

CLAUDSON OLIVEIRA BRITO

**AVALIAÇÃO DE DIETAS FORMULADAS COM AMINOÁCIDOS
TOTAIS E DIGESTÍVEIS E ESTIMATIVAS DO CRESCIMENTO E
DA DEPOSIÇÃO DE NUTRIENTES EM FRANGOS DE CORTE**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

VIÇOSA
MINAS GERAIS - BRASIL
2007

CLAUDSON OLIVEIRA BRITO

**AVALIAÇÃO DE DIETAS FORMULADAS COM AMINOÁCIDOS
TOTAIS E DIGESTÍVEIS E ESTIMATIVAS DO CRESCIMENTO E
DA DEPOSIÇÃO DE NUTRIENTES EM FRANGOS DE CORTE**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

APROVADA: 26 de janeiro de 2007.

Dr. Júlio Maria Ribeiro Pupa

Prof. José Geraldo de Vargas Júnior

Prof. Horacio Santiago Rostagno
(Co-orientador)

Prof. Paulo Cezar Gomes
(Co-orientador)

Prof. Luiz Fernando Teixeira Albino
(Orientador)

A Deus, por ter ao longo deste tempo me mostrado qual o melhor caminho seguir e por ter colocado pessoas boas que me fizeram chegar até aqui. Graças Te dou a todo o momento.

À meus pais João e Maria, que na simplicidade souberam me dar as ferramentas certas para construir esse caminho e aos poucos a vitória.
Amo vocês demais.

À minha futura esposa Magna, pela dedicação, pelas centenas de mensagens enviadas ao longo destes anos e por sempre acreditar que o amor é capaz de vencer o tempo.
Sempre te amarei.

Aos meus doze irmãos, que através de seus erros e acertos me fizeram melhor compreender a vida e a reajustar a linha da vida.
Vocês são tudo de bom.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Viçosa (UFV), particularmente ao Departamento de Zootecnia, pela oportunidade de realização do curso.

À Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPQ), pela concessão da bolsa de estudo.

Ao professor Luiz Fernando Teixeira Albino, pela brilhante orientação, pelos ensinamentos, pelos constantes estímulos e principalmente por ter me permitido realizar um sonho, estudar na Universidade Federal de Viçosa.

Ao professor Horacio Santiago Rostagno, pelas infinitas colaborações, sugestões e pelas inúmeras noites de trabalho realizadas.

Ao professor Paulo Cezar Gomes, pelo rigor profissional, pelos ensinamentos e estímulos.

Aos professores e amigos Sergio Luiz de Toledo Barreto e José Geraldo de Vargas Júnior, que sempre se colocaram a disposição de nossos chamados.

Aos funcionários do setor de Avicultura da UFV, Elisio, José Lino, Adriano e Mauro, pelo apoio durante a realização dos experimentos e aos funcionários do laboratório de Nutrição Animal.

Aos colegas Débora Cristine, Marli Areno, Luiz Ernesto, Patrícia Campos, Flávio Hashimoto, Lidson Ramos Nery, Dawson José, Alfredo e Gonzalo Lora, Carla, Guilherme, Mauricio, Fernando, Rodrigo e Eliane pelas ajudas durante as realizações dos experimentos, pela amizade, encontros e saídas.

Aos velhos, muito velhos amigos, Janaina Martuscello, Daniel de Noronha, Álvaro Bicudo, Edson Mauro, Anderson Zanine, Luiz Fernando e Marinaldo Divino Ribeiro. Ao amigo e compadre Anderson Corassa, pela amizade e ensinamento.

Aos meus amigos do peito, João Tomaz, Cleber José da Silva e Maria das Graças, que vem acompanhando essa caminhada a muitos anos.

Aos amigos do coral da FUNSEC (Gov. Valadares - MG), do Coral Fermata (Viçosa - MG), da Pastoral Universitária (Rio de Janeiro), da capela da UFV, pelos momentos de alegria e fé.

À Senhora Vanja Albino, que me ajudou nos momentos de dificuldades.

Aos demais professores, colegas e funcionários do Departamento de Zootecnia que de alguma forma, direta ou indireta, contribuíram para a conclusão deste curso.

À Degussa e Ajinomoto pela realizações das análises de aminoácidos.

BIOGRAFIA

CLAUDSON OLIVEIRA BRITO, filho de João Francisco Brito e Maria Ferreira Brito, nasceu em 11 de março de 1974, em Governador Valadares - MG.

Cursou o 2º grau na Escola Agrotécnica Federal de São João Evangelista, São João Evangelista, Minas Gerais, 1993.

De 1994 a 1996 realizou trabalhos extras curriculares e exerceu função pública na área de inspeção sanitária de alimentos pela prefeitura de Governador Valadares - MG

Em março de 1997, ingressou no curso de Zootecnia, na Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, em Seropédica - RJ, colando grau em março de 2002.

Em abril de 2002, iniciou o curso pós-graduação em Zootecnia, em nível de Mestrado, na área de Nutrição de Monogástricos, na Universidade Federal de Viçosa.

Em agosto de 2003, iniciou o Curso de pós-graduação em Zootecnia, em nível de Doutorado, na Universidade Federal de Viçosa, concentrando novamente seus estudos na área de Nutrição de Monogástricos.

Em 26 de janeiro de 2007, submeteu-se à defesa de tese para a obtenção do título de "Doctor Scientiae".

Sumário

	Página
RESUMO.....	viii
ABSTRACT.....	xi
1 - INTRODUÇÃO GERAL.....	1
2 - REVISÃO DE LITERATURA	
2.1 - Alguns Alimentos Utilizados na Alimentação Animal.....	2
2.2 - Digestibilidade de Aminoácidos dos Alimentos.....	5
2.3 - Metodologias para Determinação da Perda Endógena de Aminoácidos....	6
2.3.1 - Aves em Jejum.....	6
2.3.2 - Dieta Livre de Proteína (DLP).....	6
2.3.3 - Caseína Hidrolisada Enzimaticamente (CHE).....	7
2.4 - Fatores que Influenciam a Digestibilidade de Aminoácidos dos Alimentos	7
2.5 - Aminoácidos Totais e Digestíveis Sobre o Desempenho das Aves.....	9
2.6 - Aditividade de nutrientes.....	11
2.7 - Estimativa das Exigências de Aminoácidos Através de Equações Matemáticas.....	12
2.8 - Aminoácidos Destinados à Manutenção e Eficiência de Utilização.....	14
2.9 - Deposição de Proteína, Gordura e Lisina Corporal em Frangos de Corte..	19
2.10 - Curvas de Crescimento Corporal e Deposição de Tecido.....	20
 CAPÍTULO I	
DIGESTIBILIDADE VERDADEIRA DE AMINOÁCIDOS DE ALIMENTOS E DE DIETAS COMPLETAS EM FRANGOS DE CORTE, UTILIZANDO DIFERENTES METODOLOGIAS	
1 – INTRODUÇÃO.....	26
2 - MATERIAL E MÉTODOS.....	28
2.1 - Local e duração.....	28
2.2 - Animais.....	28
2.3 - Instalações e manejo.....	28
2.4 - Delineamento experimental.....	29
2.5 - Dietas experimentais.....	29
2.6 - Temperatura interna na sala de metabolismo	32
2.7 - Colheita de dados e características avaliadas.....	32
2.8 - Análises estatísticas.....	33

3 - RESULTADOS E DISCUSÃO.....	34
3.1 - Perda endógena e coeficiente de digestibilidade da proteína	34
3.2 - Coeficientes de digestibilidade verdadeiro determinados dos aminoácidos dos alimentos.....	40
3.3 - Conteúdo verdadeiro dos aminoácidos dos alimentos.....	50
3.4 - Coeficiente de digestibilidade verdadeiro dos aminoácidos das dietas completas.....	53
3.5 - Conteúdo verdadeiro de aminoácidos das dietas completas.....	61
3.6 - Aditividade de aminoácidos.....	64
4 - RESUMO E CONCLUSÕES.....	72

CAPÍTULO II

USO DE DIFERENTES ALIMENTOS EM DIETAS FORMULADAS COM BASE EM AMINOÁCIDOS TOTAIS OU DIGESTÍVEIS SOBRE O DESEMPENHO

1. INTRODUÇÃO.....	74
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	75
2.1 - Local e duração.....	75
2.2 - Animais.....	75
2.3 - Instalações e manejo.....	75
2.4 - Delineamento experimental.....	75
2.5 - Dietas experimentais	76
2.6 - Temperatura interna no galpão.....	79
2.7 - Características avaliadas.....	79
2.8 - Análises estatísticas.....	79
3 - RESULTADOS E DISCUSÃO.....	81
3.1 - Desempenho	81
3.2 - Parâmetros de Carcaça	86
4 - RESUMO E CONCLUSÕES.....	98

CAPÍTULO III

DESENVOLVIMENTO CORPORAL, EFICIÊNCIA DE UTILIZAÇÃO E EXIGÊNCIA DE LISINA DIGESTÍVEL PARA FRANGOS DE CORTE ESTIMADOS POR EQUAÇÕES MATEMÁTICAS.

1. INTRODUÇÃO.....	100
2 - MATERIAL E MÉTODOS.....	102
2.1 - Local e duração.....	102
2.2 - Animais	102
2.3 - Instalações e manejo.....	102
2.4 - Delineamento experimental e estimativa da exigência de lisina digestível..	102
2.5 - Dietas experimentais	103

2.6 - Temperatura interna no galpão.....	109
2.7 - Características avaliadas.....	109
2.8 - Estimativas das variáveis utilizando a equação de Gompertz.....	111
2.9 - Análises estatísticas.....	112
3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	113
3.1 - Desempenho.....	113
3.2 - Deposição de proteína, gordura e lisina corporal em diferentes períodos experimentais.....	117
3.3 - Curvas de Crescimento e deposição de tecido corporal estimadas pelos Parâmetros da Equação de Gompertz.....	124
4 - RESUMO E CONCLUSÕES.....	140
3 - CONCLUSÕES GERAIS.....	142
4 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	143
5 - APÊNDICE.....	154

RESUMO

BRITO, Claudson Oliveira, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, Janeiro de 2007
Avaliação de dietas formuladas com aminoácidos totais e digestíveis e estimativas do crescimento e da deposição de nutrientes em frangos de corte. Orientador: Luiz Fernando Albino Teixeira. Co-orientadores: Horacio Santiago Rostagno e Paulo César Gomes.

