXIGÊNCIAS DE METIONINA + CISTINA DIGESTIVEL PARA AVES DE CORTE DA LINHAGEM ISA LABEL EM SISTEMA SEMI-CONFINADO... ..	48
Introdução.....	49
Material e Métodos.....	50
Resultados Discussão.....	57
Exigência de metionina + cistina digestível para aves da linhagem ISA Label na fase inicial (1 aos 28 dias de idade).....	57
Exigência de metionina + cistina digestível para aves da linhagem ISA Label na fase de crescimento (28 aos 56 dias de idade).....	64
Exigência de metionina + cistina digestível para aves da linhagem ISA Label na fase de terminação (56 aos 84 dias de idade).....	68
Conclusões.....	74
Referências.....	74

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 2 - EXIGÊNCIA DE LISINA DIGESTIVEL PARA AVES DE CORTE DA LINHAGEM ISA LABEL EM SISTEMA SEMI-CONFINADO

	Páginas
Tabela 1 - Composição percentual das rações experimentais para a fase inicial (1 a 28 dias).....	23
Tabela 2 - Composição percentual das rações experimentais para a fase de crescimento (56 a 84 dias).....	24
Tabela 3 - Composição percentual das rações experimentais para a fase final (1 a 28 dias).....	25
Tabela 4 - Temperaturas máximas, mínimas e médias semanais durante o período experimental.....	26
Tabela 5- Médias de desempenho, deposições de proteína e gordura corporais, peso relativo e teor de proteína das penas, de aves ISA Label, recebendo níveis crescentes de lisina digestível na ração, no período de 1 aos 28 dias de idade.....	29
Tabela 6 - Equações ajustadas para o consumo de lisina digestível (CL), ganho de peso (GP), conversão alimentar (CA), deposição de proteína (DP) e gordura (DG) corporal e peso relativo das penas (PR) em função dos níveis de lisina digestível (Lis), coeficientes de determinação (R^2), e níveis de lisina estimados (NLE) com o uso dos diferentes modelos.....	30
Tabela 7 - Médias de desempenho, deposições de proteína e gordura corporais, peso relativo e teor de proteína das penas, de aves ISA Label, recebendo níveis crescentes de lisina digestível na ração, no período de 28 aos 56 dias de idade.....	35
Tabela 8 - Equações ajustadas para o consumo de ração (CR), consumo de lisina digestível (CL), ganho de peso (GP) e teor de proteína (PP) das penas em função dos níveis de lisina digestível (Lis), coeficientes de determinação (R^2), e níveis de	36

lisina estimados (NLE) com o uso dos diferentes modelos.....	
Tabela 9 - Médias de desempenho, deposições de proteína e gordura corporais, peso relativo e teor de proteína das penas, de aves ISA Label, recebendo níveis crescentes de lisina digestível na ração, no período de 56 aos 84 dias de idade...	40
Tabela 10 - Equações ajustadas para o consumo de lisina digestível (CL) e o peso relativo das penas (PR) em função dos níveis de lisina digestível (Lis), coeficientes de determinação (R^2) e níveis de lisina estimados (NLE) com o uso dos diferentes modelos.....	41
Tabela 11- Médias de rendimento de carcaça, peito desossado e com osso, coxa, sobrecoxa e porcentagem de gordura abdominal de aves ISA Label, recebendo níveis crescentes de lisina digestível na ração, aos 84 dias de idade.....	43
Tabela 12 - Equação ajustada para os dados de rendimento de carcaça (RC) em função dos níveis de lisina digestível da ração (Lis), coeficiente de determinação (R^2) e nível de lisina estimado (NLE) com o uso dos diferentes modelos.....	44

CAPÍTULO 3 - EXIGÊNCIA DE METIONINA + CISTINA DIGESTIVEL PARA AVES DE CORTE DA LINHAGEM ISA LABEL EM SISTEMA SEMI-CONFINADO

	Páginas
Tabela 1 - Composição percentual das rações experimentais para a fase inicial (1 a 28 dias).....	52
Tabela 2 - Composição percentual das rações experimentais para a fase de crescimento (28 a 56 dias).....	53
Tabela 3 - Composição percentual das rações experimentais para a fase final (56 a 84 dias).....	54

Tabela 4 - Temperaturas máximas, mínimas e médias semanais durante o período experimental.....	55
Tabela 5 - Médias de desempenho, deposições de proteína e gordura corporais, peso relativo e teor de proteína das penas, de aves ISA Label, recebendo níveis crescentes de metionina+cistina digestível na ração, no período de 1 aos 28 dias de idade.....	58
Tabela 6- Equações ajustadas para o consumo de metionina+cistina digestível (CM), ganho de peso (GP), conversão alimentar (CA) e deposição de proteína corporal (DP) em função dos níveis de metionina+cistina digestível (M), coeficientes de determinação (R^2), e níveis de metionina + cistina estimados (NMCE) com o uso dos diferentes modelos.....	60
Tabela 7 - Médias de desempenho, deposições de proteína e gordura corporais, peso relativo e teor de proteína das penas, de aves ISA Label, recebendo níveis crescentes de metionina+cistina digestível na ração, no período de 28 aos 56 dias de idade.....	65
Tabela 8 - Equações ajustadas para o consumo de metionina+cistina (CM) e conversão alimentar (CA), em função dos níveis de metionina+cistina digestível (M), coeficientes de determinação (R^2), e níveis de metionina+cistina estimados (NMCE) com o uso dos diferentes modelos.....	66
Tabela 9 - Médias de desempenho, deposições de proteína e gordura corporais, peso relativo e teor de proteína das penas, de aves ISA Label, recebendo níveis crescentes de metionina+cistina digestível na ração, no período de 56 aos 84 dias de idade.....	69
Tabela 10 - Equações ajustadas para o consumo de ração (CR), consumo de metionina+cistina (CM) e conversão alimentar (CA), em função dos níveis de metionina+cistina digestível (M), coeficientes de determinação (R^2), e níveis de metionina+cistina estimados (NMCE) com o uso dos diferentes modelos.....	70
Tabela 11- Médias de rendimento de carcaça, peito desossado e com osso, coxa,	73

sobrecoxa e porcentagem de gordura abdominal de aves, ISA Label, recebendo níveis crescentes de metionina+cistina digestível na ração, aos 84 dias de idade.....

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 2 - EXIGÊNCIA DE LISINA DIGESTIVEL PARA AVES DE CORTE DA LINHAGEM ISA LABEL EM SISTEMA SEMI-CONFINADO

	páginas
Figura 1 - Representação gráfica do nível de lisina digestível na ração adequado para maximizar o GP, estimado por meio do primeiro intercepto da equação quadrática com o platô do LRP, para aves ISA Label no período de 1 a 28 dias de idade.....	32
Figura 2 - Representação gráfica do nível de lisina digestível na ração adequado para melhora a CA, estimado por meio da equação quadrática, para aves ISA Label no período de 1 a 28 dias de idade.....	33
Figura 3 - Representação gráfica do nível de lisina digestível na ração adequado para maximizar o GP, estimado por meio do primeiro intercepto da equação quadrática com o platô do LRP, para aves ISA Label no período de 28 a 56 dias de idade.....	38

CAPÍTULO 3 - EXIGÊNCIA DE METIONINA + CISTINA DIGESTIVEL PARA AVES DE CORTE DA LINHAGEM ISA LABEL EM SISTEMA SEMI-CONFINADO

	páginas
Figura 1- Representação gráfica do nível de metionina+cistina digestível na ração adequado para maximizar o GP de machos ISA Label, no período de 1 aos 28 dias de idade, estimado por meio do primeiro intercepto da equação	61

quadrática com o platô do LRP.....	
Figura 2- Representação gráfica do nível de metionina+cistina digestível na ração adequado para maximizar o GP de fêmeas ISA Label, no período de 1 aos 28 dias de idade, estimado com o uso do LRP.....	61
Figura 3- Representação gráfica do nível de metionina+cistina digestível na ração adequado para melhorar a CA, estimado por meio do primeiro intercepto da equação quadrática com o platô do LRP, para aves ISA Label no período de 1 aos 28 dias de idade.....	63
Figura 4- Representação gráfica do nível de metionina+cistina digestível na ração adequado para maximizar a DP, estimado por meio do primeiro intercepto da equação quadrática com o platô do LRP, para aves ISA Label no período de 1 aos 28 dias de idade.....	63
Figura 5- Representação gráfica do nível de metionina+cistina digestível na ração adequado para melhorar a CA, estimado por meio do primeiro intercepto da equação quadrática com o platô do LRP, para aves ISA Label no período de 28 aos 56 dias de idade.....	67
Figura 6- Representação gráfica do nível de metionina+cistina digestível na ração adequado para melhorar a CA de machos ISA Label, no período de 56 aos 84 dias de idade, estimado com o uso do LRP.....	71
Figura 7- Representação gráfica do nível de metionina+cistina digestível na ração adequado para melhorar a CA de fêmeas ISA Label, no período de 56 aos 84 dias de idade, estimado com o uso do modelo quadrático.....	72

EXIGÊNCIAS DE LISINA E DE METIONINA + CISTINA DIGESTÍVEIS PARA AVES DE CORTE DA LINHAGEM ISA LABEL EM SISTEMA SEMI-CONFINADO

RESUMO - Foram conduzidos seis experimentos para determinar as exigências de lisina (Lis) e de metionina + cistina (Met+cis) digestíveis para aves de corte da linhagem ISA Label de ambos os sexos em sistema semi-confinado durante as fases inicial (1 aos 28 dias), crescimento (28 aos 56 dias) e final (56 aos 84 dias). Em cada experimento um total de 480 aves foram alojadas em 24 piquetes. Cada piquete dispunha de área coberta de 3,13 m² e área de pastejo de 72,87 m². O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 4x2 (níveis de aminoácido e sexo) com três repetições de 20 aves cada. Os níveis de lisina digestível avaliados foram: 0,850; 0,970; 1,090; 1,210% na fase inicial; 0,750; 0,870; 0,990; 1,110% na fase crescimento e 0,640; 0,760; 0,880; 1,000% na fase final. Os níveis de Met+cis digestível avaliados foram: 0,532; 0,652; 0,772; 0,892% na fase inicial; 0,515; 0,635; 0,755; 0,875% na fase de crescimento e 0,469; 0,589; 0,709; 0,829% na fase final. Avaliou-se o desempenho, característica de carcaça, deposição de proteína e gordura corporal, peso e teor de proteína das penas. De acordo com os resultados recomenda-se níveis de lisina digestível para ambos os sexos de 1,041%; 1,006% e 0,760% na ração para as fases inicial, crescimento e final, respectivamente. Na fase inicial o nível de Met+cis digestível na ração, indicado para machos é de 0,728% e para fêmeas é de 0,774%. Na fase de crescimento recomenda-se o nível de 0,716% de Met+cis digestível na ração para aves de ambos os sexos. Na fase final o nível de Met+cis digestível indicado para melhorar o desempenho de machos é 0,756% e de fêmeas é 0,597% na ração.

Palavras-chave: aminoácidos, exigência nutricional, frango tipo caipira, frango tipo colonial

REQUIREMENTS OF DIGESTIBLE LYSINE AND METHIONINE+CISTINE FOR ISA LABEL BROILERS IN FREE-RANGE

ABSTRACT – Six assays were carried out to determine digestible lysine and methionine+cys requirements for ISA Label, for both sexes, in free range system on starter phase (1 to 28 days), grower phase (28 to 56 days) and finisher phase (56 to 84 days). 480 birds were distributed into 24 pens, each one composed by shelter (3.13 m²) and pasture (72.87m²). Experimental design was a completely randomized with 8 treatments as factorial arrangement (four levels of amino acids and two sexes) with three replicates of 20 birds. The digestible lysine levels were 0.850; 0.970; 1.090; 1.210% for starter phase; 0.750; 0.870; 0.990; 1.110% for grower phase and 0.640; 0.760; 0.880; 1.000% for finisher phase. The digestible methionine+cys levels were 0.532; 0.652; 0.772; 0.892% for starter phase; 0.515; 0.635; 0.755; 0.875% for grower phase and 0.469; 0.589; 0.709; 0.829% for finisher phase. The parameters analyzed were performance, carcass yield, body protein and fat deposition, weight and protein in the feathers. The digestible lysine level estimated, for both sexes, were 1.041%; 1.006% and 0.760% in the diet for starter phase, grower phase and finisher phase, respectively. In the starter phase, the digestible methionine+cys level estimated for males was 0.728% and 0.774% for females. For grower phase, the digestible methionine+cys level estimated was 0.716% for both sexes. For the finisher phase, the methionine+cys level were 0.756% and 0.597% for males and females, respectively.

Key Words: amino acids, broilers, nutrition requirement, naked-neck birds

CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS

INTRODUÇÃO

Entre os sistemas de produção avícola, a criação de frangos tipo caipira tem crescido, sendo praticada não apenas por pequenos e médios produtores como uma atividade de subsistência, mas também por produtores que, em busca de uma atividade mais rentável, visam atender as exigências de um mercado consumidor emergente.

Frente a essa nova vertente da avicultura brasileira, o Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA) normatizou o sistema de produção de frangos coloniais ou caipiras (Ofício Circular DOI/DIPOA n° 007/99 de 19.05.1999). Esse Ofício contém os critérios estabelecidos para a produção, abate, controle laboratorial e certificação de frangos criados sem o uso de antibióticos, anticoccidianos, promotores de crescimento ou ingredientes de origem animal na ração. Segundo SILVA et al. (2002), as especificações contidas nesse documento atraíram uma parcela do mercado consumidor mais exigente, que se dispõe a pagar mais por produtos diferenciados que possam proporcionar uma alimentação mais saudável.

De acordo com VAROLI JUNIOR et al. (2000) as aves de corte tipo caipira apresentam menor teor de gordura na carne do peito quando comparadas com aves de corte de linhagens convencionais de mesma idade e criadas sob as mesmas condições. O sistema de criação é outro fator que contribui para a aceitação dos produtos oriundos de aves tipo caipira, pois de acordo com a legislação brasileira, as aves devem ter acesso a uma área de pastejo individual de pelos menos 3m². Desse modo, as aves criadas segundo essas normas têm a possibilidade de consumirem insetos e forrageiras, podendo contribuir para a obtenção de produtos com pigmentação e sabor diferenciados.

Atualmente, existem no mercado linhagens de crescimento lento com características favoráveis para esse sistema de produção, entretanto, a escassez de informações específicas, principalmente acerca do manejo e da nutrição dessas aves, pode constituir um grande entrave.

Na avicultura, a maior parte dos custos de produção é com a alimentação, desta forma a adoção de programas nutricionais adequados, com dietas devidamente balanceadas é fundamental para a lucratividade dessa atividade.

Diversos estudos foram conduzidos para avaliar as exigências nutricionais de frangos de corte nas diferentes fases de criação, no entanto essas informações possuem aplicabilidade restrita para aves de crescimento lento, uma vez que essas aves diferem geneticamente do frango de corte convencional, além de serem criadas em sistema semi-confinado, esperando-se, portanto, que suas exigências nutricionais sejam diferenciadas.

Esse estudo foi conduzido com o objetivo de determinar as exigências de lisina e de metionina + cistina digestíveis, para aves de corte de crescimento lento da linhagem ISA Label, criadas em sistema semi-confinado nas fases inicial, de crescimento e final.

Efeito dos níveis de lisina e de metionina + cistina sobre o desempenho de frangos de corte

No Brasil, as dietas formuladas para aves utilizam-se basicamente do milho e do farelo de soja como fontes de energia e proteína, respectivamente. Essa combinação de ingredientes normalmente resulta em dietas deficientes em alguns aminoácidos essenciais, como a metionina e a lisina, sendo necessária à sua suplementação por meio de aminoácidos industriais, para que as aves possam ter suas exigências nutricionais satisfeitas e expressar o seu potencial genético.

Muitos estudos têm sido conduzidos para avaliar as exigências de aminoácidos para frangos de corte, uma vez que esses nutrientes participam de importantes

processos metabólicos, influenciando diretamente o desempenho das aves. Contudo, estudos conduzidos para determinar as exigências de aminoácidos de frangos de corte do tipo caipira ainda são escassos.

De acordo com vários autores (BAKER & HAN, 1994; BERCOVICI, 1998; COSTA et al., 2001; ISHIBASHI & YONEMOCHI, 2002) as exigências de aminoácidos das aves são influenciadas por uma série de fatores, tais como linhagem genética, sexo, densidade populacional, teor de proteína e energia das rações, condições ambientais e estado sanitário dos animais. Desta forma, as exigências de aminoácidos para aves tipo caipira criadas em sistema semi-confinado podem diferir daquelas recomendadas para frangos de corte de linhagens convencionais, criadas em sistemas intensivos.

Nos estudos nutricionais utilizando rações práticas, a lisina tem sido considerada o segundo aminoácido limitante para o crescimento e desenvolvimento de frangos de corte, depois da metionina (COSTA et al., 2001; ISHIBASHI & YONEMOCHI, 2002; LANA et al., 2005). Além disso, sabe-se que a lisina é um aminoácido essencial cujo principal papel fisiológico consiste na síntese de proteínas musculares, estando envolvida em menores proporções em outros processos metabólicos (BAKER & HAN, 1994; COSTA et al., 2001; LANA et al., 2005). Adicionalmente, BAKER & HAN (1994) relataram que as análises para determinação dos níveis de lisina nos alimentos são mais simples em comparação aos aminoácidos sulfurosos e ao triptofano.

Com base nessas informações, a lisina tem sido considerada o aminoácido de referência em formulações que utilizam o conceito de proteína ideal. A razão para o uso desse conceito se deve ao fato de que a relação entre a lisina e os outros aminoácidos essenciais permanece, em grande parte, inalterada, apesar de uma série de fatores dietéticos, ambientais e genéticos afetarem as exigências de aminoácidos (BAKER & HAN, 1994).

O *National Research Council* (NRC, 1994) recomendou para frangos de corte de ambos os sexos os níveis de 1,10; 1,00 e 0,85% de lisina total para as fases inicial (0 a 3 semanas), crescimento (3 a 6 semanas) e final (6 a 8 semanas), respectivamente, quando rações com 3200 kcal de EM/kg são utilizadas. Posteriormente, as Tabelas

Brasileiras para Aves e Suínos (ROSTAGNO et al., 2000) trouxeram informações detalhadas, apresentando as exigências com base em aminoácidos digestíveis, de acordo com o sexo, o nível energético da ração e o programa de alimentação adotado. Para frangos de corte machos ou lotes mistos, considerando o programa de três rações, os autores recomendaram 0,381; 0,337 e 0,294% de lisina digestível / 1000 kcal de EM da ração, para aves de 1 a 21, 22 a 42 e 43 a 49 dias de idade, respectivamente.

Em sua última edição, as Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos (ROSTAGNO et al., 2005) detalharam ainda mais as recomendações, fazendo referências adicionais ao potencial de desempenho das aves. Considerando um programa alimentar de cinco rações, esses autores recomendaram para frangos de corte machos, de desempenho regular, quantidades equivalentes a 0,445; 0,373; 0,344; 0,320 e 0,295% de lisina digestível / 1000 kcal de EM da ração, para aves de 1 a 7, 8 a 21, 22 a 33, 34 a 42 e 43 a 46 dias de idade, respectivamente. Para fêmeas de desempenho regular os autores recomendaram 0,444; 0,361; 0,318; 0,286 e 0,260% de lisina digestível / 1000 kcal de EM da ração.

Existe considerável número de publicações que avaliaram os efeitos dos níveis de lisina sobre as variáveis de desempenho, características de carcaça e composição corporal de frangos de corte, entretanto, as conclusões dos diferentes estudos muitas vezes são conflitantes.

HAN & BAKER (1991) avaliaram as exigências de lisina digestível para frangos machos de crescimento lento (New Hampshire x Columbian) e de crescimento acelerado (Hubbard x Hubbard) no período de 8 a 21 dias de idade, e não verificaram diferenças entre as linhagens quando as exigências foram expressas como porcentagem da ração. Os autores recomendaram 1,01% de lisina digestível para maximizar o ganho de peso e 1,21% para melhorar a eficiência alimentar das aves de ambas as linhagens. Os resultados demonstraram ainda que a eficiência de utilização da lisina da dieta para ganho de peso não variou entre as linhagens no período de 8 a 21 dias.

Posteriormente, HAN & BAKER (1993) conduziram uma série de experimentos para avaliar, entre outros fatores, os efeitos dos níveis de lisina digestível da ração, do

sexo e da linhagem genética sobre o desempenho de frangos de corte de 8 a 22 dias de idade. Os autores verificaram que o ganho de peso foi similar entre os sexos quando dietas deficientes em lisina foram oferecidas. Entretanto, quando foram oferecidas rações contendo níveis de lisina digestível iguais ou superiores a 1,02%, os machos cresceram mais rapidamente. Não foram detectadas diferenças nas exigências de lisina entre as linhagens de crescimento lento ou acelerado, sendo recomendados níveis de 1,02% e 1,12% de lisina digestível na ração para maximizar o ganho de peso e a eficiência alimentar nos machos, e 0,92% e 1,02% para maximizar as mesmas variáveis nas fêmeas.

Em outro estudo para determinar as exigências de lisina digestível para frangos de corte Ross de 21 a 42 dias de idade, HAN & BAKER (1994) recomendaram com base no ganho de peso e na eficiência alimentar níveis de 0,85 e 0,89% para machos e 0,77% e 0,85% para fêmeas, respectivamente.

Em condições brasileiras, CONHALATO et al. (1999a) testaram níveis crescentes de lisina para frangos Hubbard machos, de 1 a 21 dias de idade e recomendaram os níveis de lisina digestível de 1,05% e 1,03%, para maximizar o ganho de peso e melhorar a conversão alimentar das aves, respectivamente. Para frangos de mesmo sexo e linhagem, na fase de 22 a 42 dias, CONHALATO et al. (1999b) recomendaram níveis de lisina digestível de 1,02% e 0,98%, com base no ganho de peso e na conversão alimentar, respectivamente.