Três experimentos foram realizados com os objetivos de determinar os coeficientes de digestibilidade verdadeiro (CDV) da proteína bruta (PB) e de aminoácidos de alimentos, de dietas completas e de aminoácidos sintéticos (AAS), ambos obtidos a partir da perda endógena com a dieta livre de proteína (DLP), da DLP mais aminoácidos (DLP+AA) e da dieta com caseína hidrolisada enzimaticamente (CHE) - Exp.1. Avaliar se frangos de corte alimentados com dietas à base de milho ou de sorgo, com inclusão de 6 ou de 12% de farelo de algodão, formuladas com base em aminoácidos totais ou digestíveis, apresentariam diferenças no desempenho e nos parâmetros de carcaça quando comparadas entre si, e quando comparadas a uma dieta com milho e com farelo de soja - Exp.2. Estimar através das equações de Gompertz, o crescimento, a deposição de proteína, de gordura e de lisina corporal e o consumo de ração e determinar a eficiência de utilização e a quantidade de lisina digestível por quilo de ganho de peso de frangos de corte machos e fêmeas alimentados com dietas contendo variados níveis de lisina digestível - Exp.3. No Exp. 1, observou-se que o uso da DLP+AA proporcionou às aves as maiores perdas endógenas de aminoácidos, exceto para lisina, isoleucina, valina e histidina (0,255; 0,390; 0,449 e 0,209mg/g MS, respectivamente) que foram maiores com o uso da CHE e da arginina (0,249mg/g MS) e leucina (0,417mg/g MS) que foram maiores com a DLP. Essas observações mostraram que uso da DLP+AA estimula à produção de enzimas digestivas e possibilita a redução de erros observados durante as análises com a CHE. A utilização de CHE e de DLP+AA proporcionaram em média os maiores CDV para a proteína bruta, sendo para os AAS, milho (M), sorgo (S), farelo de soja (FS) e farelo de algodão (FA) valores de 99,6; 91,7; 90,7; 90,5 e 90,2%, respectivamente. A inclusão do FA reduziu a digestibilidade da PB das dietas, sendo o CDV para a dieta com M+FS de 86,9% e para

as dietas com M+FA6, M+FA12, S+FA6 e S+FA12 respectivamente de 85,5, 84,4, 86,4; 85,3%. As dietas com milho ou sorgo com a inclusão de 12% de FA apresentaram os CDV para metionina, lisina e treonina de 91,0; 87,1; 81,0% e 91,2; 88,0; 83,1%, respectivamente. Valores menores que os observados para a dieta com M+FS (94,4; 92,2; 84,9%). No Exp. 2, as dietas completas foram as mesmas do experimento 1, porém, formuladas com base em aminoácidos totais (AAT) e digestíveis (AAD). Não foi observado diferenças no ganho de peso (GP), no consumo de ração (CR) e na conversão alimentar (CA) das aves alimentadas com dieta à base de M+FS e os demais tratamentos, exceto quando foi utilizada a dieta formulada M+FA12 AAT, que proporcionou redução de 2,6% no GP quando comparada ao consumo da dieta M+FS. Aves alimentadas com dietas formuladas com AAD apresentaram maiores GP (1492,8g) e melhores CA (1,698) que as aves alimentadas com dietas com AAT (1461g e 1,732, respectivamente). A interação existente entre farelo de algodão e o tipo de formulação mostrou que o uso de AAD permitiu a inclusão de 12% de FA, com aumento de 52g no GP. Para os parâmetros de carcaça não foram observado diferenças entre as aves alimentadas com dietas à base de M+FS e as demais dietas. Porém, as que receberam M+FA12 AAD apresentaram maior peso de carcaça (1397g), peso de peito (446g) e filé de peito (335g) que as aves alimentadas com M+FS (1352, 430 e 324g, respectivamente). O uso de formulações com base em AAD proporcionou às aves melhores desempenhos e rendimentos de carcaça que o uso de AAT e ainda permitiu a inclusão de 12% de farelo de algodão sem a redução das variáveis estudadas. No Exp. 3, para o período de 1 a 42 dias de idade observou-se que a redução de 6% nos níveis de lisina digestível reduziu o GP e piorou a CA de machos e de fêmeas, porém, os variados níveis de lisina digestível aplicados não fizeram alterações significativas sobre a deposição tecido corporal, exceto para gordura que foi depositada em maiores quantidades quando as aves receberam 6% menos de lisina. O crescimento dos animais foi seguido pela deposição de proteína: 1,4; 4,5; 13,9 e 15,2g nos machos e 1,6; 4,6; 12,4 e 11,6g nas fêmeas, respectivamente para as idades 7; 21; 35 e 42 dias. Para o período de 36 a 42 dias de idade foi observado que as fêmeas depositaram maior quantidade de gordura diária (20,8g) que os machos (17,6g). A partir da deposição de proteína em cada período experimental, observou-se que a quantidade de lisina depositada diariamente e a demanda por quilo de ganho foi aumentada com a idade. As curvas de crescimento e deposição indicaram que quanto maior a idade de abate, maior é o teor de gordura e menor o de proteína na carcaça, principalmente nas fêmeas. A

eficiência de utilização da lisina digestível para deposição de lisina, tanto para machos como para as fêmeas, foram para a idade de 7; 21; 35 e 42 dias de idade, respectivamente de 49,6; 78,3; 66,4; 56,1% e 55,0; 81,0; 67,0; 57,4%. A partir da deposição e da eficiência de utilização de lisina, do ganho de peso e do peso médio (PM), foram geradas as seguintes equações: Macho: Y (g Lisina Dig/kg Ganho) = $13,815 + 0,5638 PM + 1,1431 PM^2$, $R^2 = 0,99$ e Fêmea: Y (g Lisina Dig/kg Ganho) = $13,107 + 1,9773 PM + 0,6571 PM^2$, $R^2 = 0,99$, as quais estimaram com precisão que as quantidades de lisina digestível por quilo de ganho foram crescente, sendo em média de 13,9; 14,7; 18,5 e 21,5 g/kg de ganho para os machos e de 13,3; 14,8; 18,0 e 19,9 g/kg de ganho para as fêmeas, respectivamente para as idades de 1 a 7, 8 a 21, 22 a 35 e 36 a 42 dias.

ABSTRACT

BRITO, Claudson Oliveira, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, January of 2007.
Evaluation of diets based on total and digestible amino acids and estimates of growth and nutrients deposition in broiler chickens. Adviser: Luiz Fernando Albino Teixeira. Co-advisers: Horacio Santiago Rostagno and Paulo César Gomes.

Three experiments were run with the objectives to determine the true digestibility coefficients (TDC) of crude protein (CP) and amino acids of feedstuffs, complete diets and of synthetic amino acids (SAA), both obtained by endogenous nutrients losses using protein free diet (PFD), PFD plus amino acids (PFD+AA), and enzyme-hydrolyzed casein (EHC) - Exp.1. To evaluate the performance of broiler chickens fed corn or sorghum based diets (with inclusion of 6 or 12% of cottonseed meal), formulated on a total and digestible amino acids base. Performance and carcass parameters when compared among the test diets and a corn-soybean diet control - Exp.2. To estimate through Gompertz equations the animals rate of growth; protein, fat and lysine deposition; feed intake, lysine efficiency of utilization and the g. of digestible lysine per kilo of weight gain in males and females fed with variable lysine digestible diets - Exp.3. In exp.1, was observed that the use of PFD+AA diet, allowed higher endogenous amino acids losses, except for lysine, isoleucine, valine and histidine (0.255; 0.390; 0.449 e 0.209mg/g DM, respectively) that were highest when the EHC was fed. Arginine (0.249mg/g DM) and leucine (0.417mg/g DM) were highest when the PFD was fed. Feeding the PFD+AA diet stimulate digestive enzymes production and also decrease errors and processing difficulties with EHC. The EHC and PFD+AA diets methods showed the highest mean TDC for crude protein, being for the SAA, corn (C), sorghum (S), soybean meal (SBM) and cottonseed meal (CSM) of 99.6; 91.7; 90.7; 90.5 and 90.2%, respectively. The inclusion of the CSM reduced the digestibility of CP,

being TDC of the diet with C+SBM 86.9%. For the diets with C+CSM6, C+CSM12, S+CSM6 and S+CSM12 the TDC was respectively of 85.5; 84.4; 86.4; 85.3%. The diets with corn or sorghum and inclusion of 12% of cottonseed meal presented TDC for methionine, lysine and threonine of 91.0; 87.1; 81.0% and 91.2; 88.0; 83.1%, respectively. Smaller than observed values for diet with C+SBM (94.4; 92.2; 84.9%). In Exp.2, The diets were the same complete diets of experiment 1, however, formulated with total (TAA) and digestible amino acids (DAA). There was no effect on weight gain (WG), feed intake (FI) and feed conversion (FC) of the birds fed with C+SBM diet and the other treatments, except for the birds fed with formulated C+CSM12 TAA diet, that showed reduced WG (2.6%) when compared with the C+SBM diet. The birds fed diets formulated with DAA showed the higher WG (1492.8g) and the better FC (1.698) that the birds fed diets with TAA (1461g and 1.732, respectively). The interaction between cottonseed meal and formulation type showed that the use of DAA allowed the inclusion of 12% of CSM, increasing 52g in WG. There was no effect on carcass parameters between birds fed C+SBM diet and other diets. However, birds fed C+CSM12 AAD showed higher carcass weight (1397g), breast weight (446g) and breast filet weight (335g) that the birds fed with C+SBM (1352, 430 and 324g, respectively). Formulations based in digestible amino acids provided better performance and carcass yield that total amino acids, and allowed the inclusion of 12% of cottonseed meal without reduction of the parameters evaluated. In Exp. 3, In the period from 1 to 42 days of age was observed that reduction of 6% in the levels of digestible lysine negatively affected WG and FC of males and females, however, lysine levels didn't make significant alterations body nutrient deposition, except for fat that was deposited in larger amounts when the birds received 6% less dietary lysine. Animal growth rate followed closely daily body protein deposition: 1,4; 4,5; 13,9 and 15,2 g in males and 1,6; 4,6; 12,4 and 11,6g in females, respectively for 7; 21; 35 and 42 days of age. During the period of 36 to 42 days of age females deposited higher amount of daily fat (20,8g) than males (17,6g). The amount of lysine deposited daily and the g. of lysine per kilo of gain increased with age. Growth and deposition curves indicated that at older age of slaughter larger fat and lower protein carcass deposition, mainly in females. The efficiency of utilization of digestible lysine for body lysine deposition, for males and females, at 7; 21; 35 and 42 days of age, were respectively of 49.6; 78.3; 66.4; 56.1% and 55.0; 81.0; 67.0; 57.4%. Based on lysine deposition and efficiency utilization, weight gain and average weight (AW), the following equations were generated: male

Y (g Lysine Dig/kg gain) = $13,815 + 0,5638 AW + 1,1431 AW^2$, $R^2 = 0,99$ and Female:
Y (g Lysine Dig/kg gain) = $13,107 + 1,9773 AW + 0,6571 AW^2$, $R^2 = 0,99$. The
equations to estimate g. of digestible lysine per kilo of gain were 13.9; 14.7; 18.5 and
21.5 g/kg gain for males and 13.3; 14.8; 18.0 and 19.9 g/kg gain for females,
respectively from 1 to 7, 8 to 21, 22 at 35 and 36 to 42 days of the age.

1 - INTRODUÇÃO GERAL

Nas últimas décadas o crescente interesse do mercado consumidor por produtos seguros, de qualidade e de menor impacto ao meio ambiente, tem conduzido a todos os envolvidos na cadeia produtiva a desenvolverem alternativas para atenderem essa demanda.

Na produção de carnes, esperam-se animais que apresentem carcaças com maiores rendimentos de tecido magro e menor teor de gordura.

Na avicultura, o melhoramento genético observado nos últimos anos, tem permitido reduzir a idade de abate, melhorar a conversão alimentar e aumentar o rendimento de carcaça, com maior conteúdo de carne magra. Porém, estas melhoras trouxeram consigo a necessidade de fornecer a estes animais uma alimentação que maximizasse o desempenho e a eficiência produtiva, reduzido a deposição de gordura associada ao balanço dietético e a grande capacidade de consumo das atuais linhagens, estando ligados às questões econômicas.

Para conseguir tais avanços, a determinação das exigências nutricionais para uma produção específica e a composição dos alimentos com seus respectivos coeficientes de digestibilidade e seus conteúdos em aminoácidos, tem contribuído para alcançar tais objetivos. A obtenção destes conhecimentos tem permitido ainda a utilização de alimentos alternativos ao milho e ao farelo de soja, que de certa forma reduzem o custo de produção.

Com base nestes conhecimentos e no desenvolvimento da área computacional (software e hardware), têm sido apresentados modelos matemáticos que descrevem com grande precisão o crescimento animal e suas relações alométricas, os quais aliados ao estado fisiológico e às condições ambientais na qual os animais estão situados é possível estimar com antecipação as exigências nutricionais, o consumo de alimento e o ganho de peso das aves, o que proporcionará retorno econômico.

2 - REVISÃO DE LITERATURA

2.1 - Alguns Alimentos Utilizados na Alimentação Animal

Do milho (*Zea mays* L.) produzido no Brasil, cerca de 60 a 80% é utilizado na alimentação animal. Para atender a demanda, na safra de 2006/2007 produziu-se em torno de 41,7 milhões de toneladas (CONAB, 2006). Segundo Soto-Salanova et al. (1996), as variações existentes na proteína (4,8 a 10,9%), no óleo (2,2 a 5,5%) e no amido (55,8 a 64,2%), dependem da variedade, das condições que foi plantado e em que foi sujeito durante o processamento, tornando necessária a constante avaliação do valor nutritivo do milho entre regiões e variedades, e ainda a determinação da digestibilidade dos nutrientes visando a redução desta variabilidade.

O sorgo (*Sorghum bicolor*), produzido nas safras de 1984/1985, 1994/1995 e 2004/2005 foi (em mil toneladas) de 389,40; 243,9 e 1.568, respectivamente (CONAB, 2006). Apresenta similaridade com o milho em relação à composição de carboidratos e proteínas, porém, apresenta em sua estrutura o tanino. Todas as variedades de sorgo apresentam componentes fenólicos, os quais refletem sobre a cor, aparência e valor nutritivo do grão. São divididos em três grupos: ácido fenólico, flavonóides e taninos. O tanino é solúvel em água, com peso molecular em torno de 500, apresenta sabor amargo e adstringente, reduz a o valor nutricional da dieta, principalmente pela redução da atividade enzimática e complexa ação com proteínas, íons metálicos divalentes, carboidratos e outras macromoléculas (Miratu et al., 1984; Fernandes, 2002).

Os taninos condensados são os responsáveis pela redução da qualidade nutricional, pois são polímeros de unidades de flavan-3-diol ligados por pontes ácido fracas de carbono resistentes a hidrólise ácida e não são absorvidos no trato intestinal. Porém, os taninos hidrossolúveis, são compostos de glicose e outros sacarídeos poliesterificados como o ácido gálico, são prontamente quebrados por ácidos, bases e alguns casos por hidrólise enzimática, sendo o ácido gálico metabolizado e excretado nas fezes. Este tipo de tanino não é encontrado no sorgo (Elkin & Rogler, citado por Fernandes, 2002).

A presença do tanino no sorgo depende da constituição genética do material, de modo que o genótipo constituído dos genes dominantes B1 e B2 apresentarão a síntese de tanino. O sorgo era classificado como do tipo I, II, III, representando os teores de taninos baixos, médios e altos, respectivamente. Mas hoje, com o conhecimento dos grupos fenólicos presentes na testa da semente, são classificados como sorgo com e sem tanino (Fernandez, 2002). A presença de 0,1 a 0,7% ou 1,3 a 3,6% de tanino, representa o sorgo sem e com tanino, respectivamente (Myer et al., 1986).

Estudos com sorgo visam usá-lo como substituto do milho, buscando preencher as lacunas da entre safra do milho e redução no custo de produção animal. Claro que a característica de cada grão poderá impactar de formas diferentes o desempenho animal. Garcia et al. (2004), mostram que a digestibilidade da proteína e da fibra do sorgo com alto tanino é menor (74 e 84,1%) que a do sorgo com baixo tanino (75 e 84,7%), porém, menores que a digestibilidade de nutrientes observadas no milho (77 e 85,2%, respectivamente). Fanquinello et al. (2004), avaliando a substituição (20; 40; 60; 80 e 100%) do milho pelo sorgo de alto tanino (1,44%) sobre os parâmetros e produção e qualidade do ovo em codornas japonesas, concluíram que o sorgo de alto tanino pode substituir o milho em até 80% sem afetar a produção, mas ressaltaram a importância da suplementação com pigmentantes para manter a qualidade da gema.

A pigmentação é um dos problemas da utilização do sorgo. Trinco et al. (2003) observaram que o sorgo poderia substituir 100% do milho sem afetar o desempenho de frangos de corte, mas devendo se preocupar com a pigmentação da carcaça. A falta de pigmentantes naturais no sorgo é considerável, como demonstrado por Fernandes (2002), o sorgo comum pode apresentar 0,2 ppm de caroteno e 1,1 ppm de xantofila contra 1,8 e 19 ppm, respectivamente no grão de milho.

Diniz et al. (2002) compararam o desempenho e o rendimento da carcaça de frangos de corte da linhagem Cobb-vantress de 1 a 49 dias de idade alimentados com dietas a base de milho (M), milho mais sorgo (50:50) (M+S) ou a base de sorgo (S). Observaram que o peso vivo das aves aos 42 dias foi de 2,57; 2,75 e 2,67 kg e a conversão alimentar de 1,72; 1,67 e 1,71 quando alimentadas com M, M+S e S, respectivamente. Para o rendimento de carcaça os autores observaram para carcaça 83,4; 84,6 e 84,3% e para peito 24,3; 25,0 e 24,5% respectivamente para dietas fornecidas.

Essa comparação entre as fontes de milho e sorgo, indica que a composição nutricional do sorgo o coloca como integrante das rações de frangos de corte, garantindo

a mesma qualidade nutricional das rações à base de milho e farelo de soja, com as devidas ressalvas.

A soja (*Glycine max*), é o grão que ocupa o segundo lugar na produção mundial. O Brasil produziu na safra de 2004/2005 cerca de 51,4 milhões de toneladas de soja e cerca de 22,7 milhões de toneladas de farelo de Soja (CONAB, 2006). O farelo de soja, subproduto da indústria do óleo de soja, é a principal fonte de proteína utilizada na nutrição animal, participando com quase 70% da proteína das rações destinadas às aves e suínos (Fernandez, 2002). Possui em sua composição fatores antinutricionais prejudiciais aos monogástricos, como os inibidores de tripsina, as hemaglutininas (lecitinas), os fatores goitrogênicos e as saponinas (Oliveira et al., 2000; Smithard, 2002), os quais em altos níveis reduzem o crescimento em função pela redução na digestibilidade das proteínas da dieta (Brito, 2006).

A alternativa para a redução destes fatores antinutricionais seria o adequado processamento por aquecimento ou tratamento térmico e a verificação da qualidade do produto final, que pode ser feita pela atividade de urease, solubilidade da proteína em KOH 0,2% e pelo índice de dispersão de proteína.

O Algodão (*Gossypium hirsutum*), produzido no Brasil concentrava-se até no início da década de 90, nas regiões Sul, Sudeste e Nordeste. Após esse período, a participação do algodão produzido nas áreas de cerrado, como na região Centro-Oeste, aumentou significativamente. Segundo a CONAB (2006), a produção brasileira tem crescido, tendo colhido (em mil toneladas) na safra de 1984/1985, 1994/1995 e 2004/2005, 1.786,5; 997,6 e 2.128,9 toneladas de algodão em caroço, respectivamente.

Para a nutrição animal, a importância do algodão está em seu subproduto, o farelo do algodão, resultante da extração do óleo contido no grão através de solvente. Em função do tipo da extração, pode-se produzir o farelo de algodão com 45% de proteína, descortiado e sem casca; farelo de algodão com 38/40% de proteína, descortiado e com casca e dois tipos de torta: a torta gorda (5% de óleo residual) mais energética, proveniente apenas da prensagem mecânica, porém com menor teor de proteína; torta magra (menos de 2% de óleo residual) oriundo da extração por solventes, apresenta concentração, relativamente maior de proteína (Araújo et al 2003).