COSTA et al. (2001) avaliaram rações contendo níveis crescentes de lisina para frangos de corte Ross de ambos os sexos, em diferentes períodos de criação. As exigências de lisina digestível foram estimadas como sendo 1,183% e 1,044% para machos e 1,129% e 1,023% para fêmeas, nas fases de 1 a 21 e 22 a 40 dias, respectivamente.

Ao avaliar as exigências de lisina digestível para frangos machos da linhagem Avian Farm, no período de 1 a 21 dias, LANA et al. (2005a) recomendaram o mínimo de 1,17% de lisina digestível na ração quando as relações ideais foram mantidas. Para aves da mesma linhagem, nas mesmas condições LANA et al. (2005b) recomendaram 1,075% de lisina digestível na ração, para o período de 22 a 42 dias de idade.

AMARANTE JUNIOR et al. (2005a) trabalharam com frangos machos da linhagem Ross, e recomendaram níveis de lisina digestível de 1,03% e 0,926% para a fase de 22 a 42 e 43 a 49 dias, respectivamente.

A variação nas recomendações dos níveis de lisina para frangos de corte nas diferentes fases de criação e a escassez de trabalhos que utilizaram linhagens de crescimento lento, criadas em sistemas alternativos, podem ser consideradas diretrizes para a realização de estudos que favoreçam a obtenção de padrões nutricionais específicos, mais adequados à linhagem e ao sistema de criação.

A metionina é considerada o primeiro aminoácido limitante para o desenvolvimento das aves, quando rações à base de milho e farelo de soja são utilizadas. Além disso, desempenha várias funções no organismo das aves, tendo efeito no sistema imune (KALINOWSKI et al., 2003), na deposição de proteína (HRUBY, 1998), no metabolismo de lipídeos (JENSEN, 1990) e no metabolismo energético (BOOMGARDT & BAKER, 1973). Outras funções da metionina incluem a doação de radicais metil, sendo precursora para a biossíntese de cistina, através do mecanismo de trans-sulfuração. Por isso, as recomendações deste aminoácido na dieta devem ser expressas como metionina + cistina. Realça-se, no entanto, que tal mecanismo é irreversível, sendo extremamente importante o fornecimento de quantidades adequadas de metionina nas dietas (RADEMACHER, 2001).

De acordo com VIEIRA et al. (2004), as exigências de metionina + cistina obtidas através de ensaios de dose-resposta são dependentes do nível de proteína dietético e da forma como a proteína é balanceada nas dietas experimentais. JENSEN (1990) verificou que dietas contendo 20% ou menos de PB, conduzem à deficiências de metionina + cistina, resultando no aumento da deposição de gordura abdominal. De acordo com SUMMERS et al. (1992) e MORAN (1994), esses resultados são possivelmente explicados pelo fato de dietas deficientes em metionina estimularem o aumento do consumo de ração, contribuindo com energia adicional e conseqüentemente ocasionando acréscimo na deposição de gordura corporal.

Por outro lado, SILVA et al. (1997) verificaram que as exigências de metionina + cistina aumentaram com a elevação do nível protéico da ração. Segundo LEMME

(2005), o aumento nos níveis de um determinado aminoácido na ração melhorará o desempenho das aves até que um outro aminoácido se torne o primeiro limitante, sendo que as aves respondem a níveis elevados de proteína quando balanço correto de aminoácidos é atingido. Com base nisso, para que padrões nutricionais adequados sejam obtidos, torna-se necessário considerar as relações existentes entre os aminoácidos presentes na ração.

De acordo com o padrão de proteína ideal proposto por ROSTAGNO et al. (2005), as relações para metionina e para metionina + cistina digestíveis com a lisina são de 39 e 71% para frangos na fase inicial (1 a 21 dias), e 40 e 72% para frangos na fase de crescimento (22 a 42 dias), respectivamente. Considerando um programa alimentar de cinco rações, as exigências de metionina + cistina digestível para frangos machos de desempenho regular serão 0,924; 0,790; 0,755; 0,714 e 0,669%, para aves de 1 a 7, 8 a 21, 22 a 33, 34 a 42 e 43 a 46 dias de idade, respectivamente.

Diversos estudos encontraram efeito dos níveis de metionina + cistina da ração sobre o desempenho de frangos de corte. Contudo, devido principalmente as diferenças entre linhagens e condições experimentais, os resultados dos experimentos diferem.

ATENCIO et al. (2004) utilizaram frangos machos, da linhagem Avian Farm, para avaliar as exigências de metionina + cistina digestível nas diferentes fases de criação e recomendaram os níveis de 0,808; 0,767 e 0,668% para maximizar o desempenho das aves nas fases de 1 a 20, 24 a 38 e 44 a 56 dias de idade, respectivamente.

Para avaliar o desempenho de pintos de corte Avian Farm submetidos a níveis crescentes de metionina + cistina na fase de 1 a 21 dias de idade, OLIVEIRA NETO et al. (2005), recomendaram níveis de 0,790% e 0,822% de metionina + cistina digestível na ração para otimizar o ganho de peso e a conversão alimentar, respectivamente.

AMARANTE JÚNIOR et al. (2005b) avaliaram o efeito dos níveis de metionina + cistina sobre o desempenho de frangos de corte machos da linhagem Ross nos períodos de 22 a 42 e de 43 a 49 dias de idade. As recomendações para maximizar o desempenho das aves foram de 0,739% e 0,655% de metionina + cistina digestível na ração para as fases de 22 a 42 e 43 a 49 dias, respectivamente.

SILVA JUNIOR et al. (2006) estudaram o desempenho de fêmeas da linhagem Ross nas fases de 1 a 21 e 22 a 42 dias, submetidas a níveis crescentes de metionina + cistina na ração. Os autores recomendaram o nível estimado de 0,96% de metionina + cistina na ração, independente da fase de avaliação.

Considerando que as penas são ricas em queratina, sendo esta uma proteína composta por altas concentrações de aminoácidos sulfurosos, possivelmente os níveis de metionina + cistina da ração terão influência sobre o empenamento das aves. Com base nessa informação é possível formular a hipótese de que as exigências de metionina + cistina de linhagens com empenamento lento sejam menores que as exigências de linhagens de empenamento rápido.

Para verificar essa hipótese, KALINOWSKI et al. (2003a) avaliaram níveis crescentes de metionina + cistina em rações para frangos de linhagens de empenamento lento (Ross x 308) e empenamento rápido (Ross x 3F8) no período de 1 a 21 dias de idade. Os autores recomendaram 0,89% e 0,94% de metionina + cistina digestível na ração para as aves de empenamento lento e empenamento rápido, respectivamente.

Em outro estudo KALINOWSKI et al. (2003b) avaliaram as mesmas linhagens em período diferente (21 a 42 dias) e recomendaram níveis de 0,83% e 0,88% de metionina + cistina digestível na ração para melhorar o desempenho das aves de empenamento lento e rápido, respectivamente.

Os estudos de KALINOWSKI et al. (2003a; 2003b) confirmaram que o empenamento das aves pode influenciar as exigências de metionina + cistina, demonstrando que aves de empenamento rápido exigem níveis de metionina + cistina superiores aos exigidos por aves de linhagem de empenamento lento.

Apesar das bases fisiológicas de utilização dos aminoácidos serem as mesmas, independente da linhagem considerada, as diferenças no empenamento existentes entre as linhagens, bem como possíveis diferenças nas taxas de deposição de gordura e proteína corporal, podem contribuir para que as respostas aos níveis de metionina + cistina da ração sejam diferenciadas, especialmente para aves de crescimento lento criadas em sistemas alternativos.

Efeito dos níveis de lisina e de metionina + cistina sobre as características de carcaça e composição corporal de frangos de corte.

Além do desempenho, as características de carcaça devem ser consideradas em estudos para avaliar as exigências de aminoácidos das aves. O rendimento de carcaça e de cortes são características que terão influência direta na rentabilidade da atividade, sendo aspectos relevantes tanto para produtores como para consumidores.

As linhagens comerciais de frango de corte existentes atualmente no mercado apresentam altos rendimentos de carcaça e cortes, impostos pelo intenso melhoramento genético realizado nessas linhagens ao longo do tempo. Contudo o melhoramento genético não é o único responsável pela expressão dessas características, sendo também influenciadas por outros fatores, destacando-se a nutrição.

De acordo com DONALDSON et al. (1965), a relação proteína: energia das dietas influencia o desenvolvimento das diferentes partes da carcaça. Além disso, os níveis nutricionais das dietas podem maximizar a produção de carne nas carcaças, especialmente em se tratando de aminoácidos essenciais como lisina e metionina (MENDES, 1990).

Em estudo para determinar as exigências de lisina para frangos de corte de 3 a 6 semanas de idade, HAN & BAKER (1994) observaram aumento linear no peso absoluto e no rendimento de peito das aves.

Da mesma forma, LECLERQ et al. (1998) observaram que a suplementação de lisina em concentrações acima das exigências para máximo ganho de peso resultou em efeitos específicos sobre as características de carcaça, principalmente sobre o rendimento de peito. Resultado semelhante foi observado por BILGILI et al. (1992), que além de demonstrarem o aumento do rendimento de peito em função do aumento da ingestão de lisina, observaram diminuição da gordura abdominal.

Em estudo para avaliar as exigências de lisina digestível, VALÉRIO et al. (2003) não observaram efeito dos níveis de lisina digestível da ração sobre o rendimento de

carcaça de frangos de corte 22 a 42 dias de idade, entretanto observaram aumento linear no peso absoluto e no rendimento de peito das aves.

Segundo TESSERAUD et al. (1992) deficiências de lisina proporcionam redução no peso dos músculos das aves, especialmente os do peito. LECLERQ (1998) relata que esse fato pode estar relacionado com o tipo de fibras que compõem os diferentes músculos da carcaça, sendo os músculos do peito compostos por fibras predominantemente do tipo glicolíticas.

Em relação aos efeitos dos níveis de metionina + cistina sobre as características de carcaça, RODRIGUEIRO et al. (2000) observaram aumento no rendimento de carcaça e de peito de frangos de corte dos 22 aos 42 dias de idade. Os autores recomendaram níveis de 0,814 e 0,930% de metionina + cistina digestível para maximizar o rendimento de carcaça, e 0,822 e 0,828% para maximizar o rendimento de peito de machos e fêmeas, respectivamente.

Trabalhando com frangos de corte machos de 24 a 38 dias de idade, ATENCIO et al. (2004) não verificaram efeitos dos níveis de metionina + cistina da ração sobre os rendimentos de carcaça e cortes nobres das aves. Entretanto, quando trabalharam com aves no período de 44 a 56 dias, observaram que os rendimentos de peito e carne de peito aumentaram até os níveis estimados de 0,709 e 0,706% de metionina + cistina digestível, respectivamente.

AMARANTE JÚNIOR et al. (2005b) observaram efeitos positivos do aumento dos níveis de metionina + cistina na ração sobre os rendimentos de carcaça e de peito de frangos de corte dos 22 aos 42 dias.

Nos estudos que visam determinar as exigências de aminoácidos para frangos de corte, a avaliação da composição corporal torna-se de grande importância, pois de acordo com HAN e BAKER (1993) as diferenças nas exigências de aminoácidos observadas entre diferentes linhagens, possivelmente ocorrem em função das diferenças na composição corporal dessas aves. Adicionalmente, esses autores relataram que as diferenças nas exigências de aminoácidos entre linhagens de crescimento lento e crescimento rápido, ocorrem somente quando modificações na

proporção proteína: gordura corporal são verificadas, caso contrário as exigências não se alteram.

Diversos estudos avaliaram os efeitos dos níveis de lisina e de metionina + cistina da ração sobre a composição corporal de frangos de corte.

CONHALATO et al. (1999a) verificaram que os níveis de lisina da ração influenciaram as deposições de proteína e gordura da carcaça quando trabalhou com frangos de 1 a 21 dias de idade. Os autores observaram que as deposições de proteína e gordura na carcaça aumentaram até os níveis estimados de 1,08 e 1,04% de lisina digestível na ração, respectivamente.

Contrariando esses resultados, BUTERI (2003) não encontrou efeitos dos níveis de lisina digestível da ração sobre as deposições de proteína e gordura corporal de frangos machos e fêmeas, no período de 1 a 21 dias de idade. No período de 22 a 42 dias, o mesmo autor verificou que os machos tiveram a deposição de proteína corporal modificada em função dos níveis de lisina das rações.

Considerando os efeitos dos níveis de metionina + cistina, RODRIGUEIRO et al. (2000) não observaram modificações no teor de proteína da carcaça de frangos de corte de ambos os sexos aos 42 dias de idade. Entretanto, os autores verificaram que à medida que os níveis de metionina + cistina da ração aumentaram, a deposição de gordura na carcaça reduziu.

Ao avaliarem os efeitos dos níveis de metionina + cistina da ração para frangos de corte, AMARANTE JÚNIOR et al. (2005b) verificaram redução linear na deposição de gordura abdominal em função dos níveis de metionina + cistina da ração para aves de 22 a 42 dias de idade. Para frangos de 43 a 49 dias os autores verificaram que a deposição de gordura abdominal reduziu até o nível estimado de 0,722% de metionina + cistina na ração. JENSEN et al. (1990), também observaram redução na deposição de gordura abdominal em aves de ambos os sexos aos 42 dias de idade, quando essas receberam níveis crescentes de metionina + cistina na ração.

Por outro lado, BARBOSA et al. (2002) e RODRIGUEIRO et al. (2000) não observaram efeito dos níveis de metionina + cistina da ração sobre a deposição de gordura abdominal de frangos de corte.

Aves criadas em sistemas semi-confinados têm a possibilidade de se movimentarem livremente, o que possivelmente contribui para que essas aves tenham um teor de gordura reduzido na carcaça. Considerando que aves da linhagem ISA Label possuem o pescoço pelado, e que as características de empenamento dessas aves são diferenciadas, é possível esperar para que suas exigências de aminoácidos sejam alteradas.

Portanto, para que as bases da avicultura alternativa possam ser consolidadas, é necessário que padrões nutricionais específicos para as linhagens de crescimento lento sejam estabelecidos, possibilitando que essa atividade se torne cada vez mais lucrativa, atraindo dessa forma novos investidores.

REFERÊNCIAS

AMARANTE JR., V.S.; COSTA, F.G.P.; BARROS, L.R.; NASCIMENTO, G.A.J.; BRANDÃO, P.A.; SILVA, J.S.C.V.; PEREIRA, W.E.; NUNES, R.V.; COSTA, J.S.; RIBEIRO, M.L.G. Níveis de lisina para frangos de corte nos períodos de 22 a 42 e de 43 a 49 dias de idade, mantendo a relação metionina + cistina. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.34, n.4, p.1188-1194, 2005a.

AMARANTE JR., V.S.; COSTA, F.G.P.; BARROS, L.R.; NASCIMENTO, G.A.J.; BRANDÃO, P.A.; SILVA, J.S.C.V.; PEREIRA, W.E.; NUNES, R.V.; COSTA, J.S. Níveis de metionina + cistina para frangos de corte nos períodos de 22 a 42 e de 43 a 49 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.34, n.4, p.1195-1205, 2005b.

ATENCIO, A.; ALBINO, L.F.T.; ROSTAGNO, H.S.; VIEITES, F.M. Exigências de Metionina + Cistina para Frangos de Corte Machos em Diferentes Fases de Criação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.33, n.5, p.1152-1166, 2004.

BAKER, D.H.; HAN, Y. Ideal amino acid profile for chickens during the first three weeks posthatching. **Poultry Science**, Savoy, v.73, p.1441-1447, 1994.

BARBOSA, M.J.B.; JUNQUEIRA, O.M.; ANDREOTTI, M.O.; CANCHERINI, L.C. Exigências de lisina e metionina + cistina digestíveis para frangos de corte na fase final. **Acta Scientiarum**, Maringá, v.24, n.4, p.1001-1006, 2002.

BERCOVICI, D. Nutrição protéica de frangos de corte. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO ANIMAL E TECNOLOGIA DA PRODUÇÃO DE RAÇÕES, 1998, Campinas, SP. **Anais...**, Campinas: Fundação Apinco de Ciência e Tecnologias Avícolas, 1998. p.39-49.

BILGILI, S.F.; MORAN JR, E.T.; ACAR, N. Strain cross response of heavy male broilers to dietary lysine in the finisher feed: live performance and further-processing yields. **Poultry Science**, Savoy, v.71, p.850-858, 1992.

BOOMGARDT, J.; BAKER, D. H. Effect of dietary energy concentration on sulfur amino acid requirement and body composition of young chicks. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.36, n.2, p.307-311, 1973.

BUTERI, B.C. **Efeitos de diferentes planos nutricionais sobre a composição e o desempenho produtivo e econômico de frangos de corte**. 2003. 153 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2003.

CONHALATO, G.S.; DONZELE, J.L.; ALBINO, L.F.T.; OLIVEIRA, R.F.M.; FONTES, D.O. Níveis de lisina digestível para frangos de corte machos na fase de 22 a 42 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.28, n.1, p.98-104, 1999b.

CONHALATO, G.S.; DONZELE, J.L.; ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; OLIVEIRA, R.F.M. Níveis de lisina digestível para pintos de corte machos na fase de 1 a 21 Dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.28, n.1, p. 91-97, 1999a.

COSTA, F.G.P.; ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; GOMES, P.C.; TOLEDO, R.S. Níveis dietéticos de lisina para frangos de corte de 1 a 21 e 22 a 40 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.20, n.5, p.1490-1497, 2001.

DONALDSON, W.E.; COMBS, G.F.; ROMOSER, G.L. Studies of energy levels in poultry rations: I. The effect of calorie-protein ratio of ration on growth nutrient utilization and body composition of chicks. **Poultry Science**, Savoy, v.35, p. 1739-1745, 1965.

HAN, Y.; BAKER, D.H. Digestible lysine requirement of male and female broiler chicks during the period three to six weeks post hatching. **Poultry Science**, Savoy, v. 73, p.1739 -1745, 1994.

HAN, Y.; BAKER, D.H. Effects of sex, heat stress, body weight, and genetic sprain on the dietary lysine requirement of broiler chicks. **Poultry Science**, Savoy, v.72, p.701-708, 1993.

HAN, Y.; BAKER, D.H. Lysine requirement of fast – slow – Growing broiler chicks. Savoy, **Poultry Science**, v.70, p.2108-2114, 1991.

HRUBY, M., **The amino acid maintenance and growth requirements of male broilers**. 1998. Thesis (Ph.D.) - University of Minnesota, Minnesota, US.

ISHIBASHI, T.; YONEMOCHI, C. Possibility of amino acid nutrition in broiler. **Journal Animal Science**, Champaing, v.73, p.155-165, 2002.

JENSEN, L. S. Concepts of amino acid and protein nutrition in poultry. In: COLÉGIO BRASILEIRO DE NUTRIÇÃO ANIMAL, 1990, Campinas. **Anais...** Campinas: CBNA, 1990. p. 99 - 108.

JENSEN, L.S.; WYATT, C.L.; FANCHER, B.I. Sulfur amino acid requirement of broiler chickens from 3 to 6 weeks of age. **Poultry Science**, Savoy, v.68, p.163-168, 1989.

KALINOWSKI, A.; MORAN JR, E. T.; WYATT. C. Methionine and cystine requirements of slow- and fast-feathering male broilers from zero to three weeks of age. **Poultry Science**, Savoy, v.82. p.1423–1427, 2003a.

KALINOWSKI, A.; MORAN JR, E. T.; WYATT. C. Methionine and cystine requirements of slow- and fast-feathering male broilers from three to six weeks of age. **Poultry Science**, Savoy, v.82, p. 1428–1437, 2003b.

LANA, S.R.V.; OLIVEIRA, R.F.M.; DONZELE, J.L.; ALBINO, L.F.T; VAZ, R.G.M.V.; RESENDE, W.O. Níveis de lisina digestível em rações para frangos de corte de 1 a 21 dias de idade mantidos em ambiente de termoneutralidade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.34, n.5, p.1614-1623, 2005a.

LANA, S.R.V.; OLIVEIRA, R.F.M.; DONZELE, J.L.; GOMES, P.C.; VAZ, R.G.M.V.; RESENDE, W.O. Níveis de lisina digestível em rações para frangos de corte de 22 a 42 dias de idade, mantidos em ambiente de termoneutralidade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.34, n.5, p.1624-1632, 2005b.

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

LEMME, A. Optimum dietary amino acid level for broiler chicken. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE AVES E SUÍNOS, 2005, Viçosa. **Anais...** Viçosa, UFV, 2005. p.117-144.

MENDES, A.A. **Efeito de fatores genéticos, nutricionais e de ambiente sobre o rendimento de carcaça de frangos de corte.** 1990. 103 f. Tese (Livre Docência) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias, Botucatu, 1990.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. Instrução normativa nº 007, de 17 maio de 1999. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 17 de maio de 1999.

MORAN, E.T. Response of broiler strains differing in body fat to inadequate methionine: Live performance and processing yields. **Poultry Science**, Savoy, v.73, p. 1116–1126, 1994.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of poultry.** 9th.ed. Washington, D.C.: National Academy of Science, 1994. 154 p.

OLIVEIRA NETO, A.R.; OLIVEIRA R.F.M.; DONZELE, J. L.; CECON, P.R.; VAZ, R.G.M.V.; GASPARINO, E. Níveis de metionina + cistina para pintos de corte mantidos em ambiente termoneutro. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.34, n.6, p. 1956–1962, 2005.