Pode ser usado em maiores quantidades na alimentação de ruminantes, pois para aves e suínos o uso é limitado pelo fato da presença do gossipol e do teor de fibra. Esta substância é um pigmento amarelo, polifenólico, encontrado nas glândulas de óleo do caroço (Fernandez, 2002). Segundo este autor, na maioria dos farelos, o conteúdo de

gossipol total está em torno de 1%, mas desse total, somente 0,1% esta na forma de gossipol livre capaz de se ligar ao ferro da dieta, levando ao aparecimento da anemia e também a descoloração da gema e do albúmen e ainda aparecimento manchas de sangue na gema.

2.2 - Digestibilidade de Aminoácidos dos Alimentos

A digestibilidade é a quantidade de aminoácidos presente no alimento que é absorvida pela ave, ou seja, não excretada nas fezes. A digestibilidade tem sido usada em detrimento do termo disponibilidade de aminoácido, que é conceito aceito e reconhecido na nutrição animal, atribuído ao fato de que os nutrientes não são completamente digeridos e metabolizados. A disponibilidade de um nutriente está em função do processo da digestão, da metabolização e da utilização pelo tecido animal. Devido ao custo e a demora nessas determinações é que tem sido utilizado o termo digestibilidade como técnica de aproximação, dando informações sobre todos os aminoácidos em um único teste.

A avaliação da digestibilidade pode ser feita por dois caminhos, pela coleta total (excreta) e pela coleta ileal (digesta). Na coleta total, a excreta é influenciada pela microbiota cecal, pela perda endógena e metabólica. A dificuldade em separar urina de fezes sem intervenção cirúrgica, torna a determinação da digestibilidade da proteína e dos aminoácidos mais complexa e com poucas certezas de quanto a digestão cecal contribui para a nutrição (Leeson & Sammers, 2001). O uso de galos cecectomizados em ensaios de metabolismo seria uma solução, demonstrando que há pequena diferença no coeficiente de digestibilidade para as fontes de origem vegetais, porém, maiores para as fontes de origem animal. Apresentando diferença também os coeficientes de digestibilidade obtidos com aves em crescimento (Lemme et., 2004).

Na coleta ileal, a digesta juntamente com o indicador de indigestibilidade (Óxido de Cromo, Óxido de Titânio, Cinzas Insolúveis em Ácidos) são coletados no íleo terminal após o sacrificio das aves e então relacionados com a concentração na dieta. A determinação do coeficiente digestibilidade ileal de aminoácidos é conhecido como aparente por não ter sido reduzido a participação da perda endógena. O uso do indicador elimina a necessidade de quantificar o consumo de alimento, podendo o alimento ser oferecido à vontade, além de contribuir para um processo digestivo normal.

A digestibilidade ileal verdadeira refere-se à quantidade de aminoácidos presente na proteína/aminoácido dietético que foi absorvida no intestino delgado, levando em

consideração a redução dos aminoácidos endógenos presentes na digesta ileal. São considerados aminoácidos endógenos as enzimas pancreáticas, a mucina, a proteína bacteriana e aminoácidos componentes do epitélio celular. A correção endógena é coerente, principalmente quando se faz uso de formulações com inclusão de vários tipos de alimentos.

Na tabela abaixo são apresentados os coeficientes de digestibilidade verdadeira de aminoácidos observados por diversos autores em alguns alimentos usuais na alimentação de frangos de corte.

Tabela 1 - Coeficiente de digestibilidade verdadeira de aminoácidos de alguns alimentos para frangos de corte

Fontes	Milho			Sorgo			Farelo de Soja			Farelo de Algodão		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Proteína Bruta	-	8,3	-	9,2	10,8	-	45	42	-	39	39	
Metionina	94	92	89	89	92	91	92	90	72	79	78	
Met+Cis	90	90	84	86	-	86	91	-	73	74		
Lisina	92	86	90	85	86	90	92	89	65	74	60	
Treonina	85	84	83	85	91	85	87	84	68	73	73	
Triptofano	81	91	87	89	93	89	91	88	80	71	80	
Arginina	93	92	88	89	94	93	96	93	88	90	89	
Valina	92	88	87	90	92	88	89	85	74	73	77	
Histidina	95	93	84	88	91	92	94	89	81	79	82	
Fenilalanina	94	92	89	95	95	89	92	88	81	86	85	

1 Lemme et al. (2004); 2 Rostagno et al. (1998); 3 Farrell et al. (1999)

2.3 - Metodologias para Determinação da Perda Endógena de Aminoácidos

2.3.1 - Aves em Jejum

No método com aves em jejum as aves são mantidas por um longo período sem alimento (24 a 48 horas), considerando que o material excretado é de origem endógena. Tem sido criticado por criar um estado fisiológico anormal e por não ser calculado em relação à matéria seca ingerida, considerada como a maior determinante para as perdas endógenas (Butts et al., 1993).

2.3.2 - Dieta Livre de Proteína (DLP)

A metodologia se baseia no consumo de dieta livre de proteína pelas aves, assumindo que a dieta permitiu os processos digestíveis normais e que os aminoácidos coletados são de origem endógena. Sabe-se que a produção de enzimas digestivas pode ser estimulada ou não em função da fonte exógena de proteína (Zanella et al, 1999a).

Logo, a metodologia é criticada por não estimular a secreção das enzimas proteolíticas, o que subestimaria a produção da perda endógena ao nível de íleo terminal dos animais (Gabert et al., 2001).

2.3.3 - Caseína Hidrolisada Enzimaticamente (CHE)

É uma dieta de alta digestibilidade em função da proteína empregada (caseína) ser considerada 100% digestível. Poder ser usado para avaliar fatores específicos que afetam a perda endógena, como o teor de fibra, taninos, inibidores de tripsina e lectinas. Em função do pré-tratamento enzimático empregado sobre a caseína o produto apresentaria com pequenos peptídeos e aminoácidos livres, com massa molecular menor que 10.000 Daltons. Como geralmente é assumido que as proteínas endógenas apresentam massas moleculares maiores que 10.000 Daltons, o uso da centrifugação e da ultrafiltração separaria estes componentes, considerando o material retido como os aminoácidos endógenos.

O método é criticado pelo fato da excreção endógena conter aminoácidos livre ou pequenos peptídeos menores que 10.000 Daltons, que não retidos no filtrado contribuiriam para subestimar o fluxo endógeno ou no erro do método (Moughan et al., 2005). Outra limitação do método é que a CHE só pode ser utilizada com dietas semipurificadas, não podendo, portanto, ser usada juntamente com dietas práticas para avaliar o efeito destas sobre a perda endógena de aminoácidos, por apresentarem estas dietas em sua constituição uma fonte de proteína (Gabert et al., 2001).

2.4 - Fatores que Influenciam a Digestibilidade de Aminoácidos dos Alimentos

Dentre os vários fatores que podem influenciar o coeficiente de digestibilidade dos aminoácidos, o tipo de metodologia empregada é uma delas. Quando se usa o método da alimentação forçada (método de Sibbald), o fato de fornecer 25g de alimento aos galos e compará-lo ao consumo de 50g, percebe-se a redução na digestibilidade aparente dos aminoácidos do grão de trigo, indicando que níveis de consumo afetam a digestibilidade (Borges, 1999). Observação semelhante foi feita por Albino et al. (1992), que verificaram variação média de 5,0 e 14,0% nos coeficientes de digestibilidade aparente e verdadeiro de alimentos, respectivamente, obtidos com galos em comparação aos obtidos com pintos, muito provavelmente a metodologia aplicada para a determinação.

As diferenças obtidas na digestibilidade de aminoácidos quando se usa galos cecectomizados podem estar relacionadas à alteração na regulação da taxa de passagem ou na absorção pelo intestino. Apesar da possível fermentação proporcionada pela microbiota cecal, sua contribuição com aminoácidos parece ser pequena. (Leeson & Sammers, 2001; Lemme et al., 2004). Ravindran et al. (1999), avaliando a digestibilidade aparente de alguns alimentos energéticos e protéicos determinados com frangos de corte de 35 a 42 dias de idade, observaram que no milho a digestibilidade da lisina determinada com a coleta ileal e total foram respectivamente de 74 e 75%, porém, quando foi avaliando a treonina, a digestibilidade foi de 82 e 76%, sendo uma diferença significativa para a coleta ileal e total, respectivamente.

O método usado para a determinação da perda endógena também pode refletir sobre o coeficiente de digestibilidade. Siriwan et al. (1993), observa que o fluxo da perda endógena ileal de aminoácidos em galos submetidos ao jejum foi significativamente menor que os obtidos com aves alimentadas com dieta livre de proteína e ambos menores que a perda determinada pela análise de regressão. Sendo os coeficientes de digestibilidade aparentes de aminoácidos da dieta com 20% de proteína bruta foram mais baixos em frangos (84%) que em galos (88%). Quando corrigidos, pela análise de regressão, os coeficientes de digestibilidade verdadeira foram de 90 e 92 %, respectivamente.

O consumo de aminoácidos ou de proteínas pode influenciar a digestibilidade dos aminoácidos, sendo fator de grande influência na variação da digestibilidade ileal (Fan et al., 1994). A digestibilidade ileal aparente de dado aminoácido ou proteína aumenta quando os níveis destes na dieta aumentam (Eggunn, 1973 citado por Gabert et al., 2001). Para avaliar o efeito dos teores de proteína dietética sobre a digestibilidade dos aminoácidos, Angkanaporn et al. (1997), realizaram ensaios de metabolismo com dietas contendo níveis de proteína de 5 a 25% e observaram que à medida que a proteína crescia a digestibilidade aparente dos aminoácidos aumentava. Para a lisina e treonina o coeficiente digestibilidade aparente foi aumentado de 87,1 e 80,7% para 89,6 e 86,3% quando a proteína foi de 5 para 15%, respectivamente. Fan et al. (1994), comenta que a razão para este fato é que o nível do aminoácido endógeno no íleo distal continua relativamente a diminuir com o aumento no consumo dos aminoácidos dietéticos.

A habilidade de frangos de corte em digerir e absorver aminoácidos aumenta com a idade. Embora não tem sido percebido que o sexo tenha efeito principal sobre digestibilidade de aminoácidos, a influência de temperatura ambiental sobre

digestibilidade pareceu ser sexo-relacionada, pois tem se percebido que fêmeas apresentam menor digestibilidade de aminoácidos que machos quando submetidos a altas temperaturas (Wallis & Balnave, 1984).

Shafey & McDonald (1991), avaliando os efeitos de cálcio e fósforo disponível dietético e antibiótico sobre a digestibilidade de aminoácidos em frangos de corte em crescimento, observaram que o alto conteúdo dietético de cálcio reduziu o desempenho e a digestibilidade do ácido glutâmico, leucina e fenilalanina, mas aumentou a digestibilidade da lisina e histidina. Observaram ainda que suplementação com antibiótico não melhorava o desempenho, mas aumentava a digestibilidade da maioria dos aminoácidos quando as aves recebiam dietas com alto teor de cálcio ou alto teor de cálcio e fósforo disponível.

Componentes como a fibra e fatores anti-nutricionais podem influenciar a digestibilidade dos aminoácidos. O efeito da fibra sobre a digestibilidade verdadeira dos aminoácidos não é bem conhecida, mas o aumento da celulose pode aumentar a perda endógena de aminoácidos. Sauer et al. (1991), observaram que suínos alimentados com dietas à base de farelo de soja (FS), FS mais inclusão de 10% de celulose ou FS mais 10% de palha de cevada tiveram a digestibilidade ileal de 85,3; 82,9 e 83,2%, respectivamente. Leske & Coon (1991), observaram em galos que digestibilidade de aminoácido no farelo de soja foi de 91,6% quando a alfa-galactosidade foi extraída com etanol e de 88,0% no farelo de soja normal, sendo melhorado a digestibilidade da metionina, alanina, valina, e lisina pelo uso da extração com etanol.

Os taninos, considerados um fator anti-nutricional, são componentes polifenólicos que podem se ligar aos aminoácidos e proteínas deixando-os indisponíveis. Presente no sorgo, bem como em algumas leguminosas e na cevada. Estudo realizado por Rostagno et al. (1973), observaram que a adição do sorgo ou do ácido tânico em dietas isentas de proteína resultou na excreção de 4 vezes mais aminoácidos endógenos e metabólicos de pintos e que o sorgo de alto tanino proporcionou menor digestibilidade dos aminoácidos. Estes resultados sugerem que o efeito anti-nutritivo do tanino nos alimentos é em parte devido à sua ação inibidora sobre o transporte de proteínas e aminoácidos na borda em escova (King et al, 2000).

2.5 - Aminoácidos Totais e Digestíveis Sobre o Desempenho das Aves

Nas formulações práticas o uso do conceito de aminoácidos digestíveis em substituição aos de aminoácidos totais, tem sido um grande avanço. A formulação de

rações, com base em aminoácidos digestíveis, tem proporcionado às aves melhora no desempenho quando comparado a aves alimentadas com rações formuladas com base em aminoácidos totais (Rostagno et al., 1995).

Miorka et al. (2004), avaliando o desempenho de frangos de corte de 21 a 42 dias de idade, submetidos às dietas com 2900 ou 3200 kcal/kg de EM e formuladas com base em aminoácidos totais (1,07% lisina) ou aminoácidos digestíveis (0,89% lisina), observaram que as aves alimentadas com 3200 kcal/ kg EM e com base em aminoácidos digestíveis tiveram maior ganho de peso (1,6 kg) e melhor conversão alimentar (1,986) que as aves alimentadas com 3200 kcal/ kg EM e com base em aminoácidos totais (1,486 kg e 2,166, respectivamente).

A inclusão de alimentos alternativos nas rações, em substituição aos alimentos tradicionais, milho e farelo de soja, pode resultar em rações deficientes, provocadas pelas diferenças na digestibilidade de aminoácidos, logo, fazendo-se necessária a correção da digestibilidade com uso de aminoácidos sintéticos.

Douglas & Parson (1999), avaliaram o desempenho de frangos de corte de 8 a 21 dias de idade, alimentados com dietas contendo 15% de farinha de galinhas de descarte, calculadas com base em aminoácidos totais ou digestíveis. Os autores observaram que aves alimentadas com dietas a base de aminoácidos digestíveis tiveram ganho de peso e conversão alimentar (319 g e 1,6) superior que as aves alimentadas com as dietas à base em aminoácidos totais (293 g e 1,8, respectivamente). Os autores concluíram ainda que a inclusão de 15% de farinha de galinhas de descarte suplementada com aminoácidos sintéticos mantém o desempenho das aves semelhantes quando alimentadas com dietas a base de milho e farelo de soja.

Fernandez et al (1995), avaliaram o desempenho de frangos de corte de 8 a 22 dias de idade alimentados com dietas contendo níveis crescentes de farelo de algodão (5; 10; 15 e 20%), formuladas com base em aminoácidos totais ou digestíveis. Observaram que a formulação com base em aminoácidos digestíveis permitiu a inclusão de 20% de farelo de algodão sem afetar o ganho de peso, mas utilizando a formulação com base em aminoácidos totais, a máxima inclusão foi de 10%.

O impacto positivo das formulações de rações com base no conceito de aminoácidos digestíveis foi observado por Rostagno et al. (1995), que ao fornecerem dietas formuladas com alimentos alternativos (sorgo, farelo de arroz, farinha de vísceras e penas) e com base em aminoácidos digestíveis para frangos de corte de 1 a 42 dias de idade, observaram que o ganho de peso (2,33 kg) e conversão alimentar (1,799) foram

iguais aos das aves alimentadas com dietas a base de milho e farelo de soja, porém, as aves que receberam as dietas formuladas com esses mesmos alimentos alternativos mas com base em aminoácidos totais tiveram o desempenho reduzido. Estes autores observaram ainda que as aves alimentadas com dietas contendo alimentos alternativos e formulados com base em aminoácidos digestíveis, apresentaram o rendimento de carcaça e de peito superiores aos das aves que receberam o mesmo tipo de dieta, porém, formuladas com aminoácidos totais.

2.6 - Aditividade de nutrientes

Aditividade de nutrientes é consideração importante na formulação de dietas para aves, principalmente se for assumido que o fornecimento total de nutrientes em dieta completa é igual ao somatório dos valores de dado nutriente, fornecido por cada alimento individualmente. Farell et al (1999), observaram que o conhecimento da digestibilidade verdadeira dos aminoácidos dos alimentos, produziria dietas com alto conteúdo de aminoácidos digestíveis, importante dentro das formulações de custo mínimo.

Angkanaporn et al. (1996), utilizando a técnica da homoarginina para a determinação da perda endógena de aminoácidos em frangos de corte, observaram que os valores de digestibilidade de aminoácido do farelo de soja, farelo de girassol e da farinha de carnes e ossos são aditivos, de modo que, o fornecimento de aminoácidos digestíveis da dieta completa pôde ser predito a partir da digestibilidade dos aminoácidos presentes nos alimentos individualmente.

O efeito aditivo de dietas foi também demonstrado por Hong et al (2002). Estes autores trabalharam com patos de pekin avaliando a digestibilidade verdadeira dos aminoácidos do milho, do farelo de soja, do trigo e de duas dietas completas, sendo uma a base de milho e farelo de soja (dieta 1) e a outra com milho e farelo de soja + 12% de trigo (dieta 2). Observaram que em média a digestibilidade verdadeira dos aminoácidos do milho, do farelo de soja, do trigo e das dietas completas foram de 87; 88; 91; 86 e 87,0%, respectivamente, não havendo diferenças entre si. Porém, para os aminoácidos arginina, lisina, e ácido aspártico da dieta 1 e arginina, histidina, lisina, ácido aspártico da dieta 2 não se observou esse efeito aditivo, mas provavelmente um efeito associativo.

O efeito associativo foi observado por Hong et al (2001), quando trabalharam com dietas a base de cevada e farelo de canola para patos de pekin, de modo que os valores determinados e calculados dos aminoácidos das dietas completas não eram diferentes,

exceto para os aminoácidos lisina, triptofano e histidina. Indicando, segundo os autores, que a cevada parece influenciar no efeito aditivo.

Sabe-se que muitos fatores podem influenciar a digestibilidade dos nutrientes, como os fatores antinutricionais (inibidor de tripsina, tanino), teor de fibra, proteína e temperatura, apresentando efeito associativo e não aditivo. Lange et al. (1989), demonstraram que as perdas endógenas de nitrogênio são muito maiores quando se utilizou a pectina purificada, do que celulose purificada para suínos alimentados com dieta livre de proteína. Isso indica que diferentes tipos de fibras têm efeitos diferentes perdas endógenas de nitrogênio.

2.7 - Estimativa das Exigências de Aminoácidos Através de Equações Matemáticas

O uso de modelos matemáticos para estimar as exigências dos aminoácidos para frangos de corte são baseados em modelos desenvolvidos por Huwitz na década de 70, no qual fraciona a exigência total dos aminoácidos em três componentes: manutenção, crescimento de carcaça e crescimento das penas, de forma que a exigência é baseada no somatório destas variáveis. Porém, grande parte dessa exigência é ainda baseada no método dose-resposta, no qual determina a exigência com base na resposta do desempenho obtido a partir de variados níveis de ingestão de dado nutriente.

A estimativa da exigência de aminoácidos, principalmente de lisina, seria mais precisa se as seguintes informações estivessem disponíveis: curva de crescimento em função do peso corporal (deposição protéica e participação dos aminoácidos na deposição protéica), concentração de lisina corporal, informação do ambiente do sistema de produção e como o estresse afeta o consumo alimentar e o potencial de crescimento, estimativas da exigência de manutenção, eficiência de utilização dos aminoácidos e digestibilidade de aminoácidos dos alimentos (Baker citado por Sakomura, 2005). Com base nestes conhecimentos, o método fatorial, que constitui a base para diversos modelos matemáticos, poderia ser desenvolvido para estimar as exigências dos aminoácidos.