RADEMACHER, M. Por qué es importante considerar la proporción “minima” de metionina sobre metionina + cistina total en las dietas de cerdos? **Amino News**, Hanau-Wolfgang, v.1, n.1, p.7-10, 2001.

RODRIGUEIRO, R.J.B.; ALBINO, L.F.T.; ROSTAGNO, H.S.; GOMES P.C.; POZZA P.C.; NEME R. Exigência de metionina + cistina para frangos de corte na fase de crescimento e acabamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.29, n.2, p. 507–517, 2000.

ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L.; GOMES, P.C.; FERREIRA, A.S.; OLIVEIRA, R.F.M.; LOPES, D.C. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. Viçosa: UFV, 2000. 139p.

ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L.; GOMES, P.C.; OLIVEIRA, R.F.M.; 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.

SILVA JR., R.G.C.; LANA, G.R.Q.; RABELLO, C.B.V.; LANA, S.R.V., BARBOZA, W.A. Exigências de metionina + cistina para frangos de corte fêmeas de 1 a 21 e de 22 a 42 dias de idade criados em região de clima tropical. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.35, n.2, p.497-503, 2006.

SILVA, M. A.; ALBINO, L. F.T.; ROSTAGNO, H.S. Níveis de metionina + cistina e de proteína bruta para frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.26, n. 2, p. 350-356, 1997.

SILVA, M.J.; MENEZES, G.P.; OLIVEIRA, M.S.S.; PAULA, F.C.; SANTOS, E.M. Avicultura alternativa como fonte de renda e qualidade de vida nas propriedades de produção familiar. In: ENCONTRO INTERNACIONAL DE INTEGRAÇÃO TÉCNICO CIENTÍFICA PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DO CERRADO E PANTANAL, 2., Campo Grande, 2002. **Anais Eletrônicos...** Disponível em: < <http://www.pantanal2002.ucdb.br/eixos/eixos2> > . Acesso em: 18 dez. 2005.

SUMMERS, J.D.; SPRATT, D.; ATKINSON, J.L. Broiler weight gain and carcass composition fed diets varying in amino acid balance, dietary energy, and protein level. **Poultry Science**, Savoy, v.71, p.263-273, 1992.

TESSERAUD, S.; LARBIER, M.; CHAGNEAU, A.M. Effect of dietary lysine on muscle protein turnover in growing chickens. **Reproduction and Nutrition Development**, Les Ulis, v.32, n.2, p.163-171, 1992.

VALERIO, S.R.; OLIVEIRA, R.F.M.; DONZELE, J.L.; ALBINO, L.F.T.; ORLANDO, U.A.D.; VAZ, R.G.M.V. Níveis de lisina digestível em rações, mantendo-se ou não a relação aminoacídica, para frangos de corte de 1a a 21 dias de idade, sob condições de estresse por calor. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.32, n.2, p.361-371, 2003.

VAROLI JUNIOR, J.C.; MENDES, A.A.; GONZALES, T.S.; TAKITA, T.S. Composição da carne in natura de frangos com pescoço pelado. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, suplemento 2, p.61, 2000.

VIEIRA, S.L.; LEMME A.; GOLDENBERG D.B.; BRUGALLI I. Responses of Growing Broilers to Diets with Increased Sulfur Amino Acids to Lysine Ratios at Two Dietary Protein Levels. Savoy, **Poultry Science**, Savoy, v. 83, p.1307–1313, 2004.

CAPÍTULO 2 - EXIGÊNCIAS DE LISINA DIGESTÍVEL PARA AVES DE CORTE DA LINHAGEM ISA LABEL EM SISTEMA SEMI-CONFINADO

Exigências de Lisina Digestível para Aves de Corte da Linhagem ISA Label em Sistema Semi-Confinado

Resumo - Foram realizados três experimentos para determinar as exigências de lisina digestível para aves da linhagem ISA Label, de ambos os sexos, em sistema semi-confinado durante as fases: inicial (1 a 28 dias), crescimento (28 a 56 dias) e final (56 a 84 dias). Em cada experimento foi utilizado um total de 480 aves, que foram alojadas em 24 piquetes. Cada piquete dispunha de uma área coberta de 3,13 m² e uma área de pastejo de 72,87 m². O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC), em esquema fatorial 4x2 (níveis de lisina e sexo) com três repetições de 20 aves cada. Os níveis de lisina digestível avaliados foram: 0,850; 0,970; 1,090; 1,210% na fase inicial; 0,750; 0,870; 0,990; 1,110% na fase crescimento e 0,640; 0,760; 0,880; 1,000% na fase final. Foram mensuradas as variáveis de desempenho, característica de carcaça, deposição de proteína e gordura corporal, peso e teor de proteína das penas. Na fase inicial o nível de lisina digestível recomendado foi de 1,041%, correspondendo ao consumo estimado de lisina digestível de 11,17 g para aves de ambos os sexos. Para a fase de crescimento recomenda-se 1,006% de lisina digestível na ração, correspondendo a um consumo estimado de lisina digestível de 26,54 g para machos e 22,29 g para fêmeas. Para a fase final o nível recomendado foi de 0,760% de lisina digestível, correspondendo ao consumo de lisina digestível estimado em 33,22 g e 23,74 g para machos e fêmeas, respectivamente.

Palavras-chave: aminoácidos, criação alternativa, exigência nutricional, frango caipira, frango colonial

INTRODUÇÃO

A criação de frangos no sistema caipira enquadra-se entre os modelos de produção agropecuária que atendem a requisitos estabelecidos pelos ofícios e normativas do Ministério da Agricultura, diferenciando-se desta maneira, dos modelos convencionais. O sistema caipira de produção de aves de corte foi normatizado por meio do ofício circular DOI/DIPOA nº 007/99 de 19/05/1999 pelo Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento, em que as aves são denominadas frangos caipira, colonial, tipo caipira, estilo caipira, tipo colonial ou estilo colonial. Neste sistema apenas linhagens específicas de crescimento lento são permitidas, devendo as aves após 25 dias de idade ter acesso a uma área externa de no mínimo de 3m² de vegetação/ave. Além disso, a alimentação deve ser constituída por ingredientes exclusivamente de origem vegetal, sem o uso de promotores de crescimento.

Atualmente existem linhagens genéticas que reúnem características desejáveis para a criação em sistemas alternativos com acesso ao ar livre. As aves da linhagem ISA Label, caracterizadas pelo pescoço pelado e a coloração predominantemente avermelhada, se adaptam bem a esses tipos de sistemas, por apresentarem características como a rusticidade e o crescimento lento.

As informações disponíveis para produtores interessados na produção do frango tipo caipira são referentes principalmente ao manejo, sendo escassas informações detalhadas a respeito das suas necessidades nutricionais. Nesse contexto faz-se necessário a realização de estudos que busquem estabelecer as exigências de nutrientes para as aves que se enquadram nesse tipo de sistema.

Dentre os principais nutrientes diretamente envolvidos no desenvolvimento das aves encontra-se a lisina, que é um aminoácido essencial orientado principalmente para deposição de proteína corporal, participando em menores proporções em outros processos metabólicos (BAKER & HAN, 1994). Nesse contexto, dietas deficientes em lisina poderão ter efeitos diretos sobre desenvolvimento muscular, afetando o desempenho, características de carcaça, além da composição corporal das aves.

O presente estudo teve o objetivo de determinar as exigências de lisina digestível para aves da linhagem ISA Label de ambos os sexos, criadas em sistema semi-confinado nas fases inicial (1 a 28 dias), crescimento (28 a 56 dias) e final (56 a 84 dias).

MATERIAL E MÉTODOS

Foram realizados três experimentos no Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – FCAV / UNESP, Jaboticabal – SP, no período de 21 de março a 14 de junho de 2006, para determinar as exigências de lisina digestível para aves da linhagem ISA Label de ambos os sexos em sistema semi-confinado nas fases inicial (1 a 28 dias), crescimento (28 a 56 dias) e final (56 a 84 dias).

Em cada fase, foram utilizadas 480 aves (240 machos e 240 fêmeas), vacinadas no incubatório contra as doenças de Marek, Boubá e Gumboro. Adicionalmente as aves foram vacinadas no primeiro dia de vida contra coccidiose, no 13º dia receberam vacina contra Newcastle, no 18º dia contra Gumboro (cepa intermediária) e no 35º dia de idade receberam a segunda dose das vacinas contra Newcastle e Gumboro (cepa forte).

As instalações experimentais foram constituídas de 24 piquetes, cada um dispoñdo de um abrigo e uma área de pastejo. Cada abrigo possuía um pé-direito de 2,0 m coberto com telhas de cimento amianto, laterais de tela galvanizada providas de cortinas plásticas, piso cimentado com área útil de 3,13 m², forrado com cama de maravalha (5 cm de espessura), onde localizavam-se um comedouro tubular e um bebedouro do tipo pendular. A área de pastejo, cercada por tela galvanizada, possuía uma área total de 72,87 m², contendo predominantemente gramíneas do gênero *Paspalum*, caracterizando o sistema semi-confinado.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC), em esquema fatorial 4x2 (níveis de lisina digestível e sexo) totalizando oito tratamentos, com três repetições, sendo cada unidade experimental constituída de 20 aves.

Na fase inicial, as aves alojadas com um dia de idade, permaneceram limitadas ao abrigo até o 21º dia, tendo acesso, a partir de então, à área de pastejo, na qual elas eram diariamente soltas às 8h, e recolhidas para o abrigo às 18h. Paralelamente foram criados em galpão convencional dois lotes, machos e fêmeas, sendo destes utilizadas 480 aves (240 machos e 240 fêmeas) nas fases de crescimento e final. Desta maneira as aves permaneceram no galpão convencional até o 28º e 56º dia, respectivamente, e receberam rações formuladas para atender suas exigências em cada fase (NRC, 1994).

Para cada fase, foram formuladas rações basais, à base de milho e farelo de soja, para atender as exigências nutricionais das aves de acordo com as recomendações do NRC (1994), exceto em aminoácidos. Essas mesmas rações foram suplementadas com L-lisina HCl em substituição ao ácido L-glutâmico e amido, resultando em rações isoenergéticas e isonitrogênicas contendo 0,850; 0,970; 1,090 e 1,210% na fase inicial (Tabela 1); 0,750; 0,870; 0,990 e 1,110% na fase de crescimento (Tabela 2) e 0,640; 0,760; 0,880 e 1,000% de lisina digestível na fase final (Tabela 3). Os níveis de lisina digestível na ração foram estabelecidos com base nas exigências de lisina digestível para frangos de corte, uma vez que trabalhos que determinam as exigências de aminoácidos para aves de crescimento lento são escassos. Os demais aminoácidos foram suplementados, quando necessário, em quantidades adequadas para que as relações de aminoácidos digestíveis não ficassem abaixo daquelas preconizadas por ROSTAGNO et al. (2005) na proteína ideal. Durante todo o período experimental as aves receberam ração e água à vontade e diariamente foram registradas as temperaturas máximas e mínimas no interior das instalações, sendo esses dados utilizados para os cálculos das médias semanais (Tabela 4).

As variáveis de desempenho avaliadas no final de cada experimento foram o ganho de peso (g/ave), o consumo de ração (g/ave), o consumo de lisina (g/ave) e a conversão alimentar. No 84º dia, três aves de cada parcela (72 no total), com peso corporal próximo ao da média da parcela ($\pm 10\%$) foram submetidas a um jejum

alimentar de 12 h, sendo em seguida abatidas para avaliar as características de carcaça. Depois de escaldadas, depenadas e evisceradas, as aves foram pesadas, sendo os cortes (peito, filé de peito, coxa e sobrecoxa) realizados em seguida.

Tabela 1. Composição percentual das rações experimentais para a fase inicial (1 a 28 dias).

Ingredientes (%)	Nível de lisina digestível (%)			
	0,850	0,970	1,090	1,210
Milho	65,027	65,027	65,027	65,027
Farelo de soja	27,978	27,978	27,978	27,978
Óleo de soja	1,134	1,134	1,134	1,134
Calcário	1,129	1,129	1,129	1,129
Fosfato bicálcico	1,713	1,713	1,713	1,713
Sal comum	0,416	0,416	0,416	0,416
Suplemento. Mineral ¹	0,100	0,100	0,100	0,100
Suplemento. Vitamínico ²	0,100	0,100	0,100	0,100
DL-Metionina	0,080	0,166	0,251	0,337
L-Lisina HCl	0,000	0,153	0,306	0,459
L-Treonina	0,000	0,016	0,096	0,175
L-Arginina	0,000	0,000	0,016	0,143
L-isoleucina	0,000	0,000	0,003	0,082
L-valina	0,000	0,000	0,051	0,142
Ácido L-glutâmico	2,100	1,757	1,200	0,133
Amido	0,150	0,238	0,407	0,859
Cloreto de Colina 70%	0,070	0,070	0,070	0,070
Total	100,000	100,000	100,000	100,000
Composição calculada				
Proteína bruta (%)	19,291	19,291	19,291	19,291
EM (kcal/kg)	3000	3000	3000	3000
Cálcio (%)	0,940	0,940	0,940	0,940
Fósforo Disponível (%)	0,420	0,420	0,420	0,420
Sódio (%)	0,190	0,190	0,190	0,190
Metionina + Cistina digestível (%)	0,604	0,689	0,774	0,859
Lisina digestível (%)	0,850	0,970	1,090	1,210
Treonina digestível (%)	0,615	0,631	0,709	0,787
Arginina digestível (%)	1,129	1,129	1,145	1,271
Triptofano digestível (%)	0,196	0,196	0,196	0,196
Isoleucina digestível (%)	0,706	0,706	0,709	0,787
Valina digestível (%)	0,768	0,768	0,818	0,908

¹ Uniquímica - manganês, 75.000 mg; ferro, 50.000 mg; zinco, 70.000 mg; cobre, 8.500 mg; cobalto, 200 mg; iodo, 1.500 mg e veículo q.s.p. 1.000 g.

² Uniquímica - vit. A - 12.000.000 UI, vit. D₃ - 2.200.000 UI, vit. E - 30 g, vit. B₁ - 2,2 g, vit. B₂ - 6 g, vit. B₆ - 3,3 g, vit. B₁₂ - 0,016 mcg, ácido pantotênico - 13 g, vit.

K₃ – 2,5 g, ácido fólico – 1 g, selênio -250 mg, antioxidante – 100.000 mg e veículo q.s.p. - 1.000 g.

Tabela 2. Composição percentual das rações experimentais para a fase de crescimento (28 a 56 dias).

Ingredientes (%)	Nível de lisina digestível (%)			
	0,750	0,870	0,990	1,110
Milho	69,884	69,884	69,884	69,884
Farelo de soja	23,657	23,657	23,657	23,657
Óleo de soja	0,912	0,912	0,912	0,912
Calcário	1,230	1,230	1,230	1,230
Fosfato bicálcico	1,305	1,305	1,305	1,305
Sal comum	0,315	0,315	0,315	0,315
Suplemento. Mineral ¹	0,100	0,100	0,100	0,100
Suplemento. Vitamínico ²	0,100	0,100	0,100	0,100
DL-Metionina	0,047	0,134	0,222	0,309
L-Lisina HCl	0,000	0,153	0,306	0,459
L-Treonina	0,000	0,006	0,085	0,164
L-Arginina	0,000	0,000	0,032	0,159
L-isoleucina	0,000	0,000	0,027	0,109
L-valina	0,000	0,000	0,061	0,155
L-triptofano	0,000	0,000	0,000	0,013
Ácido L-glutâmico	2,250	1,920	1,267	0,170
Amido	0,150	0,234	0,447	0,904
Cloreto de Colina 70%	0,050	0,050	0,050	0,050
Total	100,000	100,000	100,000	100,000
Composição calculada				
Proteína bruta (%)	17,800	17,800	17,800	17,800
EM (kcal/kg)	3050	3050	3050	3050
Cálcio (%)	0,870	0,870	0,870	0,870
Fósforo Disponível (%)	0,340	0,340	0,340	0,340
Sódio (%)	0,150	0,150	0,150	0,150
Metionina + Cistina digestível (%)	0,540	0,626	0,713	0,799
Lisina digestível (%)	0,750	0,870	0,990	1,110
Treonina digestível (%)	0,560	0,566	0,644	0,722
Arginina digestível (%)	1,009	1,009	1,040	1,166
Triptofano digestível (%)	0,174	0,174	0,174	0,187
Isoleucina digestível (%)	0,636	0,636	0,663	0,744
Valina digestível (%)	0,701	0,701	0,762	0,855

¹ Uniquimica - manganês, 75.000 mg; ferro, 50.000 mg; zinco, 70.000 mg; cobre, 8.500 mg; cobalto, 200 mg; iodo, 1.500 mg e veículo q.s.p. 1.000 g.

² Uniquimica - vit. A - 12.000.000 UI, vit. D₃ - 2.200.000 UI, vit. E - 30 g, vit. B₁ – 2,2 g, vit. B₂ – 6 g, vit. B₆ – 3,3 g, vit. B₁₂ – 0,016 mcg, ácido pantotênico – 13 g, vit. K₃ – 2,5 g, ácido fólico – 1 g, selênio -250 mg, antioxidante – 100.000 mg e veículo q.s.p. - 1.000 g.

Tabela 3. Composição percentual das rações experimentais para a fase final (56 a 84 dias).

Ingredientes (%)	Nível de lisina digestível (%)			
	0,640	0,760	0,880	1,000
Milho	75,046	75,046	75,046	75,046
Farelo de soja	18,918	18,918	18,918	18,918
Óleo de soja	0,686	0,686	0,686	0,686
Calcário	1,196	1,196	1,196	1,196
Fosfato bicálcico	1,113	1,113	1,113	1,113
Sal comum	0,238	0,238	0,238	0,238
Suplemento. Mineral ¹	0,100	0,100	0,100	0,100
Suplemento. Vitamínico ²	0,100	0,100	0,100	0,100
DL-Metionina	0,003	0,090	0,178	0,265
L-Lisina HCl	0,000	0,153	0,306	0,459
L-Treonina	0,000	0,000	0,073	0,153
L-Arginina	0,000	0,000	0,049	0,176
L-isoleucina	0,000	0,000	0,032	0,114
L-valina	0,000	0,000	0,051	0,144
L-triptofano	0,000	0,000	0,000	0,020
Ácido L-glutâmico	2,400	2,077	1,384	0,280
Amido	0,150	0,233	0,480	0,942
Cloreto de Colina 70%	0,050	0,050	0,050	0,050
Total	100,000	100,000	100,000	100,000
Composição calculada				
Proteína bruta (%)	16,137	16,137	16,137	16,137
EM (kcal/kg)	3100	3100	3100	3100
Cálcio (%)	0,800	0,800	0,800	0,800
Fósforo Disponível (%)	0,300	0,300	0,300	0,300
Sódio (%)	0,120	0,120	0,120	0,120
Metionina + cistina digestível (%)	0,460	0,550	0,630	0,720
Lisina digestível (%)	0,640	0,760	0,880	1,000
Treonina digestível (%)	0,500	0,500	0,570	0,650
Arginina digestível (%)	0,880	0,880	0,920	1,050
Triptofano digestível (%)	0,150	0,150	0,150	0,170
Isoleucina digestível (%)	0,560	0,560	0,590	0,670
Valina digestível (%)	0,630	0,630	0,680	0,770

¹ Uniquímica - manganês, 75.000 mg; ferro, 50.000 mg; zinco, 70.000 mg; cobre, 8.500 mg; cobalto, 200 mg; iodo, 1.500 mg e veículo q.s.p. 1.000 g.

² Uniquímica - vit. A - 12.000.000 UI, vit. D₃ - 2.200.000 UI, vit. E - 30 g, vit. B₁ - 2,2 g, vit. B₂ - 6 g, vit. B₆ - 3,3 g, vit. B₁₂ - 0,016 mcg, ácido pantotênico - 13 g, vit.

K₃ – 2,5 g, ácido fólico – 1 g, selênio -250 mg, antioxidante – 100.000 mg e veículo q.s.p. - 1.000 g.

Tabela 4. Temperaturas máximas, mínimas e médias semanais durante o período experimental.

Semana	Temperatura (°C)		
	Máximas	Mínimas	Médias
1	35,0	21,5	28,2
2	34,0	20,5	27,2
3	33,8	18,6	26,2
4	35,0	14,5	24,7
5	35,5	13,3	24,4
6	34,4	13,8	24,1
7	32,2	14,8	23,5
8	31,5	12,9	22,2
9	30,2	13,8	22,0
10	29,5	12,9	21,2
11	30,2	13,5	21,8
12	32,2	12,6	22,4

O rendimento de carcaça foi calculado em relação ao peso vivo após jejum, sendo os rendimentos de cortes e gordura abdominal, calculados em relação ao peso da carcaça depenada e eviscerada. Foi considerada gordura abdominal todo o tecido adiposo aderido ao redor da cloaca, moela e dos músculos abdominais adjacentes. Além do desempenho e características de carcaça, foram determinadas as deposições de proteína e gordura corporal, por meio de abates comparativos no início (grupos referência) e final de cada experimento. Os grupos referência foram constituídos por aves de ambos os sexos, com peso próximo ($\pm 10\%$) ao peso médio inicial, totalizando nove aves (3 repetições de 3 aves) para cada sexo, em cada um dos experimentos. No término de cada experimento, três aves de cada parcela com peso próximo ($\pm 10\%$) ao peso médio da mesma foram selecionadas, totalizando 72 aves. As aves referentes aos abates comparativos (inicial e final) após um jejum alimentar de 24 horas, para o esvaziamento completo do trato digestivo, foram pesadas, abatidas por deslocamento cervical e, após a obtenção de uma amostra representativa das penas de cada ave,

essas foram completamente depenadas e pesadas novamente. Pela diferença entre o peso após o jejum e o peso das aves depenadas obteve-se o peso absoluto das penas.