Conhalato (1998) estabeleceu que as exigências de lisina digestível para frangos de corte machos, no período de 1 a 21 dias foram de 1,05% para ganho de peso e 1,03% para conversão alimentar, utilizando uma dieta formulada com base na proteína bruta. Em outro experimento, o mesmo autor verificou que a exigência de lisina digestível foi de 1,20% para os mesmos parâmetros quando as dietas foram formuladas dentro do

conceito de proteína ideal, demonstrando que no primeiro experimento havia algum aminoácido que limitava a utilização da lisina, afetando a determinação da exigência.

Observação semelhante foi feita por Valério et al. (2003), ao determinar a exigência de lisina digestível para frangos de corte machos de 22 aos 42 dias de idade, consumindo rações em que se manteve ou não a relação aminoacídica e sob condições de estresse por calor. Os autores concluíram que sobre a condição de estresse térmico, frangos de corte machos exigem no mínimo 0,955% de lisina digestível quando alimentados com dietas que não mantêm a relação entre lisina e demais aminoácidos e de 1,022% quando há a relação aminoacídica.

Rostagno et al. (2000), recomendaram utilizar 95% da exigência dos machos para atender a demanda das fêmeas, de modo que a recomendação de lisina digestível para frangos de corte, machos ou mistos, seria de 1,143% na fase inicial, de 1,045% na fase crescimento e 0,941% na fase final. Muitas destas recomendações geram equações que permitem estimar as exigências de lisina digestível para diferentes faixas de idade das aves. Rostagno et al. (2000), estabeleceram a equação $Y = 0,4102 - 0,0025X$, onde Y é a exigência de lisina digestível em porcentagem por 1,0 Mcal de EM/kg e X a idade média das aves em dias. De maneira semelhante Barboza et al. (2000), obtiveram a equação $Y = 0,41081 - 0,003213X$ para frangos de corte.

Emmert & Baker (1997), utilizaram as exigências das fases convencionalmente estudadas (1-21 dias; 22-42 dias e 43-56 dias) e ajustaram à equação $Y = 1,151 - 0,008X$, onde Y é a exigência de lisina digestível (%) e X a idade das aves em dias, permitindo estimar as exigências de lisina para programas de alimentação múltiplos, o que contribuiu para a redução da excreção de nitrogênio e aumentar a eficiência do uso dos nutrientes, melhorando os custos com a alimentação.

Sibbald & Wolynetz (1986) e Holsheimer & Ruesink (1993), recomendaram maior nível lisina na dieta para maximizar a deposição de proteína. Segundo os autores, as taxas de deposição de proteína e de gordura na carcaça de frangos de corte estão correlacionadas com o peso médio, sendo a exigência de lisina digestível para deposição de proteína superior à exigência para ganho de peso.

Em função destas diferentes exigências de lisina para diferentes parâmetros avaliados, Rostagno et al. (2005), propuseram a equação: $Y = 0,1 \times P^{0,75} + [(14,28 + 2,0439 \times P) \times G]$, onde: Y = exigência de lisina digestível (g/dia); P = peso corporal médio em kg; G = ganho diário em kg. Hurwitz et al. (1983), baseando-se em estudo da composição da carcaça e penas de perus durante a fase de crescimento e em

experimentos com balanço de nitrogênio, estabeleceram um modelo matemático para calcular as exigências de aminoácidos, os quais foram baseados no somatório das exigências de manutenção, ganho de peso na carcaça sem penas e ganho em penas.

$$AA = [(CP \times P^{0,75} / 0,85 \times AAm) + (PBc \times G / 0,85 \times AAc) + (PBp \times G / 0,85 \times AAp)],$$

Sendo: AA = exigência de aminoácido, CP = coeficiente da proteína necessário para manutenção, P = peso, PBc = proteína bruta na carcaça, G = ganho de peso, PBp = proteína bruta nas penas como fração do ganho de peso, 0,85 = coef. absorção da proteína e AAm, AAc, AAp = proporção de aminoácidos na proteína de manutenção, corporal e penas, respectivamente. Segundo os autores, as exigências em aminoácidos encontrados foram muito similares aos recomendados pelo NRC de 1977.

2.8 - Aminoácidos Destinados à Manutenção e Eficiência de Utilização.

A manutenção pode ser definida como o equilíbrio de nitrogênio corporal, estado no qual a ingestão de nitrogênio é igual às somas das perdas. Para manter este equilíbrio, os aminoácidos devem ser supridos na mesma proporção em que são perdidos pelo metabolismo, secretados e excretados do corpo. As perdas obrigatórias incluem a excreção endógena fecal e urinária, perdas irreversíveis durante a síntese de proteína (hidroxilação de prolina e lisina na síntese de colágeno), síntese de substâncias não protéicas e taxa de oxidação de aminoácidos.

Para Fuller (1994), a excreção de ácido úrico como resultado do catabolismo do excesso de aminoácidos não é considerada nas necessidades de manutenção. Mas o deveria uma vez que a excreção de creatinina, produto da degradação da creatina durante a filtração renal, requer mais do metabolismo energético, que por sua vez demanda maiores quantidades glicina, arginina e metionina, necessários à síntese da carnitina.

As perdas de aminoácidos pela pele e pelas penas compreendem a maior parte das exigências de manutenção das aves. Uma vez que, pele e penas são constantemente perdidas e apresentam composição semelhante (Huwitz et al., 1983). Segundo Sklan & Noy (2005), a proporção de penas no corpo de frangos de corte machos é variável com a idade, tendo em média aos 0, 7, 21, 35 e 42 dias de idade cerca de 0,9; 1,7; 3,7; 5,0 e 5,2 % de penas, respectivamente. Esses mesmos autores observaram ainda que aos 21 dias de idade as penas eram constituídas de 2,01% de lisina. Para Leeson & Walsh (2004), a proporção de lisina nas penas tanto de machos quanto de fêmeas é de 1,9%.

Em função do perfil aminoacídico de cada tecido, pode haver variação da participação dos aminoácidos dentro da proteína corporal (carcaça + penas). Sakomura (2005) relata em sua revisão que frangos de corte e matrizes apresentaram respectivamente na proteína da carcaça e na proteína das penas cerca de 7,65 e 1,7% de lisina; 2,2 e 0,55% de metionina; 3,8 e 4,55% de treonina e 1,0 e 0,7% de triptofano.

Dentre os vários fatores que refletem sobre o empenamento, o sexo e a idade são os que mais expressam essas diferenças. Coello (2005), reporta que machos e fêmeas apresentaram respectivamente aos 21 dias de idade cerca de 3,73 e 4,44% e aos 35 dias de idade 4,7 e 5,4% de empenamento. Podendo inferir que machos e fêmeas têm demanda diferenciada.

As exigências de aminoácidos para manutenção são expressas com base no peso metabólico ($P^{0,75}$) por varias razões: A perda de pele é proporcional à superfície da pele, as perdas endógenas intestinais são proporcionais à quantidade de alimento ingerido que é determinado pelas necessidades energéticas, e a produção de creatinina é proporcional à produção de energia que está em função do peso metabólico corporal (Sakomura, 2005).

A estimativa das necessidades de aminoácidos para manutenção pode ser obtida por meio da regressão linear do crescimento de proteína corporal em função dos níveis de aminoácidos ingeridos, onde a quantidade de aminoácidos para manutenção é determinada pelo intercepto do eixo x da reta. Sendo a retenção da proteína corporal determinada pelo abate comparativo inicial e final.

As diferentes recomendações para a exigência de lisina para manutenção estão em função da variação das perdas e do ganho pelo animal. Sakomura e Coon (2003) estimaram a exigência de lisina para manutenção em 94 mg/dia/ kg $P^{0,75}$ para matrizes e Edwards et al. (1999), em 114 mg/dia/ kg $P^{0,75}$ para frangos de corte .

Em função das perdas obrigatórias dos aminoácidos, somente um percentual do aminoácido consumido é retido. As perdas ocorrem via oxidação, tendo como produto final CO_2 , H_2O e NH_4^+ . A lisina, por exemplo, pode ser degradada mais lentamente que a metionina ou isoleucina. Em função disto, o padrão de aminoácidos dietéticos não é exatamente o mesmo do padrão dos aminoácidos obtido na carcaça de frangos de corte, podendo indicar que cada aminoácido apresenta uma taxa de “turnover” diferenciada (Baker, 1990).

Todas essas diferenças levam a entender que para a retenção de um grama de proteína corporal a dieta deve fornecer os aminoácidos daquela proteína mais um

adicional de perdas, os quais resultam na eficiência de utilização de aminoácidos e de proteína. Esta eficiência quando comparada pode variar entre os aminoácidos e entre as espécies ou até mesmo dentro da espécie (Heger & Frydrych, 1985; Fuller, 1994; Edwards et al., 1999; Fatufe et al., 2004).

Em aves, Baker et al. (1996) e Edwards et al. (1997) estabeleceram que a deposição de valina e de treonina foram respectivamente de 73 e 82% do consumido. Fatufe et al. (2004), avaliando dois genótipos de aves, tipo corte e postura, e utilizando como critério a deposição de proteína, observaram que aves tipo corte apresentaram eficiência de utilização da lisina de 71% e as aves tipo postura eficiência de 61%. Apesar de não haver diferenças na digestibilidade da lisina entre os genótipos.

Se considerado que estes genótipos se destinam a objetivos diferentes, pode-se dizer que a proporção de massa muscular, número de fibras musculares e o diâmetro das fibras musculares são diferentes entre eles, o que sugere “turnover” protéico diferenciado.

Baker (1991), com base em vários trabalhos comenta que frangos de corte de 8 a 21 dias de idade, consumindo durante 13 dias dietas purificadas com 0 a 1600 mg de isoleucina ou 0 a 2400mg de lisina, apresentaram deposição de proteína máxima de 18,6 e 12,5mg para isoleucina e lisina, respectivamente. Considerando que da proteína retida, 3,3% foi de isoleucina e 6,4% que foi de lisina, obteve-se uma eficiência de utilização de 61% para isoleucina e de 80% para lisina.

Quando se trabalha com o conceito de proteína ideal, a eficiência de utilização dos aminoácidos, em especial a lisina, é de grande importância. Esta eficiência pode ser baseada no ganho de peso e conversão alimentar ou na deposição de proteína e de lisina corporal, tidos como critérios de observação. Edwards et al (1999) observaram que ao utilizar como critério o de zero de deposição proteica, a exigência de lisina de manutenção foi de 12 mg/dia ou de 45 mg/dia/kg $P^{0,75}$ e ao utilizar o zero de deposição de lisina a exigência foi de 30,3 mg/dia ou 114 mg/dia/ kg $P^{0,75}$. Observação semelhante foi feita em suínos, por Batterham et al. (1990), que predisseram que a exigência de lisina de manutenção foi 50% maior usando zero de deposição de lisina como critério de resposta que ao utilizar zero de deposição protéica.