O peso relativo das penas (%) foi obtido pela razão entre o peso absoluto das penas e o peso das aves em jejum multiplicado por 100.

As aves depenadas e as amostras das penas de cada ave foram devidamente identificadas e acondicionadas em freezer (-8°C), sendo posteriormente processadas para a realização das análises laboratoriais.

O processamento das aves consistiu em autoclavagem a 127°C e 1,5 atm, utilizando-se autoclave (AV – 225, PHOENIX, São Paulo) provida de recipientes de inox. As aves de 1 dia de idade foram autoclavadas durante três horas, enquanto as aves de idades superiores foram durante cinco horas. Após esses procedimentos, as amostras foram homogeneizadas em liquidificador industrial (8 L SKYNSEM, São Paulo), secas em estufa a 55°C por 72 horas e moídas em micro moinho (A11 BASIC – IKA, São Paulo), sendo analisados os teores de matéria seca, extrato etéreo e proteína bruta de acordo com as metodologias descritas por SILVA & QUEIROZ (2002).

As penas foram trituradas com o uso de tesoura e homogeneizadas manualmente, sendo as amostras submetidas às análises de matéria seca, extrato etéreo e proteína bruta, segundo os mesmos procedimentos utilizados para as amostras das aves.

Os teores de proteína e gordura das aves depenadas e das penas foram calculados separadamente, pelo produto dos teores desses componentes determinados nas amostras pelos pesos das aves depenadas e das penas, respectivamente. A composição corporal foi obtida pela soma das composições das aves depenadas e das penas. Pela diferença entre a composição corporal no início e final de cada fase, obteve-se as deposições de proteína e gordura para cada período de criação.

As variáveis de desempenho, características de carcaça e composição corporal foram submetidas a análises de variância, sendo posteriormente realizadas análises de regressão, considerando-se os níveis de lisina digestível da ração como variável independente. As estimativas dos níveis ótimos de lisina foram feitas por meio dos

modelos *Linear Response Plateau* (LRP) e/ou polinomial quadrático. Também foi utilizado o procedimento descrito por BAKER et al. (2002) no qual o nível ótimo de lisina foi estimado por meio do primeiro ponto de intersecção da curva quadrática com o platô do modelo LRP. As análises estatísticas foram realizadas com o uso do software SAEG 9.0 (Sistema para Análises Estatísticas e Genéticas), desenvolvido na Universidade Federal de Viçosa.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Exigência de lisina digestível para aves da linhagem ISA Label na fase inicial (1 aos 28 dias de idade)

As médias de desempenho e composição corporal de aves da linhagem ISA Label de ambos os sexos, no período de 1 aos 28 dias de idade e o resumo das análises estatísticas para as diferentes variáveis são apresentadas na Tabela 5.

Os níveis de lisina digestível da ração influenciaram todas as variáveis avaliadas, exceto a porcentagem de proteínas nas penas (PP) ($P > 0,05$). Da mesma forma, observou-se efeito de sexo para todas as variáveis, com exceção da deposição de gordura corporal (DG) ($P > 0,05$). Apesar da magnitude das respostas ter variado entre os sexos em todas as variáveis analisadas, a ausência da interação ($P > 0,05$) entre os níveis de lisina da ração e o sexo indicou que os comportamentos das respostas de machos e de fêmeas são semelhantes. As estimativas obtidas pelas equações de regressão ajustadas para as variáveis de cada sexo individualmente confirmaram essa hipótese, justificando o ajuste de apenas uma equação para ambos os sexos.

As equações de regressão obtidas para as diferentes variáveis, os coeficientes de determinação (R^2) e os níveis de lisina digestível estimados (NLE) são apresentados na Tabela 6.

Tabela 5. Médias de desempenho, deposições de proteína e gordura corporais, peso relativo e teor de proteína das penas, de aves ISA Label, recebendo níveis crescentes de lisina digestível na ração, no período de 1 aos 28 dias de idade.

Variável	Sexo	Nível de lisina digestível (%)				Geral	CV (%)	Probabilidade	
		0,850	0,970	1,090	1,210			Lis	Sexo
CR (g)	M	1078,00	1120,67	1076,67	1142,33	1104,42 ^a	3,40	<0,01	NS
	F	1036,33	1076,00	963,33	1075,33	1037,75 ^b			
	Geral	1057,17 ^{BC}	1098,34 ^{AB}	1020,00 ^C	1108,83 ^A				
CL (g)	M	9,16	10,87	11,74	13,82	11,40 ^a	3,71	<0,01	NS
	F	8,81	10,44	10,50	13,01	10,69 ^b			
	Geral	8,99 ^C	10,66 ^B	11,12 ^B	13,42 ^A				
GP (g)	M	587,97	621,85	648,09	633,73	622,91 ^a	3,25	<0,01	NS
	F	529,17	571,67	566,88	575,15	560,72 ^b			
	Geral	558,57 ^B	596,76 ^A	607,49 ^A	604,44 ^A				
CA (g/g)	M	1,835	1,804	1,661	1,803	1,776 ^b	3,76	<0,01	NS
	F	1,960	1,884	1,699	1,869	1,853 ^a			
	Geral	1,898 ^A	1,844 ^A	1,680 ^B	1,836 ^A				
DP (g)	M	116,75	130,09	142,50	132,58	130,48 ^a	5,14	<0,01	NS
	F	105,96	117,08	122,23	117,81	115,77 ^b			
	Geral	111,35 ^C	123,58 ^B	132,36 ^A	125,19 ^{AB}				
DG (g)	M	49,22	48,89	48,54	45,07	47,90	7,94	<0,01	NS
	F	53,41	53,17	48,22	41,03	48,96			
	Geral	51,31 ^A	51,03 ^A	48,38 ^A	43,05 ^B				
PR (%)	M	5,99	6,34	6,64	6,23	6,30 ^b	4,71	<0,05	NS
	F	6,42	6,65	6,94	6,78	6,70 ^a			
	Geral	6,21 ^B	6,49 ^{AB}	6,79 ^A	6,51 ^{AB}				
PP (%)	M	86,92	88,66	88,11	89,06	88,19 ^b	1,71	NS	<0,01
	F	90,56	89,53	90,69	89,81	90,15 ^a			
	Geral	88,74	89,10	89,40	89,44				

Para cada variável, médias seguidas de letras iguais nas linhas (maiúscula) ou colunas (minúscula) não diferem entre si (P>0,05) pelo teste de Duncan; CR = Consumo de ração; CL = Consumo de lisina digestível; GP = Ganho

de peso; CA = Conversão alimentar; DP = Deposição de proteína corporal; DG = Deposição de gordura corporal;
PR = Peso relativo das penas; PP = Teor de proteína das penas; CV = Coeficiente de Variação; NS = Não
significativo (P>0,05); M = Machos; F = Fêmeas.

Tabela 6. Equações ajustadas para o consumo de lisina digestível (CL), ganho de peso (GP), conversão alimentar (CA), deposição de proteína (DP) e gordura (DG) corporal e peso relativo das penas (PR) em função dos níveis de lisina digestível (Lis), coeficientes de determinação (R^2), e níveis de lisina estimados (NLE) com o uso dos diferentes modelos.

Modelo	Variável / equação	NLE (%)	R²
Consumo de lisina digestível (g) - Machos e Fêmeas			
Linear	CL = - 0,764491 + 11,4642 Lis	---	0,94
Ganho de peso (g) - Machos e Fêmeas			
LRP	GP = 288,0728 + 318,232 Lis (p/ Lis<0,999%)	0,999	1,00
Quadrático	GP = - 281,998 + 1598,12 Lis - 715,774 Lis ²	1,116	0,99
Baker et al. (2002)	-281,998 + 1598,12 Lis - 715,774 Lis ² = 605,96	1,041	---
Conversão alimentar (g/g) - Machos e Fêmeas			
Quadrático	CA = 5,90205 - 7,77436 Lis + 3,63325 Lis ²	1,070	0,65
Deposição de proteína corporal (g) - Machos e Fêmeas			
Quadrático	DP = - 271,185 + 735,498 Lis - 336,689 Lis ²	1,092	0,97
Deposição de gordura corporal (g) - Machos e Fêmeas			
Quadrático	DG = -18,1415 + 155,257 Lis - 86,520 Lis ²	0,897	1,00
Peso relativo de penas (%) - Machos e Fêmeas			
Quadrático	PR = - 4,86127 + 21,4092 Lis - 9,90931 Lis ²	1,080	0,89

Não foi realizado um ajuste adequado pelos modelos linear, quadrático ou LRP aos dados de consumo de ração (CR) das aves uma vez que estes modelos não foram significativos ($P>0,05$) pela análise de variância da regressão. Já o consumo de lisina digestível (CL) aumentou de forma linear com os níveis de lisina da ração.

As respostas de ganho de peso (GP) foram ajustadas adequadamente pelos modelos LRP e quadrático. Pelo modelo LRP o nível ótimo de lisina na ração, estimado pelo intercepto da reta ascendente com o platô, foi de 0,999%.

Por meio da primeira derivada da equação quadrática foi estimado o nível de lisina digestível de 1,116%, como sendo o adequado para maximizar o GP das aves de ambos os sexos. De acordo com LAMBERSON & FIRMAM (2002) o modelo quadrático pode proporcionar super-estimativas das exigências, especialmente quando os tratamentos não estão uniformemente distribuídos acima e abaixo das exigências esperadas. Outra crítica a esse modelo é que a equação quadrática descreve a redução na resposta da variável em questão imediatamente após o ponto de máxima, o que na prática ocorre somente com concentrações elevadas capazes de produzir toxicidade, supostamente bem acima do nível adequado para maximizar o desempenho.

Com base no modelo LRP, o nível estimado de 0,999 % de lisina digestível na dieta pode ser interpretado como sendo o nível de lisina a partir do qual não ocorrerá incremento sobre o GP das aves. Essa abordagem estática dos fenômenos biológicos pode conduzir à sub-estimativas dos níveis ótimos, uma vez que as respostas das aves às variações nos níveis nutricionais da dieta obedecem a “lei dos mínimos retornos”, fato esse que não é considerado no ajuste do modelo LRP.

Considerando as críticas realizadas ao modelo quadrático e ao LRP, BAKER et al. (2002) propuseram um método de determinação das exigências por meio do primeiro ponto de intersecção da curva quadrática com o platô do LRP. Com o uso desse método, o nível de lisina digestível na ração adequado para maximizar o GP das aves foi estimado em 1,041% (Figura 1), correspondendo ao consumo estimado de 11,17 g de lisina digestível por ave, durante o período experimental. Considerando a possibilidade de super-estimativas com o uso do modelo quadrático e sub-estimativas com o uso do LRP, esse método parece ser coerente uma vez que gerou uma estimativa intermediária.

Ao avaliarem os efeitos dos níveis de lisina da ração sobre o GP de frangos de corte no período de 1 a 21 dias, CONHALATO et al. (1999a) estimaram o nível de 1,05 % de lisina digestível como sendo adequado para maximizar o GP das aves, correspondendo a um consumo de lisina digestível de 16,65 g para cada kg de GP. Em outro estudo com frangos na fase inicial, LANA et al. (2005a) recomendaram níveis de

1,17% de lisina digestível para otimizar o GP das aves, correspondendo ao consumo de 16,51 g de lisina digestível por kg de GP. No presente estudo, o consumo médio de lisina digestível para cada kg de GP foi estimado em 17,93 g para machos e 19,92 g para as fêmeas, sugerindo que as aves de crescimento lento apresentam menor eficiência de utilização da lisina para GP quando comparadas às aves de corte de crescimento acelerado.

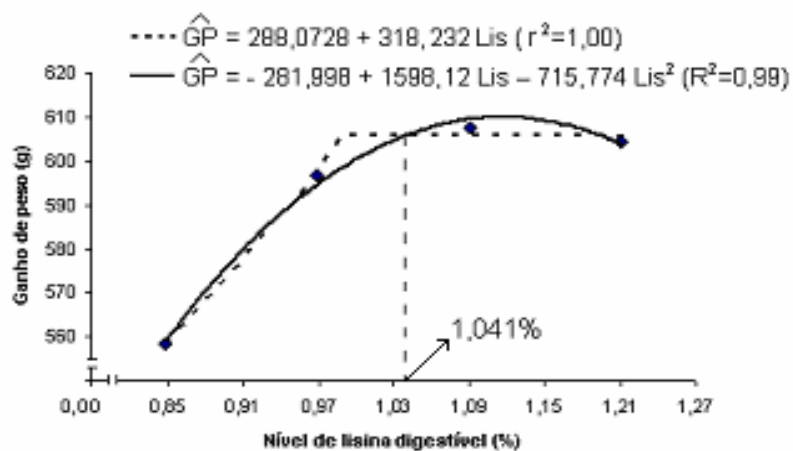


Figura 1. Representação gráfica do nível de lisina digestível na ração adequado para maximizar o GP, estimado por meio do primeiro intercepto da equação quadrática com o platô do LRP, para aves ISA Label no período de 1 a 28 dias de idade.

Para a conversão alimentar (CA), foi possível o ajuste dos dados apenas pelo modelo quadrático, sendo estimado o nível de 1,070% de lisina digestível (Figura 2), como sendo adequado para minimizar essa variável, correspondendo ao consumo estimado de 11,50 g de lisina digestível por ave durante o período de 1 a 28 dias de idade. Em estudo com frangos de corte no período de 1 a 21 dias de idade, COSTA et al. (2001) recomendaram 1,183 e 1,129% de lisina digestível na ração para minimizar a CA de machos e fêmeas, equivalendo a um consumo estimado de 11,45 e 10,16 g de lisina digestível, respectivamente. Em outro estudo, CONHALATO et al. (1999a)

recomendaram 1,030% de lisina na ração, correspondendo ao consumo estimado de 12,17 g de lisina digestível para minimizar a CA de frangos de corte machos. Apesar dos resultados terem sido diferenciados com base nas recomendações em porcentagem da ração, observou-se que o consumo de lisina digestível necessário para minimizar a CA das aves de linhagens de crescimento rápido e de crescimento lento é semelhante.

Os resultados de desempenho do presente estudo demonstram que, na fase inicial, a quantidade de lisina consumida pelas aves da linhagem ISA Label para otimizar as variáveis de desempenho é próxima às quantidades consumidas pelas aves de linhagens de crescimento acelerado. Entretanto, as aves ISA Label são menos eficientes em utilizar a lisina da dieta para ganhar peso, uma vez que necessitam consumir uma quantidade maior de lisina para cada Kg de peso ganho.

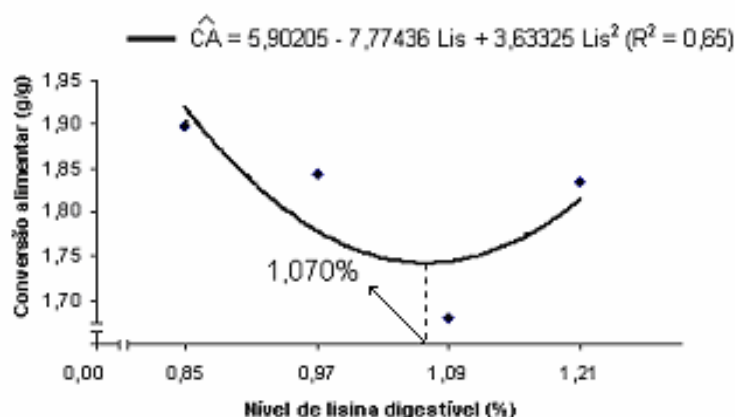


Figura 2. Representação gráfica do nível de lisina digestível na ração adequado para melhorar a CA, estimado por meio da equação quadrática, para aves ISA Label no período de 1 a 28 dias de idade.

O nível estimado de lisina digestível para maximizar a deposição de proteína corporal das aves na fase inicial foi de 1,092%, obtido com o uso do modelo quadrático. CONHALATO et al. (1999a), trabalhando com frangos de corte Hubbard no período de

1 a 21 dias, relataram que a taxa de deposição protéica elevou-se até o nível de 1,080% de lisina digestível.

HAN & BAKER et al. (1991; 1993), trabalharam com linhagens de crescimento lento e crescimento acelerado no período de 8 a 22 dias de idade. Os resultados demonstraram que as linhagens apresentaram composição protéica corporal semelhante, sendo a exigência de lisina, expressa em porcentagem da dieta, a mesma para as duas linhagens.

Apesar de o presente estudo ter sido realizado com aves de crescimento lento, o nível de lisina recomendado para maximizar a deposição de proteína (1,092%) foi próximo ao recomendado por CONHALATO et al. (1999a) (1,080%), que trabalharam com linhagem de crescimento acelerado. Essa semelhança sugere que as aves de crescimento lento, nesse caso ISA Label, têm sua composição protéica influenciada pelos níveis de lisina de forma semelhante às aves de corte convencionais no período inicial de vida, conforme observado nos estudos de HAN & BAKER (1991; 1993).

A deposição de gordura corporal reduziu de forma quadrática a partir do nível estimado de 0,897% de lisina digestível na ração. Resultados semelhantes foram encontrados por SCHEUERMANN et al. (1995) e HURWITZ et al. (1998), que afirmaram que o aumento dos níveis de lisina no período de 1 a 21 dias, reduz a deposição de gordura corporal das aves.

Os níveis de lisina influenciaram o peso relativo das penas (PR) de forma quadrática, tendo aumentado até o nível estimado de 1,080% de lisina digestível na ração.

Exigência de lisina digestível para aves da linhagem ISA Label na fase de crescimento (28 aos 56 dias de idade)

As médias de desempenho e composição corporal de aves da linhagem ISA Label de ambos os sexos, no período de 28 aos 56 dias de idade e o resumo das análises estatísticas para as diferentes variáveis são apresentadas na Tabela 7.

Observou-se efeito de sexo ($P < 0,01$) em todas as variáveis avaliadas, com exceção do peso relativo das penas (PR) ($P > 0,05$). Os níveis de lisina digestível da ração influenciaram o ganho de peso (GP) ($P < 0,05$), o consumo de ração (CR) ($P < 0,01$), o consumo de lisina (CL) ($P < 0,01$) e o teor de proteína das penas (PP) ($P < 0,01$).

Tabela 7. Médias de desempenho, deposições de proteína e gordura corporais, peso relativo e teor de proteína das penas, de aves ISA Label, recebendo níveis crescentes de lisina digestível na ração, no período de 28 aos 56 dias de idade.

Variável	Sexo	Nível de lisina digestível (%)				Geral	CV (%)	Probabilidade	
		0,750	0,870	0,990	1,110			Lis	Sexo
CR (g)	M	2648,67 ^{Aa}	2644,33 ^{Ba}	2639,67 ^{Ca}	2635,00 ^{Da}	2641,92	1,01	<0,01	<0,01
	F	2279,67 ^{Ab}	2273,67 ^{Bb}	2172,33 ^{Db}	2218,00 ^{Cb}	2235,92			
	Geral	2464,17	2459,00	2406,00	2426,50				
CL (g)	M	19,87 ^{Da}	23,01 ^{Ca}	26,13 ^{Ba}	28,99 ^{Aa}	24,50	1,01	<0,01	<0,01
	F	17,10 ^{Db}	19,78 ^{Cb}	21,51 ^{Bb}	24,40 ^{Ab}	20,70			
	Geral	18,49	21,40	23,82	26,70				
GP (g)	M	1209,83	1233,83	1266,17	1258,17	1242,00 ^a	3,52	<0,05	<0,01
	F	953,67	966,50	959,17	965,17	961,12 ^b			
	Geral	1081,75 ^B	1100,16 ^{AB}	1112,67 ^A	1111,67 ^A				
CA (g/g)	M	2,189	2,143	2,086	2,095	2,128 ^p	4,15	NS	<0,01
	F	2,398	2,357	2,267	2,300	2,331 ^a			
	Geral	2,293	2,250	2,176	2,197				
DP (g)	M	219,05	244,21	244,51	260,89	242,16 ^a	7,66	NS	<0,01
	F	187,52	208,06	201,07	195,43	198,16 ^b			
	Geral	203,28	226,13	222,80	228,16				
DG (g)	M	147,54	128,71	128,99	131,41	134,16 ^a	9,44	NS	<0,01
	F	134,24	122,57	117,55	113,15	119,38 ^b			
	Geral	140,89	125,64	123,27	122,28				
PR (%)	M	5,07	5,60	5,06	6,04	5,44	10,99	NS	NS
	F	5,69	5,65	6,07	6,18	5,90			
	Geral	5,38	5,63	5,57	6,11				
PP (%)	M	83,18 ^{Db}	89,24 ^{Aa}	88,57 ^{Ba}	88,00 ^{Ca}	87,25	1,60	<0,01	<0,01
	F	89,21 ^{Ca}	89,64 ^{Aa}	89,45 ^{Ba}	88,47 ^{Da}	89,19			
	Geral	86,23	89,44	89,01	88,24				

Para cada variável, médias seguidas de letras iguais nas linhas (maiúscula) ou colunas (minúscula) não diferem entre si (P>0,05) pelo teste de Duncan; CR = Consumo de ração; CL = consumo de lisina digestível; GP = Ganho

de peso; CA = Conversão alimentar; DP = Deposição de proteína corporal; DG = Deposição de gordura corporal;
PR = Peso relativo das penas; PP = Teor de proteína das penas; CV = Coeficiente de Variação; NS = Não
significativo ($P > 0,05$); M = Machos; F = Fêmeas.

Observou-se efeito da interação entre os níveis de lisina e o sexo para o CR, CL e o PP ($P < 0,01$). Esses resultados demonstraram que o comportamento das respostas de machos e fêmeas foram diferenciadas para essas variáveis.

As equações obtidas para as diferentes variáveis, os coeficientes de determinação (R^2) e os níveis de lisina estimados (NLE) são apresentados na Tabela 8.

Tabela 8. Equações ajustadas para o consumo de ração (CR), consumo de lisina digestível (CL), ganho de peso (GP) e teor de proteína das penas (PP) em função dos níveis de lisina digestível (Lis), coeficientes de determinação (R^2), e níveis de lisina estimados (NLE) com o uso dos diferentes modelos.

Modelo	Variável / equação	NLE (%)	R^2
	Consumo de ração (g) - Machos		
Linear	CR = 2677,31 – 38,0556 Lis	---	1,00
	Consumo de ração (g) - Fêmeas		
Quadrático	CR = 3217,49 – 1907,01 Lis – 896,991 Lis ²	1,063	0,67
	Consumo de lisina digestível (g) - Machos		
Linear	CL = 0,322913 + 26,0646 Lis	---	0,99
	Consumo de lisina digestível (g) - Fêmeas		
Linear	CL = 1,92470 + 20,2434 Lis	---	0,99
	Ganho de peso (g) – Machos e Fêmeas		
LRP	GP = 966,6284 + 153,494 Lis (p/ Lis < 0,948)	0,948	1,00
Quadrático	GP = 736,833 + 712,205 Lis – 337,095 Lis ²	1,056	0,99
Baker et al. (2002)	736,833 + 712,205 Lis - 337,095 Lis ² = 1112,14	1,006	---
	Teor de proteína das penas (%) - Machos		
LRP	PP = 45,2778 + 50,533 Lis (p/ Lis < 0,851)	0,851	1,00
Quadrático	PP = -20,9032 + 225,530 Lis – 115,067 Lis ²	0,980	0,99
Baker et al. (2002)	-20,9032 + 225,530 Lis – 115,067 Lis ² = 88,28	0,874	---
	Teor de proteína das penas (%) - Fêmeas		
Quadrático	PP = 70,3073 + 43,5551 Lis – 24,4914 Lis ²	0,889	0,99

Com base no desdobramento da interação, observou-se que os níveis de lisina da ração influenciaram o CR dos machos de forma linear decrescente, enquanto que nas fêmeas o CR foi influenciado de forma quadrática, reduzindo até o nível estimado de 1,063% de lisina digestível na ração. De acordo com BOORMAN (1979), a composição da proteína da dieta tem efeito direto sobre o consumo voluntário de ração, sendo que um desbalanceamento grave em aminoácidos produz decréscimo no CR, enquanto um desbalanceamento não muito severo produz um aumento do CR. No presente estudo, a redução no CR observada em função do aumento dos níveis de lisina, possivelmente foi devido à melhoria do perfil geral de aminoácidos da dieta, à medida que a lisina e os outros aminoácidos limitantes foram suplementados nas rações.

O consumo de lisina digestível (CL) das aves de ambos os sexos aumentou linearmente com os níveis de lisina da ração.

As respostas de ganho de peso (GP) possibilitaram um ajuste adequado pelos modelos LRP e quadrático. Pelo modelo LRP o nível ótimo de lisina na ração foi estimado em 0,948%. Por meio da primeira derivada da equação quadrática foi estimado o nível de lisina digestível de 1,056%, como sendo o adequado para maximizar o GP das aves de ambos os sexos no período de 28 a 56 dias. O ponto estimado pela primeira intersecção da curva quadrática com o platô do LRP foi de 1,006%, sendo este o nível de lisina digestível considerado mais adequado para melhorar o GP das aves (Figura 3). Esse nível correspondeu a um CL estimado de 26,54 g para machos e de 22,29 g para fêmeas, durante o período de 28 a 56 dias de idade.

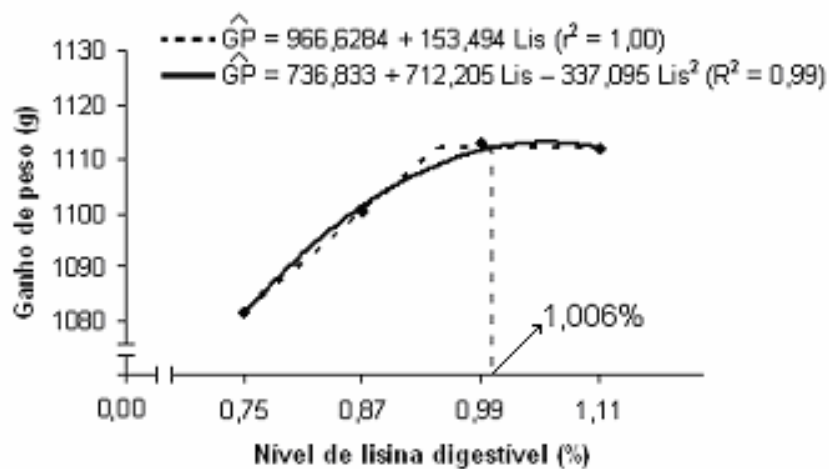


Figura 3. Representação gráfica do nível de lisina digestível na ração adequado para maximizar o GP, estimado por meio do primeiro intercepto da equação quadrática com o platô do LRP, para aves ISA Label no período de 28 a 56 dias de idade.

Considerando-se o teor de proteína nas penas (PP), observou-se que as respostas de machos e de fêmeas foram diferenciadas. Para os machos os modelos quadrático e LRP proporcionaram ótimos ajustes, sendo o primeiro ponto de intersecção da curva quadrática com o platô do LRP estimado em 0,874% de lisina digestível na ração. Para as fêmeas foi possível ajustar apenas o modelo quadrático sendo o nível ótimo estimado em 0,889% de lisina digestível na ração.

Com base nos resultados de GP e CL dos machos e fêmeas, foi possível calcular a eficiência de utilização da lisina da dieta para ganho de peso, sendo estimado um consumo de lisina digestível de 21,37 g por kg de GP nos machos, e 23,19 g por kg de GP nas fêmeas, indicando que os machos foram mais eficientes que as fêmeas.

Exigência de lisina digestível para aves da linhagem ISA Label na fase de terminação (56 aos 84 dias de idade)

As médias de desempenho e composição corporal de aves da linhagem ISA Label de ambos os sexos, no período de 56 aos 84 dias de idade e o resumo das análises estatísticas para as diferentes variáveis são apresentadas na Tabela 9.

Observou-se efeito de sexo ($P < 0,01$) em todas as variáveis avaliadas, com exceção de deposição de gordura corporal (DG) ($P > 0,05$).

Os níveis de lisina digestível da ração influenciaram a conversão alimentar (CA) ($P < 0,05$), o consumo de lisina digestível (CL) ($P < 0,01$) e o peso relativo das penas (PR) ($P < 0,01$), não tendo nenhum efeito ($P > 0,05$) sobre as demais variáveis.

Observou-se efeito ($P < 0,01$) da interação entre os níveis de lisina e o sexo para o CL e o PR, evidenciando que as respostas de machos e fêmeas foram diferenciadas para essas variáveis.

As equações obtidas para as diferentes variáveis, os coeficientes de determinação (R^2) e os níveis de lisina digestível estimados (NLE) são apresentados na Tabela 10.

Com base no desdobramento da interação, observou-se que os níveis de lisina da ração influenciaram o CL dos machos e das fêmeas de forma linear crescente, sendo que, para cada unidade acrescida na porcentagem de lisina da ração o CL dos machos aumentou aproximadamente 45 g, enquanto nas fêmeas esse aumento foi de aproximadamente 30 g, durante o período de 56 aos 84 dias de idade.

Considerando-se a CA, não foi possível descrever o comportamento dos dados por meio dos modelos propostos, sendo utilizado apenas teste de médias para comparar os resultados. Pelo teste de Duncan observou-se ($P < 0,05$) que o pior resultado de CA foi obtido com a dieta mais deficiente em lisina (0,640%) (Tabela 9). Uma vez que as médias de CA obtidas com os demais tratamentos (0,760; 0,88 e 1,00%) foram iguais ($P > 0,05$) entre si, recomendou-se o nível de 0,760% de lisina digestível como sendo o mais adequado para melhorar a CA das aves, correspondendo a um consumo de lisina digestível de 33,22 g e 23,74 g para machos e fêmeas, respectivamente, durante o período de 56 a 84 dias de idade.

Tabela 9. Médias de desempenho, deposições de proteína e gordura corporais, peso relativo e teor de proteína das penas, de aves ISA Label, recebendo níveis crescentes de lisina digestível na ração, no período de 56 aos 84 dias de idade.

Variável	Sexo	Nível de lisina digestível (%)			Geral	CV (%)	Probabilidade			
		0,640	0,760	0,880			1,000	Lis	Sexo Lis x sexo	
CR (g)	M	4463,67	4201,55	4405,67	4455,00	4381,47 ^a	3,17	NS	<0,01	NS
	F	3175,33	3136,33	3007,33	3167,67	3121,67 ^b				
	Geral	3819,50	3668,94	3706,50	3811,33					
CL (g)	M	28,57 ^{Da}	31,93 ^{Ca}	38,77 ^{Ba}	44,55 ^{Aa}	35,95	3,35	<0,01	<0,01	<0,01
	F	20,32 ^{Db}	23,84 ^{Cb}	26,46 ^{Bb}	31,68 ^{Ab}	25,57				
	Geral	24,45	27,89	32,62	38,12					
GP (g)	M	1273,33	1271,27	1269,00	1315,00	1282,15 ^a	3,55	NS	<0,01	NS
	F	822,33	856,33	824,50	853,67	839,21 ^b				
	Geral	1047,8	1063,80	1046,75	1084,33					
CA (g/g)	M	3,507	3,305	3,474	3,388	3,418 ^b	2,61	<0,05	<0,01	NS
	F	3,865	3,663	3,643	3,712	3,712 ^a				
	Geral	3,686 ^A	3,484 ^B	3,558 ^B	3,550 ^B					
DP (g)	M	273,11	278,82	307,94	260,10	280,00 ^a	8,71	NS	<0,01	NS
	F	182,96	184,59	202,22	204,21	193,49 ^b				
	Geral	228,03	231,70	255,08	232,15					
DG (g)	M	190,49	169,65	217,40	201,17	194,68	13,80	NS	NS	NS
	F	198,00	174,31	180,28	199,31	187,87				
	Geral	194,24	171,98	198,84	200,24					
PR (%)	M	5,14 ^{Ba}	4,69 ^{Ca}	4,63 ^{Da}	5,18 ^{Aa}	4,91	6,86	<0,05	<0,01	<0,01
	F	6,15 ^{Bb}	5,54 ^{Cb}	6,20 ^{Ab}	4,74 ^{Da}	5,66				
	Geral	5,65	5,12	5,42	4,96					
PP (%)	M	86,93	87,34	87,88	86,30	87,11 ^a	0,94	NS	<0,01	NS
	F	85,49	86,23	86,27	86,18	86,04 ^b				
	Geral	86,21	86,79	87,08	86,24					

Para cada variável, médias seguidas de letras iguais nas linhas (maiúscula) ou colunas (minúscula) não diferem entre si (P>0,05) pelo teste de Duncan; CR = Consumo de ração; CL = Consumo de lisina digestível; GP = Ganho

de peso; CA = Conversão alimentar; DP = Deposição de proteína corporal; DG = Deposição de gordura corporal;
PR = Peso relativo das penas; PP = Teor de proteína das penas; CV = Coeficiente de Variação; NS = Não
significativo ($P > 0,05$); M = Machos; F = Fêmeas.

Tabela 10. Equações ajustadas para o consumo de lisina digestível (CL) e o peso relativo das penas (PR) em função dos níveis de lisina digestível (Lis), coeficientes de determinação (R^2) e níveis de lisina estimados (NLE) com o uso dos diferentes modelos.

Modelo	Variável / equação	NLE (%)	R²
Linear	Consumo de lisina digestível (g) - Machos CL = -1,48208 + 45,6547 Lis	---	0,98
	Consumo de lisina digestível (g) - Fêmeas CL = 0,50200 + 30,5767 Lis	---	0,98
Quadrático	Peso relativo de penas (%) - Machos PR = 16,2390 - 28,4365 Lis + 17,3636 Lis ²	0,819	0,99

Para o peso relativo das penas (PR), observou-se que as respostas de machos e de fêmeas foram diferenciadas. Os níveis de lisina influenciaram o PR dos machos de forma quadrática, tendo reduzido até o nível estimado de 0,819% de lisina digestível na ração. Para o PR das fêmeas não foi possível o ajuste de nenhum dos modelos propostos, sendo utilizado apenas o teste de comparação de médias conforme apresentado na Tabela 9.

As médias de rendimento de carcaça (RC), peito desossado (PD), peito com osso (PO), coxa (CX), sobrecoxa (SC) e porcentagem de gordura abdominal (GA) de aves da linhagem ISA Label de ambos os sexos aos 84 dias de idade e o resumo das análises estatísticas para as diferentes características são apresentadas na Tabela 11.

Não observou-se efeito ($P > 0,05$) da interação entre os níveis de lisina da ração e o sexo para nenhuma das características de rendimento avaliadas, indicando que machos e fêmeas respondem aos níveis de lisina da ração de forma semelhante para essas variáveis.

Verificou-se efeitos de sexo ($P < 0,01$) em todas as características de rendimento, com exceção do RC e SC, que não diferiram ($P > 0,05$) entre os machos e fêmeas.

Os níveis de lisina digestível da ração influenciaram ($P < 0,01$) apenas o RC das aves, que melhorou de forma quadrática até o nível estimado de 0,835% de lisina digestível na ração (Tabela 12). Esses resultados estão de acordo com os encontrados por COSTA et al. (2001) e BORGES et al. (2002), que verificaram melhoria no

rendimento de carcaça com o aumento dos níveis de lisina da ração, quando trabalharam com frangos de corte de 22 aos 40 e 22 aos 42 dias de idade, respectivamente. No entanto, outros estudos (CONHALATO et al.,1999b; VALERIO et al., 2003 e AMARANTE JUNIOR et al., 2005a) não observaram efeito dos níveis de lisina sobre o rendimento de carcaça de frangos de corte.

Tabela 11. Médias de rendimento de carcaça, peito desossado e com osso, coxa, sobrecoxa e porcentagem de gordura abdominal de aves ISA Label, recebendo níveis crescentes de lisina digestível na ração, aos 84 dias de idade.

Variável	Sexo	Nível de lisina digestível (%)				Geral	CV (%)	Probabilidade	
		0,640	0,760	0,880	1,000			Lis	Sexo
RC (%)	M	79,69	79,78	80,19	78,45	79,53	1,76	<0,01	NS
	F	77,06	77,40	80,89	78,06	78,35			
	Geral	78,37 ^B	78,59 ^B	80,54 ^A	78,26 ^B				
PD (%)	M	18,52	19,27	17,85	17,86	18,38 ^b	3,92	NS	<0,01
	F	20,43	20,18	20,51	20,52	18,64 ^a			
	Geral	19,48	19,72	19,18	19,19				
PO (%)	M	25,73	25,69	24,87	24,59	25,22 ^b	2,54	NS	<0,01
	F	27,32	27,27	26,69	26,55	26,96 ^a			
	Geral	26,52	26,48	25,78	25,57				
CX (%)	M	13,78	13,93	13,92	13,98	13,90 ^a	3,85	NS	<0,01
	F	12,62	13,03	12,81	13,12	12,90 ^b			
	Geral	13,20	13,48	13,37	13,55				
SC (%)	M	15,46	15,36	15,52	15,47	15,45	2,39	NS	NS
	F	15,54	15,49	15,45	15,35	15,46			
	Geral	15,50	15,42	15,49	15,41				
GA (%)	M	3,32	3,09	3,84	2,96	3,30 ^b	18,12	NS	<0,01
	F	5,42	4,58	5,41	4,42	4,96 ^a			
	Geral	4,37	3,84	4,62	3,69				

Para cada variável, médias seguidas de letras iguais nas linhas (maiúsculas) ou colunas (minúsculas) não diferem entre ($P > 0,05$) si pelo teste de Duncan; RC = Rendimentos (%) de carcaça; PD = Peito desossado; PO = Peito com osso; CX = Coxa; SC = Sobrecoxa; GA = Porcentagem de gordura abdominal; CV = Coeficiente de Variação; NS = Não significativo ($P > 0,05$); M = Machos; F = Fêmeas.

Tabela 12. Equação ajustada para os dados de rendimento de carcaça (RC) em função dos níveis de lisina digestível da ração (Lis), coeficiente de determinação (R^2) e nível de lisina estimado (NLE) com o uso de diferentes modelos.

Modelo	Variável / equação	NLE (%)	R^2
	Rendimento de carcaça (%)		
Quadrático	$RC = 49,4691 + 72,4497 Lis - 43,3611 Lis^2$	0,835	0,49

CONCLUSÕES

Recomenda-se para aves da linhagem ISA Label de 1 aos 28 dias de idade o nível de 1,041% de lisina digestível na ração.

Para aves no período de 28 aos 56 dias de idade, recomenda-se o nível de 1,006% de lisina digestível na ração.

Durante o período de 56 aos 84 dias de idade, recomenda-se o nível de 0,760% de lisina digestível na ração.

REFERÊNCIAS

AMARANTE JR., V.S.; COSTA, F.G.P.; BARROS, L.R.; NASCIMENTO, G.A.J.; BRANDÃO, P.A.; SILVA, J.S.C.V.; PEREIRA, W.E.; NUNES, R.V.; COSTA, J.S.; RIBEIRO, M.L.G. Níveis de lisina para frangos de corte nos períodos de 22 a 42 e de 43 a 49 dias de idade, mantendo a relação metionina + cistina. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.34, n.4, p.1188-1194, 2005a.

BAKER, D.H.; BATAL, A.B.; PARR, T.M.; AUGSPUNGER, N.R.; PARSONS, C.M. Ideal ration (relative to lysine) of tryptophan, threonine, isoleucine and valine for chicks during the second and third weeks posthatch. **Poultry Science**, Savoy, v.81, p.485-494, 2002.

BAKER, D.H.; HAN, Y. Ideal amino acid profile for chickens during the first three weeks posthatching. **Poultry Science**, Savoy, v.73, p.1441-1447, 1994.

BOORMAN, K.N.; Regulation of protein and aminoacid intake. In: BOORMAN, K.N & FREEMAN, B.M. (ed.). Food intake regulation in poultry. Edinburg: **British Poultry Science**, Ltd., p.87-126, 1979.

BORGES, A.F.; OLIVEIRA, R.F.M.; DONZELE, J.L.; ORLANDO, U.A.D.; FERREIRA, R.A.; SARAIVA, E.P. Exigência de lisina para frangos de corte machos no período de 22 a 42 dias de idade mantidos em ambiente quente (26°C). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.31, n.1, p.1993-2002, 2002.

CONHALATO, G.S.; DONZELE, J.L.; ALBINO, L.F.T.; OLIVEIRA, R.F.M.; FONTES, D.O. Níveis de lisina digestível para frangos de corte machos na fase de 22 a 42 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.28, n.1, p.98-104, 1999b.

CONHALATO, G.S.; DONZELE, J.L.; ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; OLIVEIRA, R.F.M. Níveis de lisina digestível para pintos de corte machos na fase de 1 a 21 Dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.28, n.1, p. 91-97, 1999a.

COSTA, F.G.P.; ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; GOMES, P.C.; TOLEDO, R.S. Níveis dietéticos de lisina para frangos de corte de 1 a 21 e 22 a 40 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.20, n.5, p.1490-1497, 2001.

HAN, Y.; BAKER, D.H. Effects of sex, heat stress, body weight, and genetic sprain on the dietary lysine requirement of broiler chicks. **Poultry Science**, Savoy, v.72, p.701-708, 1993.

HAN, Y.; BAKER, D.H. Lysine requirement of fast – slow – growing broiler chicks. **Poultry Science**, Savoy, v.70, p.2108-2114, 1991.

HURWITZ, S.; SKLAN, D.; TALPAZ, H. The effect of dietary protein level on lysine and arginine requirements of growing chickens. **Poultry Science**, Savoy, v.77, p.689-696. 1998.

LAMBERSON, W.R.; FIRMAN, D. A comparison of quadratic versus segmented regression procedures for estimating nutrient requirements. **Poultry Science**, Savoy, v.81, p.481-484, 2002

LANA, S.R.V.; OLIVEIRA, R.F.M.; DONZELE, J.L.; ALBINO, L.F.T, VAZ, R.G.M.V.; RESENDE, W.O. Níveis de lisina digestível em rações para frangos de corte de 1 a 21 dias de idade mantidos em ambiente de termoneutralidade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.34, n.5, p.1614-1623, 2005.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. Instrução normativa n° 007, de 17 maio de 1999. **Diário Oficial da Republica Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 17 de maio de 1999.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of poultry**. 9th.ed. Washington, D.C.: National Academy of Science, 1994. 154 p.

RIBEIRO JÚNIOR, J.I. **Análises estatísticas no SAEG**. Viçosa: UFV, 2001. 301p.

ROSTAGNO, H.S; ALBINO, L.F.T., DONZELE, J.L.; GOMES, P.C.; OLIVEIRA, R.F.M.; 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.

SCHEUERMANN, G.N.; MAIER, J.C.; BELLAVAR, C.; FIALHO, F.B. Metionina e Lisina no desenvolvimento de frangos de corte. **Revista Brasileira Agrociência**, Pelotas, v.1, n. 2, p.75-86, 1995.

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

VALERIO, S.R.; OLIVEIRA, R.F.M.; DONZELE, J.L.; ALBINO, L.F.T.; ORLANDO, U.A.D.; VAZ, R.G.M.V. Níveis de lisina digestível em rações, mantendo-se ou não a relação aminoacídica, para frangos de corte de 1 a 21 dias de idade, sob condições de estresse por calor. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.32, n.2, p.361-371, 2003.