Edwards et al. (1999), justificaram o uso do zero de deposição de lisina como critério de resposta para predizer a exigência de lisina de manutenção, baseado no fato de que ao usar o nível de lisina que atenda somente 5% da exigência total de manutenção, com perda de lisina corporal, a exigência de manutenção foi de 13 vezes maior para o zero

de lisina depositada que para o zero de proteína depositada. Observando-se ainda que mesmo com variados níveis de lisina consumida, a variação da concentração de lisina dentro da proteína corporal foi pequena, indicando que no baixo consumo de lisina essa proteína corporal pode ser composta por proteínas não contrácteis ou musculares, mas sim por proteína conectiva, como o colágeno.

Essa observação se torna coerente pelo trabalho de Fatufe et al. (2004), que fornecendo dietas para frangos de corte de 8 a 21 dias de idade, contendo níveis de 0,38 a 1,28% de lisina, quantificaram que a concentração de lisina, de glicina e de prolina na proteína corporal para o menor nível de lisina suplementado (0,38%) foi de 4,1; 11,4 e 8,9%, respectivamente e para o maior nível (1,28%) foi de 6,5; 7,8 e 5,8%, respectivamente, demonstrando que ocorreu uma redução nas concentrações de glicina e de prolina, constituintes do colágeno, com o aumento do crescimento muscular.

A deposição de proteínas e de aminoácidos é crescente quando há o consumo crescente dos mesmos, seguindo uma função linear (Baker et al., 1991; Chung & Baker, 1992; Edwards et al. 1997). Esta resposta linear pode sugerir que animais em crescimento alimentados com níveis crescentes, entre zero e o mínimo necessário para máxima deposição, de um dado aminoácido, têm a eficiência de utilização para deposição de proteína acima da manutenção constante (Batterham et al., 1990; Batterham, 1994; Baker et al., 1996 a), mas outros indicam ser variável esta eficiência (Heger, 1985; Gahl, 1991).

A eficiência de utilização do aminoácido parece ser constante quando as aves são alimentadas com níveis crescentes de uma mistura completa de aminoácidos (Velu et al., 1971) ou com dietas com proteínas intactas (Emmert et al., 2000).

Batterham (1994) calculou que a eficiência de retenção (acima da manutenção) para lisina, treonina, metionina e triptofano na proteína corporal de suínos foram de 75, 64, 45, e 38%, respectivamente. Baker (2004), concluiu que com base em seus estudos e de outros, que a eficiência de utilização de dado aminoácido acima da manutenção é constante até ser consumido de 80 a 90% do requerimento. O que implica em dizer que a taxa de oxidação de um aminoácido limitante permanece constante abaixo do nível requerido para máximo ganho, mas aumenta rapidamente quando a ingestão do aminoácido em questão atende a máxima deposição.

O uso de experimentos com dose resposta para estabelecer a exigência de lisina para frangos de corte têm sido o mais usual (Han & Baker, 1991; Edwards et al. 1999; Kidd & Fancher, 2001), porém, poucos são os trabalhos que determinam a eficiência de

utilização da lisina focando a lisina consumida e a quantidade de proteína e de aminoácidos depositados. Edwards et al. (1999), utilizando níveis marginais de lisina suplementada, os quais atendiam de 5 a 95% do requerimento de frangos de corte de desempenho rápido e lento, calcularam com base no modelo de regressão linear que a eficiência de utilização da lisina, como deposição de lisina corporal, foi respectivamente de 79 e 76%. Já Han & Baker (1991), reportaram que para o ganho de peso em frangos de corte de desempenho rápido e lento a eficiência de utilização da lisina foi de 69 e 67%, respectivamente.

O uso de modelos matemáticos para predizer a eficiência de utilização de lisina deve levar em consideração o modelo que melhor se aproxime ao parâmetro avaliado. Esta observação foi feita por Fatufe et al. (2004), que ao avaliarem a eficiência de utilização da lisina com base na suplementação crescente de lisina dietética (0,38 a 1,28%) e na deposição protéica corporal de dois genótipos de frangos machos tipo corte e postura, observaram, que a aplicação da regressão linear nos frangos tipo corte estimava a eficiência de utilização da lisina em 71% e para os frangos tipo postura essa eficiência foi de 61%. Porém, fazendo uso de regressão não-linear a eficiência de utilização máxima poderia chegar a 99 e 74%, respectivamente para os dois genótipos.

Nos animais em crescimento a maior parte da exigência total dos aminoácidos é para deposição de proteína corporal, a qual aumenta com a idade, atingindo um máximo e depois declina. Para Fuller (1989) e Fisher (1998), as proporções relativas das exigências em aminoácidos são estreitamente relacionadas com a composição da proteína corporal.

Emmert et al. (2000), avaliando frangos de corte de 8 a 21 dias de idade alimentados com dietas isoenergéticas e com níveis crescentes de proteína bruta, suplementadas ou não com aminoácidos, observaram que as aves alimentadas com dietas com níveis crescentes de proteína bruta e com adequados níveis de aminoácidos tiveram melhor eficiência na deposição da proteína corporal, maior ganho de peso e melhor conversão alimentar que as aves alimentadas com dietas sem a suplementação de aminoácidos. Porém, a eficiência de deposição da proteína (g PB consumida por g ganho de PB) reduziu com o aumento crescente de proteína dietética, independente da suplementação de aminoácidos. Esta observação permite inferir que o uso de dietas com menores níveis de proteína bruta e adequados níveis de aminoácidos para frangos de corte permitem maior deposição de proteína, além dos ganhos econômicos e ambientais.

Outra observação muito importante que aborda a eficiência de utilização dos aminoácidos foi feita por Sklan & Noy (2004), onde verificaram que frangos de corte alimentados com mesma dieta, apresentaram a eficiência utilização reduzida com o aumento da idade das aves. Para a lisina, essa eficiência foi de 81; 66; 55 e 52% de 0 a 7; 7 a 14; 14 a 21 e 28 a 42 dias de idade, respectivamente.

2.9 - Deposição de Proteína, Gordura e Lisina Corporal em Frangos de Corte.

Os rendimentos de carne magra, pele e gordura são fortemente influenciados pela genética, mas a composição da carcaça pode ser afetada pela nutrição e pelo programa de alimentação, bem como pelo sexo e pelas condições ambientais.

A nutrição, em especial, quando ajustada corretamente permite às aves desenvolverem carcaças menos gordas, sendo que grande parte da gordura corporal parece estar associada ao desajuste na relação energia: proteína (Kessler et al., 2000).

Naturalmente à medida que as aves envelhecem há maior deposição de gordura corporal, que está relacionada com a maturidade relativa e que ocorre na maioria dos animais. Segundo Leeson (1995), a quantidade de gordura depositada em qualquer dia é diretamente proporcional à quantidade de energia disponível para síntese, portanto, dieta com excesso de energia está diretamente correlacionada com a deposição diária de lipídios. Por outro lado, a deposição de proteína ou de carne magra é controlada pela genética, logo, há limite de deposição diária de proteínas, independente da ingestão. Portanto, para maximizar a deposição diária de proteínas e minimizar a de gorduras é preciso evitar a ingestão excessiva de energia em relação à energia necessária para a manutenção e para o crescimento.

Eits et al. (2002 a), avaliando a deposição de proteína e de gordura em frangos de corte machos, de 10 a 21 e de 22 a 49 dias de idade, alimentados com níveis crescentes de lisina e com dois níveis de energia de manutenção, observaram que a deposição de proteína é crescente com o consumo crescente de lisina, sendo a deposição de proteína corporal de 7,85 e 14,3 g/dia para um consumo médio de lisina digestível de 0,75 e 1,55 g/d para as duas fases estudadas, respectivamente. Neste mesmo trabalho observaram que a deposição de gordura na carcaça foi independente do consumo de lisina, mas à medida que aumenta o consumo de energia de manutenção de 1,7 para 2,1 vezes a necessidade, aumentava-se a deposição de gordura, sendo de 1,87 vs 3,29g/d (10 a 21 dias de idade) e 5,09 vs 8,34g/d (22 a 49 dias de idade), respectivamente para os acréscimos na energia de manutenção.

Com base na matéria seca, as proporções de gordura e de proteína na carcaça de frangos de corte encontram-se muito próximas, mas avaliando esses nutrientes com base na matéria natural, observa-se maiores proporções de proteína em relação à gordura, entendível pelo fato de que para cada um grama de proteína há quatro gramas de água associada, de modo que a proporção entre proteína e gordura é aproximadamente de 5:1 (Leeson, 1995). Essa relação proteína/água corporal está diretamente ligada à maturidade animal, uma vez que, aves mais velhas têm menor concentração de água, logo menor proporção de proteína. Eits et al. (2002b), observaram em frangos de corte uma relação de 99% entre o peso da proteína e a água na carcaça e órgãos, sendo a umidade média na carcaça mais órgãos de 60,6 e 58,2% para as aves com peso médio de 800 g (10 a 21 dias) e 1600 g (21 a 42 dias), respectivamente. Indicando que aves mais velhas apresentaram menor proporção de proteína na carcaça + órgãos (14,55%) que aves mais novas (15,15%).

Segundo Leenstra (1986), a gordura na carcaça de frangos de corte representa cerca de 15 a 20% do total do peso corporal, e que 85% do total de gordura está localizada no tecido adiposo. Essa deposição, principalmente a deposição de gordura abdominal, é marcadamente diferente entre as linhagens (Buyse et al., 1998), sendo a maior diferença observada entre os sexos. Lisboa (1999) observou que machos e fêmeas alimentados com diferentes níveis de proteína bruta apresentaram em média rendimento de gordura abdominal de 1,54 e 1,90%, respectivamente.