CAPÍTULO 3 - EXIGÊNCIAS DE METIONINA + CISTINA DIGESTÍVEL PARA AVES DE CORTE DA LINHAGEM ISA LABEL EM SISTEMA SEMI-CONFINADO

Exigências de Metionina + Cistina Digestível para Aves de Corte da Linhagem ISA Label em Sistema Semi-Confinado

Resumo - Foram realizados três experimentos para determinar as exigências de metionina + cistina (Met+cis) digestível para aves da linhagem ISA Label, de ambos os sexos, em sistema semi-confinado durante as fases: inicial (1 a 28 dias), crescimento (28 a 56 dias) e final (56 a 84 dias). Em cada experimento foi utilizado um total de 480 aves, que foram alojadas em 24 piquetes. Cada piquete dispunha de uma área coberta de 3,13 m² e uma área de pastejo de 72,87 m². O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC), em esquema fatorial 4x2 (níveis de Met+cis e sexo) com três repetições de 20 aves cada. Os níveis de Met+cis digestível avaliados foram: 0,532; 0,652; 0,772; 0,892% na fase inicial; 0,515; 0,635; 0,755; 0,875% na fase de crescimento e 0,469; 0,589; 0,709; 0,829% na fase final. Foram mensuradas as variáveis de desempenho, característica de carcaça, deposição de proteína e gordura corporal, peso e teor de proteína das penas. Na fase inicial o nível de Met+cis digestível recomendado para machos foi de 0,728% na ração e de 0,774% para fêmeas, correspondendo aos consumos estimados de Met+cis digestível de 7,61g e 8,11g, respectivamente. Para a fase de crescimento recomenda-se 0,716% de Met+cis digestível na ração, correspondendo a um consumo estimado de 20,77 g para os machos e 16,68 g de Met+cis digestível para as fêmeas. Na fase final os níveis de Met+cis digestível recomendados foram de 0,756% para machos e 0,597% para fêmeas, correspondendo aos consumos de Met+cis de 30,58 g e 19,47 g, respectivamente.

Palavras.chave: aminoácidos, criação alternativa, exigência nutricional, frango caipira, frango colonial

INTRODUÇÃO

As atividades agropecuárias, de um modo geral, permitem que os produtores trabalhem com margens de lucro bastante reduzidas quando comparadas com atividades de outros setores, exigindo máxima eficiência do ponto de vista gerencial.

A produção de frangos de crescimento lento em sistemas alternativos de criação tem atraído novos produtores, não apenas por demandar baixos investimentos com a implantação, mas também por possibilitar que maiores preços de venda do produto final sejam atingidos, o que favorece a rentabilidade da atividade.

Na avicultura, o custo com a alimentação representa aproximadamente 70% do custo de produção, sendo necessário, portanto, que sejam fornecidas dietas balanceadas de acordo com as necessidades das aves, proporcionando máxima eficiência de utilização da dieta e ótimo desempenho dos animais.

Dentre os nutrientes essenciais diretamente envolvidos no desempenho das aves encontram-se os aminoácidos, especialmente a metionina, que é o primeiro aminoácido limitante para esses animais quando dietas à base de milho e soja são utilizadas. Além disso, desempenha várias funções no organismo das aves, tendo efeito no sistema imune (KALINOWSKI et al., 2003), na deposição de proteína (HRUBY, 1998), no metabolismo de lipídeos (JENSEN, 1990) e no metabolismo energético (BOOMGARDT & BAKER, 1973). Outras funções da metionina incluem a doação de radicais metil, sendo precursora para a biossíntese de cistina, através do mecanismo de trans-sulfuração. Por isso, suas recomendações na dieta devem ser expressas como metionina + cistina. Realça-se, que tal mecanismo é irreversível, sendo extremamente importante o fornecimento de quantidades adequadas de metionina nas dietas (RADEMACHER, 2001).

De acordo com os resultados KALINOWSKI et al. (2003a; 2003b) os níveis de metionina + cistina das rações podem influenciar o empenamento das aves, evidenciando que aves de linhagens de empenamento rápido exigem níveis de metionina + cistina superiores aos exigidos por aves de linhagem de empenamento lento. Considerando que as aves da linhagem ISA Label possuem o desenvolvimento

tardio quando comparadas com aves de linhagens de frangos convencionais (SANTOS et al., 2005), e considerando ainda que as aves dessa linhagem possuem características diferenciadas de empenamento, é possível que essas respondam aos níveis de metionina + cistina da dieta de maneira diferenciadas daquela observada para frangos de corte convencionais.

O presente estudo teve o objetivo de determinar as exigências de metionina + cistina digestível para aves da linhagem ISA Label de ambos os sexos, criadas em sistema semi-confinado nas fases inicial (1 a 28 dias), crescimento (28 a 56 dias) e final (56 a 84 dias).

MATERIAL E MÉTODOS

Foram realizados três experimentos no Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – FCAV / UNESP, Jaboticabal – SP, no período de 10 de julho a dois outubro de 2006, para determinar as exigências de metionina + cistina digestível para aves da linhagem ISA Label de ambos os sexos em sistema semi-confinado nas fases inicial (1 a 28 dias), crescimento (28 a 56 dias) e final (56 a 84 dias).

Em cada fase, foram utilizadas 480 aves (240 machos e 240 fêmeas), vacinadas no incubatório contra as doenças de Marek, Bouda e Gumboro. Adicionalmente as aves foram vacinadas no primeiro dia de vida contra coccidiose, no 13^o dia receberam vacina contra Newcastle, no 18^o dia contra Gumboro (cepa intermediária) e no 35^o dia de idade receberam a segunda dose das vacinas contra Newcastle e Gumboro (cepa forte).

As instalações experimentais foram constituídas de 24 piquetes, cada um dispoendo de um abrigo e uma área de pastejo. Cada abrigo possuía um pé-direito de 2,0 m coberto com telhas de cimento amianto, laterais de tela galvanizada providas de cortinas plásticas, piso cimentado com área útil de 3,13 m², forrado com cama de maravalha (5 cm de espessura), onde localizavam-se um comedouro tubular e um

bebedouro do tipo pendular. A área de pastejo, cercada por tela galvanizada, possuía uma área total de 72,87 m², contendo predominantemente gramíneas do gênero *Paspalum*, caracterizando o sistema semi-confinado.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC), em esquema fatorial 4x2 (níveis de metionina + cistina digestível e sexo) totalizando oito tratamentos, com três repetições, sendo cada unidade experimental constituída por 20 aves.

Na fase inicial, as aves alojadas com um dia de idade, permaneceram limitadas ao abrigo até o 21º dia, tendo acesso, a partir de então, à área de pastejo, na qual elas eram soltas às 8h e recolhidas para o abrigo às 18h. Paralelamente foram criados em galpão convencional dois lotes, machos e fêmeas, sendo destes utilizadas 480 aves (240 machos e 240 fêmeas) nas fases de crescimento e final. Desta maneira as aves permaneceram no galpão convencional até o 28º e 56º dia, respectivamente, e receberam rações formuladas para atender suas exigências em cada fase (NRC, 1994).

Para cada fase, foram formuladas rações basais, à base de milho e farelo de soja, para atender as exigências nutricionais das aves de acordo com as recomendações do NRC (1994), exceto em aminoácidos. Os níveis de aminoácidos, exceto metionina + cistina, foram estabelecidos com base nas relações ideais propostas por ROSTAGNO (2005), tomando-se como referência os níveis de lisina digestível estabelecidos, para cada fase, nos experimentos descritos no Capítulo 2.

As rações basais, deficientes em metionina + cistina, foram suplementadas com DL-metionina em substituição ao ácido L-glutâmico e amido, resultando em rações isoenergéticas e isonitrogênicas contendo níveis de metionina + cistina digestível de 0,532; 0,652; 0,772; 0,892% para a fase inicial (Tabela 1), 0,515; 0,635; 0,755; 0,875% para a fase de crescimento (Tabela 2) e 0,469; 0,589; 0,709; 0,829% para a fase final (Tabela 3). Os níveis de metionina + cistina digestível na ração foram estabelecidos com base nas exigências de metionina + cistina digestível para frangos de corte, uma vez que trabalhos que determinam as exigências de aminoácidos para aves de crescimento lento são escassos. Durante todo o período experimental as aves receberam ração e água à vontade e diariamente foram registradas as temperaturas

máximas e mínimas no interior das instalações, sendo esses dados utilizados para os cálculos das médias semanais (Tabela 4).

Tabela 1. Composição percentual das rações experimentais para a fase inicial (1 a 28 dias).

Ingredientes (%)	Nível de metionina + cistina digestível (%)			
	0,532	0,652	0,772	0,892
Milho	65,112	65,112	65,112	65,112
Farelo de soja	28,744	28,744	28,744	28,744
Óleo de soja	1,203	1,203	1,203	1,203
Calcário	1,127	1,127	1,127	1,127
Fosfato bicálcico	1,709	1,709	1,709	1,709
Sal comum	0,416	0,416	0,416	0,416
Suplemento. Mineral ¹	0,100	0,100	0,100	0,100
Suplemento. Vitamínico ²	0,100	0,100	0,100	0,100
DL-Metionina	0,000	0,119	0,240	0,362
L-Lisina HCl	0,218	0,218	0,218	0,218
L-Treonina	0,051	0,051	0,051	0,051
Ácido L-glutâmico	1,000	0,875	0,750	0,622
Amido	0,150	0,156	0,160	0,166
Cloreto de Colina 70%	0,070	0,070	0,070	0,070
Total	100,000	100,000	100,000	100,000
Composição calculada				
Proteína bruta (%)	19,293	19,293	19,293	19,293
EM (kcal/kg)	3000	3000	3000	3000
Cálcio (%)	0,940	0,940	0,940	0,940
Fósforo Disponível (%)	0,420	0,420	0,420	0,420
Sódio (%)	0,190	0,190	0,190	0,190
Metionina + Cistina digestível (%)	0,532	0,652	0,772	0,892
Metionina digestível (%)	0,207	0,387	0,506	0,626
Lisina digestível (%)	1,041	1,041	1,041	1,041
Treonina digestível (%)	0,673	0,673	0,673	0,673
Arginina digestível (%)	1,154	1,154	1,154	1,154
Triptofano digestível (%)	0,203	0,203	0,203	0,203
Isoleucina digestível (%)	0,795	0,795	0,795	0,795
Valina digestível (%)	0,783	0,783	0,783	0,783

¹ Uniquimica - manganês, 75.000 mg; ferro, 50.000 mg; zinco, 70.000 mg; cobre, 8.500 mg; cobalto, 200 mg; iodo, 1.500 mg e veículo q.s.p. 1.000 g.

² Uniquimica - vit. A - 12.000.000 UI, vit. D₃ - 2.200.000 UI, vit. E - 30 g, vit. B₁ - 2,2 g, vit. B₂ - 6 g, vit. B₆ - 3,3 g, vit. B₁₂ - 0,016 mcg, ácido pantotênico - 13 g, vit. K₃ - 2,5 g, ácido fólico - 1 g, selênio -250 mg, antioxidante - 100.000 mg e veículo q.s.p. - 1.000 g.

Tabela 2. Composição percentual das rações experimentais para a fase de crescimento (28 a 56 dias).

Ingredientes (%)	Nível de metionina + cistina digestível (%)			
	0,515	0,635	0,755	0,875
Milho	68,819	68,819	68,819	68,819
Farelo de soja	25,894	25,894	25,894	25,894
Óleo de soja	1,203	1,203	1,203	1,203
Calcário	1,228	1,228	1,228	1,228
Fosfato bicálcico	1,288	1,288	1,288	1,288
Sal comum	0,314	0,314	0,314	0,314
Suplemento. Mineral ¹	0,100	0,100	0,100	0,100
Suplemento. Vitamínico ²	0,100	0,100	0,100	0,100
DL-Metionina	0,000	0,122	0,243	0,364
L-Lisina HCl	0,257	0,257	0,257	0,257
L-Treonina	0,063	0,063	0,063	0,063
L- Valina	0,035	0,035	0,035	0,035
Ácido L-glutâmico	0,500	0,372	0,247	0,119
Amido	0,150	0,155	0,159	0,166
Cloreto de Colina 70%	0,050	0,050	0,050	0,050
Total	100,000	100,000	100,000	100,000
Composição calculada				
Proteína bruta (%)	18,000	18,000	18,000	18,000
EM (kcal/kg)	3050	3050	3050	3050
Cálcio (%)	0,870	0,870	0,870	0,870
Fósforo Disponível (%)	0,340	0,340	0,340	0,340
Sódio (%)	0,150	0,150	0,150	0,150
Metionina + Cistina digestível (%)	0,515	0,635	0,755	0,875
Metionina digestível (%)	0,260	0,381	0,501	0,621
Lisina digestível (%)	1,006	1,006	1,006	1,006
Treonina digestível (%)	0,654	0,654	0,654	0,654
Arginina digestível (%)	1,076	1,076	1,076	1,076
Triptofano digestível (%)	0,186	0,186	0,186	0,186
Isoleucina digestível (%)	0,676	0,676	0,676	0,676
Valina digestível (%)	0,775	0,775	0,775	0,775

¹ Uniquimica - manganês, 75.000 mg; ferro, 50.000 mg; zinco, 70.000 mg; cobre, 8.500 mg; cobalto, 200 mg; iodo, 1.500 mg e veículo q.s.p. 1.000 g.

² Uniquimica - vit. A - 12.000.000 UI, vit. D₃ - 2.200.000 UI, vit. E - 30 g, vit. B₁ - 2,2 g, vit. B₂ - 6 g, vit. B₆ - 3,3 g, vit. B₁₂ - 0,016 mcg, ácido pantotênico - 13 g, vit. K₃ - 2,5 g, ácido fólico - 1 g, selênio -250 mg, antioxidante - 100.000 mg e veículo q.s.p. - 1.000 g.

Tabela 3. Composição percentual das rações experimentais para a fase final (56 a 84 dias).

Ingredientes (%)	Nível de metionina + cistina digestível (%)			
	0,469	0,589	0,709	0,829
Milho	75,293	75,293	75,293	75,293
Farelo de soja	19,866	19,866	19,866	19,866
Óleo de soja	0,761	0,761	0,761	0,761
Calcário	1,197	1,197	1,197	1,197
Fosfato bicálcico	1,103	1,103	1,103	1,103
Sal comum	0,254	0,254	0,254	0,254
Suplemento. Mineral ¹	0,100	0,100	0,100	0,100
Suplemento. Vitamínico ²	0,100	0,100	0,100	0,100
DL-Metionina	0,000	0,122	0,245	0,367
L-Lisina HCl	0,121	0,121	0,121	0,121
Ácido L-glutâmico	1,000	0,873	0,745	0,616
Amido	0,150	0,160	0,166	0,171
Cloreto de Colina 70%	0,050	0,050	0,050	0,050
Total	100,000	100,000	100,000	100,000
Composição calculada				
Proteína bruta (%)	16,031	16,031	16,031	16,031
EM (kcal/kg)	3100	3100	3100	3100
Cálcio (%)	0,800	0,800	0,800	0,800
Fósforo Disponível (%)	0,300	0,300	0,300	0,300
Sódio (%)	0,120	0,120	0,120	0,120
Metionina + cistina digestível (%)	0,469	0,589	0,709	0,829
Metionina digestível (%)	0,236	0,356	0,476	0,596
Lisina digestível (%)	0,760	0,760	0,760	0,760
Treonina digestível (%)	0,515	0,515	0,515	0,515
Arginina digestível (%)	0,907	0,907	0,907	0,907
Triptofano digestível (%)	0,156	0,156	0,156	0,156
Isoleucina digestível (%)	0,577	0,577	0,577	0,577
Valina digestível (%)	0,647	0,647	0,647	0,647

¹ Uniquimica - manganês, 75.000 mg; ferro, 50.000 mg; zinco, 70.000 mg; cobre, 8.500 mg; cobalto, 200 mg; iodo, 1.500 mg e veículo q.s.p. 1.000 g.

² Uniquimica - vit. A - 12.000.000 UI, vit. D₃ - 2.200.000 UI, vit. E - 30 g, vit. B₁ - 2,2 g, vit. B₂ - 6 g, vit. B₆ - 3,3 g, vit. B₁₂ - 0,016 mcg, ácido pantotênico - 13 g, vit. K₃ - 2,5 g, ácido fólico - 1 g, selênio -250 mg, antioxidante - 100.000 mg e veículo q.s.p. - 1.000 g.

Semana	Temperatura (°C)		
	Máximas	Mínimas	Médias
1	35,0	20,5	27,7
2	35,0	18,5	26,7
3	34,2	17,0	25,6
4	34,0	14,5	24,2
5	35,5	13,3	24,4
6	34,2	14,8	24,5
7	32,2	14,2	23,7
8	33,5	15,2	24,3
9	31,2	15,0	23,1
10	32,5	14,8	23,6
11	34,9	14,5	24,7
12	34,2	14,6	24,4

Tabela 4. Temperaturas máximas, mínimas e médias semanais durante o período experimental.

As variáveis de desempenho avaliadas no final de cada experimento foram: ganho de peso (g/ave), consumo de ração (g/ave), consumo de metionina + cistina (g/ave) e conversão alimentar. No 84^o dia, três aves de cada parcela (72 no total), com peso corporal próximo ao da média da parcela ($\pm 10\%$) foram submetidas a um jejum alimentar de 12 h, sendo em seguida abatidas para avaliar as características de carcaça. Depois de escaldadas, depenadas e evisceradas, as aves foram pesadas, sendo os cortes (peito, filé de peito, coxa e sobrecoxa) realizados em seguida. O rendimento de carcaça foi calculado em relação ao peso vivo após jejum, sendo os rendimentos de cortes e gordura abdominal, calculados em relação ao peso da carcaça depenada e eviscerada. Foi considerada gordura abdominal todo o tecido adiposo aderido ao redor da cloaca, moela e dos músculos abdominais adjacentes.

Além do desempenho e características de carcaça, foram determinadas as deposições de proteína e gordura corporal, por meio de abates comparativos no início (grupos referência) e final de cada experimento. Os grupos referência foram constituídos por aves de ambos os sexos, com peso próximo ($\pm 10\%$) ao peso médio inicial, totalizando nove aves (3 repetições de 3 aves) para cada sexo, em cada um dos experimentos. No término de cada experimento, três aves de cada parcela com peso próximo ($\pm 10\%$) ao peso médio da mesma foram selecionadas, totalizando 72 aves. As aves referentes aos abates comparativos (inicial e final) após um jejum alimentar de 24 horas, para o esvaziamento completo do trato digestivo, foram pesadas, abatidas por deslocamento cervical e, após a obtenção de uma amostra representativa das penas de cada ave, essas foram completamente depenadas e pesadas novamente. Pela diferença entre o peso após o jejum e o peso das aves depenadas obteve-se o peso absoluto das penas. O peso relativo das penas (%) foi obtido pela razão entre o peso absoluto das penas e o peso das aves em jejum multiplicado por 100.

As aves depenadas e as amostras das penas de cada ave foram devidamente identificadas e acondicionadas em freezer (-8°C), sendo posteriormente processadas para a realização das análises laboratoriais.

O processamento das aves consistiu em autoclavagem a 127°C e 1,5 atm, utilizando-se autoclave (AV – 225, PHOENIX, São Paulo) provida de recipientes de inox. As aves de 1 dia de idade foram autoclavadas durante três horas, enquanto as aves de idades posteriores foram durante cinco horas. Após esses procedimentos, as amostras foram homogeneizadas em liquidificador industrial (8 L SKYNSEM, São Paulo), secas em estufa a 55°C por 72 horas e moídas em micro moinho (A11 BASIC – IKA, São Paulo), sendo analisados os teores de matéria seca, extrato etéreo e proteína bruta de acordo com as metodologias descritas por SIVA & QUEIROZ (2002).

As penas foram trituradas com o uso de tesoura e homogeneizadas manualmente, sendo as amostras submetidas às análises de matéria seca, extrato etéreo e proteína bruta, segundo os mesmos procedimentos utilizados para as amostras das aves.

Os teores de proteína e gordura das aves depenadas e das penas foram calculados separadamente, pelo produto dos teores desses componentes determinados nas amostras, pelos pesos das aves depenadas e das penas, respectivamente. A composição corporal (proteína e gordura) foi obtida pela soma das composições das aves depenadas e das penas. Pela diferença entre a composição corporal no início e final de cada fase, obteve-se as deposições de proteína e gordura para cada período de criação.

As variáveis de desempenho, características de carcaça e composição corporal foram submetidas a análises de variância, sendo posteriormente realizadas análises de regressão, considerando-se os níveis de metionina + cistina digestível das rações como variável independente. As estimativas dos níveis ótimos de metionina + cistina foram feitas por meio dos modelos *Linear Response Plateau* (LRP) e/ou polinomial quadrático. Também foi utilizado o procedimento descrito por BAKER et al. (2002) no qual o nível ótimo de metionina + cistina foi estimado por meio do primeiro ponto de intersecção da curva quadrática com o platô do modelo LRP. As análises estatísticas foram realizadas com o uso do software SAEG 9.0 (Sistema para Análises Estatísticas e Genéticas), desenvolvido na Universidade Federal de Viçosa.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Exigência de metionina + cistina digestível para aves da linhagem ISA Label na fase inicial (1 aos 28 dias de idade)

As médias de desempenho e composição corporal de aves da linhagem ISA Label de ambos os sexos, no período de 1 aos 28 dias de idade e o resumo das análises estatísticas para as diferentes variáveis são apresentadas na Tabela 5.

Os níveis de metionina+cistina digestível da ração influenciaram todas as características avaliadas, com exceção do consumo de ração (CR), da deposição de gordura corporal (DG) e do peso relativo das penas (PR) ($P>0,05$). Da mesma forma, observou-se efeito de sexo para todas as características, exceto para a conversão alimentar (CA) e para a deposição de gordura corporal (DG) ($P>0,05$).

Tabela 5. Médias de desempenho, deposições de proteína e gordura corporais, peso relativo e teor de proteína das penas, de aves ISA Label, recebendo níveis crescentes de metionina+cistina digestível na ração, no período de 1 aos 28 dias de idade.

Variável	Sexo	Nível de metionina + cistina digestível (%)			Geral	CV (%)	Probabilidade			
		0,532	0,652	0,772			0,892	MC	Sexo MC x sexo	
CR (g)	M	1085,83	1087,50	1079,17	1057,50	1077,50 ^a	5,15	NS	<0,01	NS
	F	1006,02	963,64	1016,42	1053,13	1009,80 ^b				
	Geral	1045,92	1025,57	1047,80	1055,31					
CM (g)	M	5,80	7,09	8,33	9,43	7,66 ^a	5,38	<0,01	<0,05	NS
	F	5,37	6,28	7,85	9,39	7,22 ^b				
	Geral	5,59 ^D	6,69 ^C	8,09 ^B	9,41 ^A					
GP (g)	M	513,97 ^{Ba}	574,64 ^{Aa}	576,48 ^{Aa}	565,65 ^{Aa}	558,52 ^a	3,41	<0,01	<0,01	<0,05
	F	471,66 ^{Bb}	492,64 ^{Bb}	542,10 ^{Ab}	546,80 ^{Ab}	513,30 ^b				
	Geral	492,81	533,64	559,29	556,22					
CA (g/g)	M	2,11	1,89	1,87	1,87	1,94	3,04	<0,01	NS	NS
	F	2,13	1,96	1,87	1,93	1,97				
	Geral	2,12 ^B	1,92 ^A	1,87 ^A	1,90 ^A					
DP (g)	M	100,21	113,07	117,65	119,63	112,64 ^a	6,32	<0,01	<0,05	NS
	F	89,78	100,80	116,55	113,81	105,23 ^b				
	Geral	94,99 ^C	106,94 ^B	117,10 ^A	116,72 ^A					
DG (g)	M	42,59	38,10	37,58	34,92	38,29	12,24	NS	NS	NS
	F	39,05	34,41	33,80	42,40	37,42				
	Geral	40,82	36,25	35,69	38,66					
PR (%)	M	6,06	6,39	5,99	6,15	6,15 ^b	6,39	NS	<0,05	NS
	F	5,98	6,55	6,74	7,06	6,58 ^a				
	Geral	6,02	6,47	6,37	6,61					
PP (%)	M	85,56	87,14	87,89	87,56	87,03 ^b	1,47	<0,05	<0,01	NS
	F	88,80	87,62	91,56	89,40	89,35 ^a				
	Geral	87,18 ^B	87,38 ^B	89,73 ^A	88,48 ^{AB}					

Para cada variável, médias seguidas de letras iguais nas linhas (maiúscula) ou colunas (minúscula) não diferem entre si ($P > 0,05$) pelo teste de Duncan; CR = Consumo de ração; CM = Consumo de metionina + cistina digestível; GP = Ganho de peso; CA = Conversão alimentar; DP = Deposição de proteína corporal; DG = Deposição de gordura corporal; PR = Peso relativo das penas; PP = Teor de proteína das penas; CV = Coeficiente de Variação; NS = Não significativo ($P > 0,05$); M = Machos; F = Fêmeas

Foi observado efeito da interação ($P < 0,05$) entre os níveis de metionina+cistina da ração e o sexo para o ganho de peso (GP), evidenciando que para essa variável esses fatores não atuam de forma independente, sugerindo que o comportamento das respostas dos machos é diferente daqueles observados para as fêmeas.

As equações de regressão obtidas para as diferentes variáveis, os coeficientes de determinação (R^2) e os níveis de metionina+cistina digestível estimados (NMCE) são apresentados na Tabela 6.

O consumo de metionina+cistina digestível (CM) aumentou de forma linear crescente com os níveis de metionina+cistina da ração. Como não houve efeito dos níveis de metionina+cistina sobre o consumo de ração, é provável que o aumento do consumo de metionina+cistina seja responsável pela melhora no ganho de peso das aves, especialmente nas fêmeas, que responderam de forma linear crescente.

Para o GP, o efeito da interação indicou a necessidade do ajuste de equações distintas para machos e fêmeas. Considerando-se os machos, foi possível realizar um bom ajuste por meio dos modelos LRP e quadrático. Pelo modelo LRP o nível ótimo de metionina+cistina na ração foi estimado em 0,645 %. Por meio da primeira derivada da equação quadrática foi estimado o nível de metionina+cistina digestível de 0,765%, como sendo o adequado para maximizar o GP dos machos.

O primeiro ponto de intersecção da curva quadrática com o platô do LRP foi de 0,665%, sendo este o nível de metionina+cistina digestível considerado mais adequado para melhorar o GP dos machos ISA label no período de 1 a 28 dias (Figura 1), correspondendo ao CM de 6,93 g por ave, durante o período experimental.

Para as fêmeas, observou-se um comportamento linear crescente do GP em função dos níveis de metionina+cistina da ração, sendo possível um bom ajuste com o uso do modelo LRP (Figura 2). Com o uso deste modelo foi possível estimar o nível de 0,803% de metionina+cistina como sendo o mais adequado para maximizar o GP das fêmeas, correspondendo ao CM de 8,42 g por ave no período de 1 aos 28 dias de idade.

Tabela 6. Equações ajustadas para o consumo de metionina+cistina digestível (CM), ganho de peso (GP), conversão alimentar (CA) e deposição de proteína corporal (DP) em função dos níveis de metionina+cistina digestível (M), coeficientes de determinação (R²), e níveis de metionina+cistina estimados (NMCE) com o uso dos diferentes modelos.

Modelo	Variável / equação	NMCE (%)	R ²
Consumo de metionina+cistina (g) – Machos e Fêmeas			
Linear	CM = - 0,247727 + 10,7948 M	---	0,99
Ganho de peso (g) - Machos			
LRP	GP= 239,42 + 514,13 M (p/ M < 0,645%)	0,645	1,00
Quadrático	GP= - 153,593 + 1927,23 M -1259,57 M ²	0,765	0,96
Baker et al. (2002)	- 153,593 + 1927,23 M -1259,57 M ² = 571,04	0,665	---
Ganho de peso (g) - Fêmeas			
LRP	GP = 308,7667+296,271 M (p/ M < 0,803%)	0,803	0,95
Linear	GP= 349,29+230,188 M	---	0,92
Conversão alimentar (g/g) – Machos e Fêmeas			
LRP	CA = 3,0226 – 1,685 M (p/ M < 0,675%)	0,675	1,00
Quadrático	CA = 4,32868 - 6,2515 M + 3,9578 M ²	0,789	0,99
Baker et al. (2002)	4,32867 - 6,25147 M – 3,95779 M ² = 1,885	0,710	---
Deposição de proteína corporal (g) – Machos e Fêmeas			
LRP	DP = 40,962 + 101,188 M (p/ M < 0,751%)	0,751	1,00
Quadrático	DP = - 43,486 + 375,536 M – 219,126 M ²	0,856	0,99
Baker et al. (2002)	- 43,486 + 375,535 M – 219,125 M ² = 116,91	0,810	----

Com base nesses resultados foi possível estimar que os machos exigem 12,41 g de metionina+cistina digestível por kg de GP, enquanto as fêmeas exigem 16,40 g por kg de ganho de peso, indicando que estas são mais exigentes. Esse resultado pode ser explicado com base nas diferenças do peso relativo das penas (PR) e do teor de proteína das penas (PP), observada entre machos e fêmeas. O maior valor de PR, observado para as fêmeas aos 28 dias, sugere que essas têm um empenamento mais acelerado que os machos, concordando com os relatos de PESTI et al. (1996).

Considerando que as penas possuem altas concentrações de cistina, infere-se que as fêmeas direcionam maior proporção da metionina+cistina consumida para o empenamento, quando comparadas com os machos, explicando a menor eficiência de utilização da metionina para o ganho de peso.

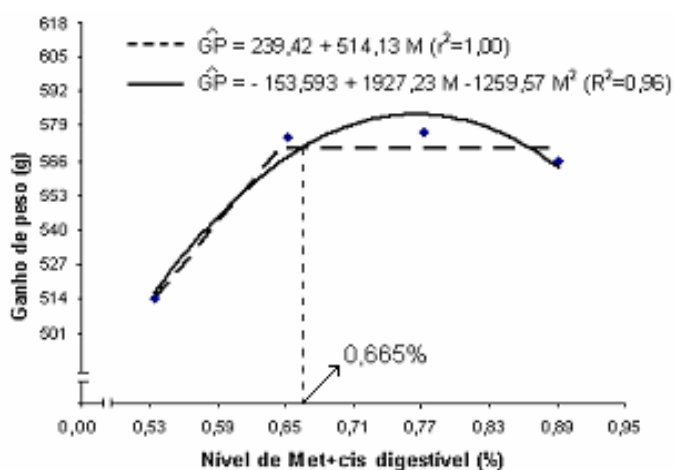


Figura 1. Representação gráfica do nível de metionina+cistina digestível na ração adequado para maximizar o GP de machos ISA Label, no período de 1 aos 28 dias de idade, estimado por meio do primeiro intercepto da equação quadrática com o platô do LRP.

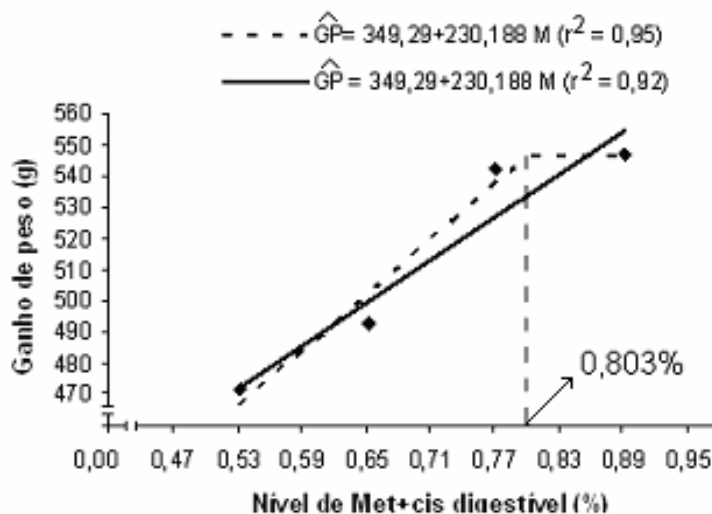


Figura 2. Representação gráfica do nível de metionina+cistina digestível na ração adequado para maximizar o GP de fêmeas ISA Label, no período de 1 aos 28 dias de idade, estimado com o uso do LRP.

Para a CA foi possível o ajuste simultâneo dos modelos quadrático e LRP. Com base na equação quadrática foi possível estimar o nível de 0,789% de metionina+cistina digestível na ração. Com o uso do modelo LRP, o intercepto da reta ascendente com o platô estimou o nível de 0,675% de metionina+cistina digestível, como sendo o nível a partir do qual não houve resposta na CA das aves. O nível de metionina+cistina na ração considerado mais adequado para melhorar a CA das aves de ambos os sexos foi obtido por meio da primeira intersecção da curva quadrática com o platô do LRP, sendo estimado em 0,710% de metionina+cistina digestível na ração (Figura 3), correspondendo ao consumo médio de 7,42 g de metionina+cistina digestível, durante o período experimental.

A deposição de proteína corporal (DP) foi influenciada pelos níveis de metionina+cistina da ração, sendo possível o ajuste dos modelos LRP e quadrático. Pelo LRP foi estimado um nível de 0,751% de metionina+cistina digestível na ração. Pelo modelo quadrático, o ponto de máxima foi correspondente ao nível estimado de 0,856%. O nível de metionina+cistina digestível mais adequado para maximizar a DP das aves foi estimado como sendo 0,810%, obtido pela primeira intersecção da curva quadrática com o platô do LRP (Figura 4). Esse resultado se assemelha ao obtido por

OLIVEIRA NETO et al. (2005), que estimaram em 0,818% de metionina+cistina na ração, como sendo o nível adequado para maximizar a DP de frangos de corte de 1 aos 21 dias de idade.

Apesar do efeito dos níveis de metionina+cistina da ração observado sobre o PP das aves, não foi possível ajustar nenhum dos modelos propostos. Pelo teste de Duncan ($P < 0,05$) observou-se que os maiores valores de PP foram obtidos com os níveis de 0,722 e 0,892% de metionina+cistina digestível na ração.

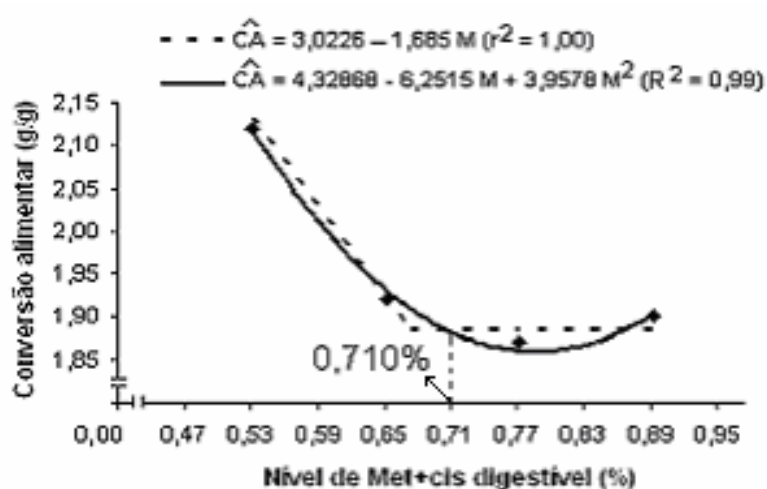


Figura 3. Representação gráfica do nível de metionina+cistina digestível na ração adequado para melhorar a CA, estimado por meio do primeiro intercepto da equação quadrática com o platô do LRP, para aves ISA Label no período de 1 aos 28 dias de idade.

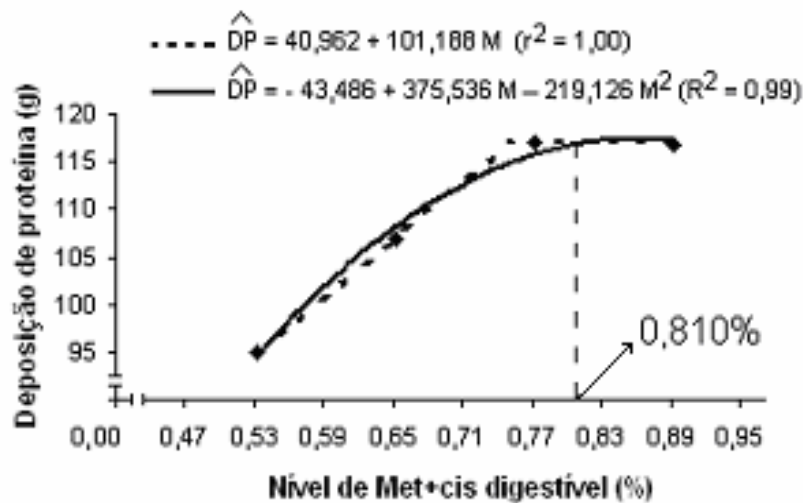


Figura 4. Representação gráfica do nível de metionina+cistina digestível na ração adequado para maximizar a DP, estimado por meio do primeiro intercepto da equação quadrática com o platô do LRP, para aves ISA Label no período de um aos 28 dias de idade.

Os resultados do presente estudo evidenciaram que as fêmeas da linhagem ISA Label atingem sua máxima resposta de GP com um nível mais elevado de metionina+cistina na ração (0,803%), quando comparadas com os machos (0,665%), no período de 1 a 28 dias. Este fato demonstra que as recomendações finais devem ser diferenciadas para machos e fêmeas, apesar dos níveis ótimos estimados com base na CA (0,710%) e na DP (0,810%) terem sido os mesmos para ambos os sexos. Assim, uma recomendação final mais condizente com as necessidades de cada sexo, foi obtida pela média dos níveis recomendados para melhorar o GP, CA e a DP de machos e de fêmeas. Para machos obteve-se o valor de 0,728% de metionina+cistina digestível $((0,665\% + 0,710\% + 0,810\%) / 3 = 0,728\%)$, enquanto que para fêmeas o nível obtido foi de 0,774% de metionina+cistina digestível $((0,803\% + 0,710\% + 0,810\%) / 3 = 0,774\%)$.

Exigência de metionina + cistina digestível para aves da linhagem ISA Label na fase de crescimento (28 aos 56 dias)

As médias de desempenho e composição corporal de aves da linhagem ISA Label de ambos os sexos, no período de 28 a 56 dias de idade e o resumo das análises estatísticas para as diferentes variáveis são apresentadas na Tabela 7.

Observou-se efeito do sexo para todas as variáveis avaliadas, exceto para o PR ($P>0,05$), que foi semelhante entre os machos e as fêmeas. Os níveis de metionina+cistina da ração influenciaram todas as variáveis, com exceção do DP, PR e PP ($P>0,05$). As equações obtidas para as diferentes variáveis, os coeficientes de determinação (R^2) e os níveis de metionina+cistina estimados (NMCE) são apresentados na Tabela 8.

Tabela 7. Médias de desempenho, deposições de proteína e gordura corporais, peso relativo e teor de proteína das penas, de aves ISA Label, recebendo níveis crescentes de metionina+cistina digestível na ração, no período de 28 aos 56 dias de idade.

Variável	Sexo	Nível de metionina + cistina digestível (%)				Probabilidade				
		0,515	0,635	0,755	0,875	Geral	CV (%)	MC	Sexo	MC x sexo
CR (g)	M	2924,38	2851,83	2916,67	2907,50	2900,10 ^a	1,76	<0,05	<0,01	NS
	F	2399,03	2303,00	2324,69	2323,00	2337,43 ^b				
	Geral	2661,71 ^A	2577,42 ^B	2620,68 ^{AB}	2615,25 ^{AB}					
CM (g)	M	15,06 ^{Da}	18,11 ^{Ca}	22,02 ^{Ba}	25,44 ^{Aa}	20,16	1,82	<0,01	<0,01	<0,01
	F	12,36 ^{Db}	14,62 ^{Cb}	17,55 ^{Bb}	20,33 ^{Ab}	16,21				
	Geral	13,71	16,37	19,79	22,88					
GP (g)	M	1141,93	1132,33	1184,17	1178,33	1159,20 ^a	1,83	<0,05	<0,01	NS
	F	875,69	880,26	893,61	886,04	883,90 ^b				
	Geral	1008,81 ^B	1006,30 ^B	1038,89 ^A	1032,19 ^A					
CA (g/g)	M	2,561	2,519	2,463	2,468	2,503 ^b	1,61	<0,01	<0,01	NS
	F	2,739	2,617	2,601	2,622	2,645 ^a				
	Geral	2,650 ^A	2,568 ^B	2,532 ^B	2,545 ^B					
DP (g)	M	213,18	215,86	243,56	220,93	223,38 ^a	8,11	NS	<0,01	NS
	F	165,54	172,25	174,80	144,93	164,38 ^b				
	Geral	189,36	194,06	209,18	182,93					
DG (g)	M	141,61	141,04	119,97	175,83	144,61 ^a	11,18	<0,01	<0,01	NS
	F	105,65	104,11	103,97	113,67	106,85 ^b				
	Geral	123,63 ^B	122,58 ^B	111,97 ^B	144,75 ^A					
PR (%)	M	4,30	5,12	5,12	5,48	5,00	14,13	NS	NS	NS
	F	5,25	4,52	5,99	5,28	5,26				
	Geral	4,76	4,82	5,56	5,38					
PP (%)	M	86,96	85,45	87,21	88,20	86,96 ^b	1,28	NS	<0,05	NS
	F	88,36	87,30	89,28	86,81	87,94 ^a				
	Geral	87,66	86,38	88,25	87,51					

Para cada variável, médias seguidas de letras iguais nas linhas (maiúscula) ou colunas (minúscula) não diferem entre si ($P > 0,05$) pelo teste de Duncan; CR = Consumo de ração; CM = Consumo de metionina + cistina digestível; GP = Ganho de peso; CA = Conversão alimentar; DP = Deposição de proteína corporal; DG = Deposição de gordura corporal; PR = Peso relativo das penas; PP = Teor de proteína das penas; CV = Coeficiente de Variação; NS = Não significativo ($P > 0,05$); M = Machos; F = Fêmeas.

Tabela 8. Equações ajustadas para o consumo de metionina+cistina (CM) e conversão alimentar (CA), em função dos níveis de metionina+cistina digestível (M), coeficientes de determinação (R^2), e níveis de metionina+cistina estimados (NMCE) com o uso do diferentes modelos.

Modelo	Variável / equação	NMCE (%)	R²
Consumo de metionina + cistina (g) -			
Machos			
Linear	CM = -0,143097 + 29,2099 M	---	0,99
Consumo de metionina + cistina (g) -			
Fêmeas			
Linear	CM = 0,668857 + 22,3673 M	---	0,99
Conversão alimentar (g/g) – Machos e			
Fêmeas			
LRP	CA = 3,005564 - 0,68948 M (p/ M < 0,677%)	0,677	1,00
Quadrático	CA = 3,54716 - 2,59294 M + 1,65419 M ²	0,784	0,99
Baker et al. (2002)	3,54716 - 2,59294M + 1,65418 M ² = 2,5386	0,716	---

O consumo de ração (CR) foi influenciado pelos níveis de metionina+cistina, porém não foi possível ajustar nenhum dos modelos propostos. Pelo teste de Duncan ($P < 0,05$) foi possível detectar diferença significativa no CR somente entre o primeiro (0,515%) e o segundo (0,635%) nível estudado, tendo este último apresentado um CR inferior. Considerando que a dieta basal era a mais deficiente em metionina+cistina (0,515%), uma possível justificativa para esse resultado relaciona-se ao fato das aves possuírem a capacidade de compensar o consumo marginal de aminoácidos, aumentando o consumo de ração para minimizar as deficiências (SCHUTTE e PACK, 1995).

Observou-se interação ($P < 0,01$) entre os níveis de metionina+cistina da ração e o sexo somente para o CM.

Embora o ganho de peso (GP) tenha sido influenciado ($P < 0,05$) pelos níveis crescentes de metionina+cistina na ração, não foi possível o ajuste dos modelos linear, quadrático ou LRP. O teste de Duncan evidenciou que as dietas contendo 0,755 e 0,875% de metionina+cistina produziram GP semelhantes entre si, sendo superiores àqueles proporcionados pelas dietas contendo 0,515 e 0,635% de metionina+cistina, que também não diferiram entre si. Provavelmente os melhores resultados de GP

alcançados com os dois últimos níveis de metionina+cistina da ração, sejam decorrentes de uma relação metionina/ lisina da dieta mais próxima das relações ideais preconizadas por ROSTAGNO et al. (2005).

Considerando-se os dados de conversão alimentar (CA), a ausência de interação ($P>0,05$) entre os fatores estudados indicou que as respostas de machos e fêmeas foram semelhantes, justificando o ajuste de equações utilizando-se os dados provenientes de ambos os sexos. O modelo quadrático e o LRP proporcionaram bons ajustes dos dados de CA, sendo recomendados com o uso desses modelos os níveis de 0,784% e 0,677% de metionina+cistina digestível na ração, respectivamente.

O primeiro ponto de intersecção da curva quadrática com o platô do LRP estimou o nível de 0,716% de metionina+cistina digestível na ração (Figura 5), sendo este o nível considerado o mais adequado para melhorar a CA de aves ISA Label de ambos os sexos, no período de 28 aos 56 dias de idade. O nível de 0,716% na ração correspondeu aos CM estimados de 20,77g de metionina+cistina digestível para machos, e de 16,68g de metionina+cistina digestível para fêmeas, respectivamente, durante o período experimental.

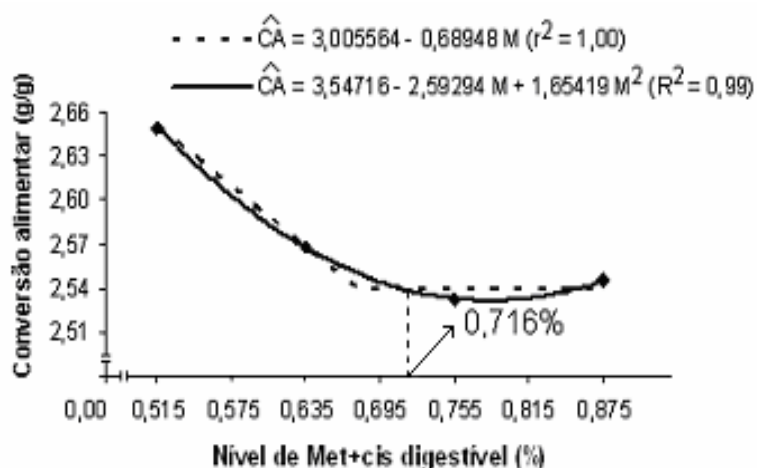


Figura 5. Representação gráfica do nível de metionina+cistina digestível na ração adequado para melhorar a CA, estimado por meio do primeiro intercepto da equação quadrática com o platô do LRP, para aves ISA Label no período de 28 aos 56 dias de idade.

Apesar dos níveis de metionina+cistina da ração terem afetado ($P < 0,01$) a deposição de gordura corporal (DG) das aves de forma bastante acentuada, não foi possível um ajuste adequado por nenhum dos modelos propostos. Pelo teste de Duncan observou-se que a dieta contendo 0,875% de metionina+cistina digestível proporcionou a maior DG, sendo que as dietas que continham os demais níveis de metionina+cistina proporcionaram valores semelhantes entre si. Considerando o nível de 0,875% de metionina+cistina na dieta, a relação metionina+cistina:lisina (87%) ficou bastante acima daquela preconizada por ROSTAGNO et al. (75%), resultando em um desequilíbrio nutricional. Este desequilíbrio pode limitar o crescimento de tecido magro, direcionando a energia excedente para os adipócitos, o que pode explicar a maior DG das aves que receberam o nível de 0,875% de metionina+cistina na ração.

O nível estimado de 0,716% de metionina+cistina digestível na ração parece adequado para maximizar o desempenho de aves da linhagem ISA Label no período de 28 a 56 dias de idade, uma vez que, mesmo naquelas variáveis cujos modelos não se ajustaram, a melhor expressão das mesmas foi com um nível próximo a 0,716% de metionina+cistina.

Exigência de metionina + cistina digestível para aves da linhagem ISA Label na fase de terminação (56 aos 84 dias)

As médias de desempenho e composição corporal de aves da linhagem ISA Label de ambos os sexos, no período de 56 a 84 dias de idade e o resumo das análises estatísticas para as diferentes variáveis são apresentadas na Tabela 9.

Tabela 9. Médias de desempenho, deposições de proteína e gordura corporais, peso relativo e teor de proteína das penas, de aves ISA Label, recebendo níveis crescentes de metionina+cistina digestível na ração, no período de 56 aos 84 dias de idade.

Variável	Sexo	Nível de metionina + cistina digestível (%)			Geral	CV (%)		Probabilidade		
		0,469	0,589	0,709		0,829	MC	Sexo	MC x sexo	
CR (g)	M	4137,50 ^{Aa}	4155,83 ^{Aa}	4046,67 ^{Aa}	4020,44 ^{Aa}	4090,11	2,02	<0,05	<0,01	<0,01
	F	3205,00 ^{Bb}	3222,50 ^{Bb}	3191,67 ^{Bb}	3529,55 ^{Ab}	3287,18				
	Geral	3671,25	3689,17	3619,17	3774,99					
CM (g)	M	19,40 ^{Da}	24,48 ^{Ca}	28,69 ^{Ba}	33,33 ^{Aa}	26,47	2,03	<0,01	<0,01	<0,01
	F	15,03 ^{Db}	18,98 ^{Cb}	22,63 ^{Bb}	29,26 ^{Ab}	21,47				
	Geral	17,22	21,73	25,66	31,29					
GP (g)	M	1199,00	1217,83	1209,33	1208,09	1208,56 ^a	2,84	NS	<0,01	NS
	F	807,17	826,50	822,33	799,74	813,93 ^b				
	Geral	1003,08	1022,16	1015,83	1003,91					
CA (g/g)	M	3,452 ^{Ab}	3,413 ^{Ab}	3,346 ^{Ab}	3,330 ^{Ab}	3,385	2,43	<0,01	<0,01	<0,01
	F	3,973 ^{Ba}	3,900 ^{Ba}	3,880 ^{Ba}	4,416 ^{Aa}	4,042				
	Geral	3,713	3,657	3,613	3,873					
DP (g)	M	248,39	258,95	259,59	234,73	250,41 ^a	10,30	NS	<0,01	NS
	F	173,31	179,75	193,38	184,32	182,69 ^b				
	Geral	210,85	219,35	226,48	209,52					
DG (g)	M	254,00	253,60	222,44	259,53	247,39 ^a	14,17	NS	<0,01	NS
	F	204,77	196,73	195,17	187,59	196,06 ^b				
	Geral	229,39	225,16	208,80	223,56					
PR (%)	M	6,09	6,19	5,64	6,16	6,02	8,91	NS	NS	NS
	F	6,41	6,22	6,45	5,97	6,26				
	Geral	6,25	6,20	6,05	6,06					
PP (%)	M	85,39	86,40	86,71	85,33	85,96	1,24	NS	NS	NS
	F	86,21	86,88	86,63	86,75	86,62				
	Geral	85,80	86,64	86,67	86,04					

Para cada variável, médias seguidas de letras iguais nas linhas (maiúscula) ou colunas (minúscula) não diferem entre si (P>0,05) pelo teste de Duncan; CR = Consumo de ração; CM = Consumo de metionina + cistina digestível;

GP = Ganho de peso; CA = Conversão alimentar; DP = Deposição de proteína corporal; DG = Deposição de gordura corporal; PR = Peso relativo das penas; PP = Teor de proteína das penas; CV = Coeficiente de Variação; NS = Não significativo ($P > 0,05$); M = Machos; F = Fêmeas.

Observou-se efeito de sexo para todas as variáveis avaliadas, com exceção ($P>0,05$) do PR e do PP das aves. Os níveis de metionina+cistina digestível da ração influenciaram o CR, o CM e a CA das aves na fase final, não exercendo efeito ($P>0,05$) sobre as demais variáveis avaliadas. A interação entre os fatores estudados, observada para o CR, o CM e a CA, evidenciou que as respostas aos níveis de metionina+cistina da ração são dependentes do sexo, no período de 56 a 84 dias de idade.

As equações obtidas para as diferentes variáveis, os coeficientes de determinação (R^2) e os níveis de metionina+cistina estimados (NMCE) são apresentados na Tabela 10.

Tabela 10. Equações ajustadas para o consumo de ração (CR), consumo de metionina+cistina (CM) e conversão alimentar (CA), em função dos níveis de metionina+cistina digestível (M) da ração, coeficientes de determinação (R^2), e níveis de metionina+cistina estimados (NMCE) com o uso dos diferentes modelos.

Modelo	Variável / equação	NMCE (%)	R²
	Consumo de ração (g) - Machos		
Linear	CR = 4339,08 - 383,626 M	---	0,80
	Consumo de ração (g) - Fêmeas		
Quadrático	CR = 5019,95 - 6434,04 M + 5562,18 M ²	0,578	0,89
	Consumo de metionina+cistina digestível (g) - Machos		
Linear	CM = 1,60462 + 38,3222 M	---	0,99
	Consumo de metionina+cistina digestível (g) - Fêmeas		
Linear	CM = -3,58371 + 38,6116M	---	0,98
	Conversão alimentar (g/g) - Machos		
LRP	CA = 3,66551 - 0,443899 M ($p/ M < 0,756 \%$)	0,756	0,98
Linear	CA = 3,6211 - 0,363024 M	---	0,96
	Conversão alimentar (g/g) - Fêmeas		
Quadrático	CA = 7,58984 - 12,6098 M + 10,5562 M ²	0,597	0,93

O desdobramento da interação demonstrou que os machos reduziram o CR em função do nível de metionina+cistina da ração de forma linear decrescente, enquanto que nas fêmeas o CR reduziu até o nível estimado de 0,578% de metionina+cistina digestível, aumentando com níveis superiores. Essa redução do CR com o aumento do

nível de metionina+cistina da ração possivelmente ocorreu devido ao melhor balanço de aminoácidos, alcançado com a suplementação de DL-metionina nas rações experimentais.

O CM variou de forma linear crescente em função do nível de metionina+cistina da ração em ambos os sexos.

Considerando-se a CA, ficou evidente que os machos respondem a níveis mais elevados de metionina+cistina digestível nas rações, quando comparados com as fêmeas. Para os machos, apesar de o modelo linear ter se ajustado aos dados, foi possível a obtenção do nível ótimo com o uso do LRP, sendo esse valor estimado em 0,756% de metionina+cistina na ração (Figura 6), correspondendo no período ao CM de 30,58 g de metionina+cistina digestível, por ave durante o período de 56 a 84 dias. Para as fêmeas, somente o modelo quadrático possibilitou um ajuste adequado aos dados, sendo estimado o nível de 0,597% de metionina+cistina na ração (Figura 7), correspondendo ao CM estimado de 19,47 g de metionina+cistina digestível por ave durante o período de 56 a 84 dias de idade.

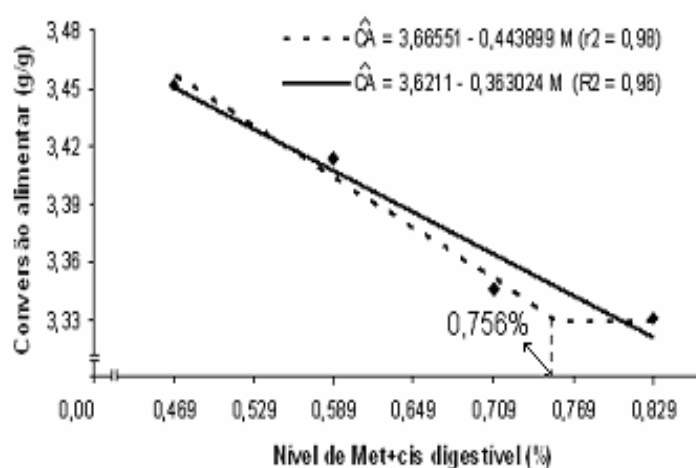


Figura 6. Representação gráfica do nível de metionina+cistina digestível adequado para melhorar a CA de machos ISA Label, no período de 56 aos 84 dias de idade, estimado com o uso do LRP.

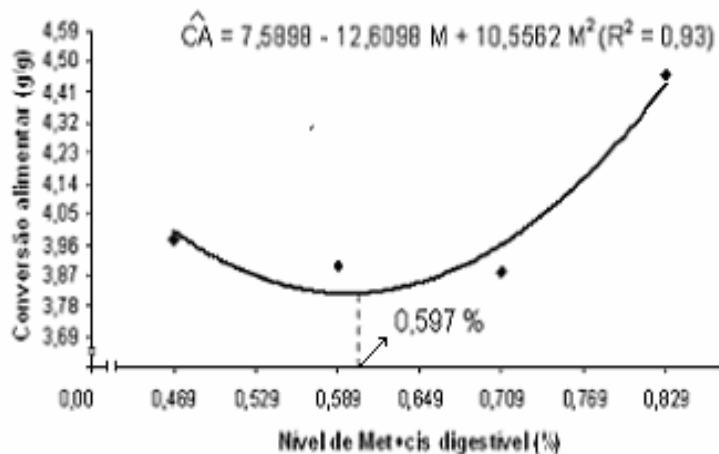


Figura 7. Representação gráfica do nível de metionina+cistina digestível na ração adequado para melhorar a CA de fêmeas ISA Label, no período de 56 aos 84 dias de idade, estimado com o uso do modelo quadrático.

As médias de rendimento de carcaça (RC), peito desossado (PD), peito com osso (PO), coxa (CX), sobrecoxa (SC) e porcentagem de gordura abdominal (GA) de aves da linhagem ISA Label de ambos os sexos aos 84 dias de idade e o resumo das análises estatísticas para as diferentes características são apresentadas na Tabela 11.

As características de carcaça das aves não foram influenciadas pelos níveis de metionina+cistina digestível da ração ($P > 0,05$). Estes resultados estão de acordo com aqueles relatados por BARBOSA et al. (2002) e RODRIGUEIRO et al. (2000), que também não observaram efeito dos níveis de metionina+cistina sobre os rendimentos de carcaça, partes nobres e gordura abdominal (%) de frangos de corte.

Tabela 11. Médias de rendimento de carcaça, peito desossado e com osso, coxa, sobrecoxa e porcentagem de gordura abdominal de aves, ISA Label, recebendo níveis crescentes de metionina+cistina digestível na ração, aos 84 dias de idade.

Variável	Sexo	Nível de metionina + cistina digestível (%)			Geral	CV (%)	Probabilidade			
		0,469	0,589	0,709			0,829	MC	Sexo	MC x sexo
RC (%)	M	77,81	76,42	79,18	77,17	77,64	2,30	NS	NS	NS
	F	76,84	75,78	77,12	76,60	76,59				
	Geral	77,33	76,10	78,15	76,88					
PD (%)	M	18,93	19,15	18,40	18,53	18,75 ^b	4,68	NS	<0,01	NS
	F	19,98	20,16	21,67	20,78	20,65 ^a				
	Geral	19,45	19,66	20,03	19,66					
PO (%)	M	25,81	26,37	25,14	25,28	25,65 ^b	3,21	NS	<0,01	NS
	F	26,52	27,54	28,42	27,63	27,53 ^a				
	Geral	26,17	26,96	26,78	26,46					
CX (%)	M	13,62	13,89	13,88	14,60	14,00 ^a	4,20	NS	<0,01	NS
	F	13,44	13,25	13,50	12,92	13,28 ^b				
	Geral	13,53	13,57	13,69	13,76					
SC (%)	M	15,80	15,92	15,77	15,78	15,82	4,24	NS	NS	NS
	F	15,80	16,29	15,75	16,05	15,97				
	Geral	15,80	16,10	15,76	15,92					
GA (%)	M	3,69	3,92	3,84	3,14	3,65 ^b	15,68	NS	<0,01	NS
	F	5,32	5,96	4,79	5,64	5,43 ^a				
	Geral	4,51	4,94	4,32	4,39					

Para cada variável, médias seguidas de letras iguais nas linhas (maiúsculas) ou colunas (minúsculas) não diferem entre si ($P > 0,05$) pelo teste de Duncan; RC = Rendimentos (%) de carcaça; PD = Peito desossado; PO = Peito com osso; CX = Coxa; SC = Sobrecoxa; GA = Porcentagem de gordura abdominal; CV = Coeficiente de Variação; NS = Não significativo ($P > 0,05$); M = Machos; F = Fêmeas.

Quanto ao efeito do sexo, observou-se que as fêmeas apresentaram valores superiores de PD, PO e GA, apresentando valores inferiores de CX quando comparados com os machos, aos 84 dias de idade. Essa diferença entre machos e fêmeas, observada para os rendimentos de carcaça, cortes e GA foram similares àquelas observadas no experimento descrito no capítulo 2, e evidenciaram que as fêmeas, apesar de depositarem maior quantidade de gordura abdominal, proporcionam maior rendimento de carnes nobres, como a do peito.

CONCLUSÕES

Recomenda-se para aves ISA Label, no período de 1 aos 28 dias de idade, níveis de metionina+cistina digestível na ração de 0,728% e 0,744%, para machos e fêmeas, respectivamente.

Para aves ISA Label de ambos os sexos, no período de 28 aos 56 dias de idade, recomenda-se o nível de 0,716% de metionina+cistina digestível na ração.

No período de 56 aos 84 dias de idade, recomendam-se níveis de metionina+cistina digestível na ração de 0,756% e 0,597% para machos e fêmeas, respectivamente.

REFERÊNCIAS

BAKER, D.H.; BATAL, A.B.; PARR, T.M.; AUGSPUNGER, N.R.; PARSONS, C.M. Ideal ration (relative to lysine) of tryptophan, threonine, isoleucine and valine for chicks during the second and third weeks posthatch. **Poultry Science**, Savoy, v.81, p.485-494, 2002.

BOOMGARDT, J.; BAKER, D. H. Effect of dietary energy concentration on sulfur amino acid requirement and body composition of young chicks. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.36, n.2, p.307-311, 1973.

HRUBY, M., **The amino acid maintenance and growth requirements of male broilers**. 1998. Thesis (Ph.D.) - University of Minnesota, Minnesota, US.

JENSEN, L. S. Concepts of amino acid and protein nutrition in poultry. In: COLÉGIO BRASILEIRO DE NUTRIÇÃO ANIMAL, 1990, Campinas. **Anais...** Campinas: CBNA, 1990. p. 99 - 108.

KALINOWSKI, A.; MORAN JR, E. T.; WYATT. C. Methionine and cystine requirements of slow- and fast-feathering male broilers from zero to three weeks of age. **Poultry Science**, Savoy, v.82, p.1423–1427, 2003a.

KALINOWSKI, A.; MORAN JR, E. T.; WYATT. C.. Methionine and cystine requirements of slow- and fast-feathering male broilers from three to six weeks of age. **Poultry Science**, Savoy, v.82, p.1428–1437, 2003b

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of poultry**. 9th.ed. Washington, D.C.: National Academy of Science, 1994. 154 p.

OLIVEIRA NETO, A.R.; OLIVEIRA R.F.M.; DONZELE, J. L.; CECON, P.R.; VAZ, R.G.M.V.; GASPARINO, E. Níveis de metionina + cistina para pintos de corte mantidos em ambiente termoneutro. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.34, n.6, p. 1956–1962, 2005.

RADEMACHER, M. Por qué es importante considerar la proporción “mínima” de metionina sobre metionina + cistina total en las dietas de cerdos? **Amino News**, Hanau-Wolfgang, v.1, n.1, p.7-10, 2001.

RIBEIRO JÚNIOR, J.I. **Análises estatísticas no SAEG**. Viçosa: UFV, 2001. 301p.

RODRIGUEIRO, R.J.B.; ALBINO, L.F.T.; ROSTAGNO, H.S.; GOMES P.C.; POZZA P.C.; NEME R. Exigência de metionina + cistina para frangos de corte na fase de crescimento e acabamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.29, n.2, p. 507–517, 2000.

ROSTAGNO, H.S; ALBINO, L.F.T., DONZELE, J.L.; GOMES, P.C.; OLIVEIRA, R.F.M.; 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.

SANTOS, A.L.; SAKOMURA, N. K.; FREITAS, E.R.; FORTES, C. M. L.; CARRILHO, 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**, Viçosa, v.34, n.5, p.1589-1598, 2005

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

PESTI, G.M.; LECLERCQ, B.; CHAGNEAU, A.M.; COCHARD, T. Effects of the naked neck (Na) gene on the sulfur-containing amino acid requirements of broilers. **Poultry Science**, Savoy, v.75, p.375 -380, 1996.

SHUTTE, J.B.; PACK, M. Sulfur amino acid requirement of broiler chicks from fourteen to thirty-eight days of age. 1. performance and carcass yield. **Poultry Science**, Savoy, v.74, p. 480-487, 1995.