2.10 - Curvas de Crescimento Corporal e Deposição de Tecido

As curvas de crescimento expressam o desenvolvimento das aves em dado tempo e condição. Segundo Emans citado por Sakomura et al. (2000), o conhecimento do potencial de crescimento é uma maneira lógica para calcular os requerimentos nutricionais e prever o consumo alimentar de aves em crescimento. Esse potencial de crescimento e deposição é variável com as linhagens, sexos e fases de crescimento (Ewards et al., 1973; Sakomura et al., 2000). Leestra (1986) mostrou que entre a 3ª e a 10ª semana de idade a porcentagem de gordura nas fêmeas aumenta de 10 para 19% e nos machos esse aumento é de 10 para 13%.

Buyse et al. (1998), observaram que a deposição da proteína corporal em frangos de corte de duas diferentes linhagens foi em média de 5,4; 6,6; 7,9 e 11,1 g/ave/dia para a 3ª; 4ª; 5ª e 6ª semana de idade, respectivamente.

Segundo Freitas (2005), entre as várias aplicações das curvas de crescimento na produção animal, algumas se destacam: a) resumir em três ou quatro parâmetros as características de crescimento da população, pois alguns parâmetros dos modelos não-lineares utilizados possuem interpretabilidade biológica; b) avaliar o perfil de respostas de tratamentos ao longo tempo; c) estudar as interações de respostas das subpopulações ou tratamentos com o tempo; d) identificar em uma população os animais mais pesados em idades mais jovens.

A curva de crescimento animal pode ser dividida em três fases: ascendente, estabilização ou platô e descendente, seguindo um crescimento sigmóide. Nas aves esta primeira fase se prolonga por um período considerável após a eclosão. A taxa de crescimento passa de acelerada para desacelerada com o avançar da idade, com menores ganhos de peso ou de tecido a cada dia. O ponto de inflexão é a mudança do padrão entre a ascendência e a descendência da curva, ou seja, passa de curva côncava para convexa.

Para Kesller et al. (2000), o ponto de inflexão exato não é importante, e sim o tamanho do trecho em que a taxa de crescimento é constante, pois é neste segmento que ocorre a maior deposição de tecido magro em frangos de corte. Na última fase da curva é onde se observa a redução progressiva da taxa de deposição de proteínas ou de tecido magro e a manutenção da taxa de deposição da gordura corporal, com posterior declínio de ambas as taxas até zero, atingindo o peso adulto.

Quando se observa as curvas de crescimento para deposição de proteína e de gordura em frangos de corte é possível deduzir algumas informações: a deposição diária de proteína corporal é crescente na fase ascendente da curva, alcançando o máximo na fase linear ou de inflexão e diminui na fase descendente. A taxa de crescimento da gordura corporal é crescente no período estudado e supera o crescimento protéico a partir da inflexão, logo, a taxa média de deposição de gordura em diferentes idades pode ser similar entre machos e fêmeas, mas dificilmente as fêmeas poderão superar os machos na deposição protéica ou no crescimento muscular, apresentando-se mais gordas. O crescimento de proteína e de gordura é equilibrado enquanto a capacidade de consumo é apenas suficiente para manter as taxas de crescimento de tecido magro. Porém, quando a capacidade de consumo for maior que o necessário para o máximo crescimento protéico pode haver o direcionamento para maior deposição de gordura.

Sammers et al. (1992), observaram que a deposição de gordura ocorre em diferentes áreas da região abdominal, sugerindo que a gordura abdominal não é

necessariamente o melhor indicador da gordura na carcaça. Eles confirmaram essa observação quando frangos de corte de 21 a 42 dias de idade alimentados com duas dietas isoenergéticas e isoprotéicas, com diferente concentração de lisina e metionina (20% a mais), não apresentaram diferenças na gordura abdominal (2,05 x 1,99%), porém, a deposição de gordura na carcaça diferia significativa (45,5 x 49,2 %).

Diversas são as equações matemáticas que têm sido usadas para a descrição do crescimento dos animais, dentre elas destacam-se: Brody, Bertalanffy, Gompertz, Logística, Richards e Robertson. Baseando-se nos valores do coeficiente de determinação, quadrado médio residual e interpretabilidade biológica dos parâmetros, Freitas et al. (1983) determinaram que o modelo que mais se ajustou aos dados de pesagens de frangos de corte machos e de fêmeas da linhagem Pilch, foi a equação de Gompertz, onde 99% da variação total existente durante a fase de crescimento é explicado pelo modelo.

Hruby et al. (1996), utilizaram as funções: Gompertz, Logística e polinomial de 4º grau para descrever as curvas de deposição de proteína em frangos de corte machos e fêmeas. Concluíram que a partir dos coeficientes de determinação (0,987 a 0,970 para machos e 0,978 a 0,937 para as fêmeas), que as três funções descrevem com boa acurácia o ganho protéico das aves. No entanto, a equação de Gompertz descreveu com mais precisão a quantidade de proteína nas diversas idades. As características desejáveis da equação Gompertz foram também confirmadas por Fialho (1999).

Gous et al. (1999), informaram que a descrição do crescimento das aves é o primeiro passo para elaboração de modelos de simulação, capazes de prever as exigências nutricionais das aves e determinar os efeitos de diferentes programas nutricionais e condições ambientais sobre a performance das aves. A curva de Gompertz expressa o crescimento de animais e de tecidos em função da idade, seguindo a fórmula:

$$M = A \cdot e^{-B \cdot (t - C)}$$

onde:

M = peso corporal ou de tecido (g);

t = idade (dias);

A = peso corporal ou quantidade de tecido na idade adulta (g);

B = taxa máxima de crescimento ou de deposição de tecido (g/dia por g);

C = idade do máximo crescimento ou deposição (dias);

$e = 2,718282$ (base do logaritmo neperiano).

Segundo Fialho (1999), a curva de Gompertz tem propriedades desejáveis numa curva de crescimento, pois ao contrário de outras funções, a massa corporal inicial é sempre superior a zero, o que reflete o fato de que o animal já nasce com algum peso. O peso corporal tende a atingir valor máximo dado pelo parâmetro A da função, que teoricamente só seria alcançado após um tempo infinito, mas pode ser extrapolado a partir dos dados experimentais. As características da curva de Gompertz giram em torno do ponto de inflexão, em que a taxa de crescimento é máxima. A idade em que ocorre o ponto de inflexão é dada pelo parâmetro C da função. O outro parâmetro da função é B que indica a taxa de crescimento relativo no ponto em que o crescimento é máximo. O ganho diário de peso ou a deposição diária de tecido, em g/dia, é dado pela derivada da equação de Gompertz.

$$\frac{dM}{dt} = A \cdot B \cdot e^{-B \cdot (t - C)}$$

Esta equação pode ser empregada para avaliar diferentes parâmetros. Wiseman & Lewis (1998), a utilizaram para descrever o consumo de ração de frangos de corte; Gous et al. (1999), para estimar as alterações no crescimento de tecidos como carne de peito e penas, e Sakomura (2005) a usou para peso vivo, peso de penas, proteína e gordura corporal. Hancock et al. (1995), avaliando 6 linhagens de frangos de corte através da equação de Gompertz determinaram que os parâmetros da equação para as diversas linhagens foram: peso à maturidade (A) de 5171 a 6145 g para machos e 4279 a 4705 g para fêmeas, taxa de máximo crescimento (B) entre 0,0355 a 0,0371 para machos e 0,0363 a 0,0382 nas fêmeas e a idade no ponto de inflexão (C) variou entre 39,2 a 41,8 para as fêmeas e 41,9 a 44,2 para os machos.

Para comparar o peso vivo, o consumo de ração e a composição da carcaça de frangos submetidos a dietas com diferentes densidades nutricionais, Wiseman & Lewis (1998) utilizaram a equação de Gompertz. Para peso vivo, os valores dos parâmetros da equação foram: peso à maturidade (A) entre 4153,2 a 5170 g; taxa máxima de crescimento (B) entre 0,0337 a 0,0523 e a idade do ponto de inflexão (C) variou entre 33,3 a 43,7 dias. Para a composição química das carcaças, os valores dos parâmetros

para proteína foram: $A = 722,1$ a $972,6$ g; $B = 0,0444$ a $0,0650$ e $C = 35,2$ a $38,8$ dias. Para gordura foram: $A = 540,2$ a $1192,9$ g; $B = 0,0215$ a $0,0521$ e $C = 42,1$ a $75,6$ dias. Para consumo de ração foram: $A = 15191$ a 28978 g; $B = 0,0181$ a $0,0290$ e $C = 53,7$ a $80,2$ dias. O coeficiente de determinação das equações ajustadas variaram de $0,990$ a $1,000$.

Gous et al. (1999), descreveram o desenvolvimento corporal (carcaça, peito e penas), deposição de proteína, gordura, água e cinzas de duas linhagens de frangos de corte através da curva de Gompertz. Os valores dos parâmetros da equação determinados para peso vivo foram: peso à maturidade (A) entre 5888 e 6087 g para machos e 4805 e 5217 para fêmeas; a taxa máxima de crescimento (B) entre $0,0375$ e $0,0382$ para machos e $0,035$ e $0,0367$ nas fêmeas e a idade do ponto de inflexão (C) variou entre $42,7$ e $43,5$ para os machos e $43,4$ e $44,9$ dias para as fêmeas. Para a composição química das carcaças, os valores dos parâmetros para proteína corporal foram: $A = 1003$ e 1010 g para machos e 697 e 717 g para fêmeas; $B = 0,0354$ e $0,0356$ para machos e $0,0366$ e $0,0372$ para fêmeas; e $C = 46,5$ e $47,5$ dias para machos e $43,3$ e $43,6$ dias para as fêmeas e para gordura: $A = 923$ e 1069 g para machos e 1221 e 1669 g para fêmeas; $B = 0,0371$ para machos e $0,0292$ e $0,0320$ para fêmeas; e $C = 49,5$ e $50,9$ dias para machos e $60,5$ a $65,7$ dias para as fêmeas. Entre sexos, os machos apresentaram significativamente na fase final menor quantidade de lipídeos, maior quantidade de proteína e água que as fêmeas.

Buteri (2003) ajustou os parâmetros das equações de Gompertz para descrever o peso corporal, a deposição de proteína e a deposição de gordura de frangos de corte machos e fêmeas ROSS, submetidos a três níveis de lisina digestível, sendo para machos e fêmeas respectivamente, o peso corporal de: $A = 5289,4$; $5421,6$; $5734,4$ e $4453,0$; $4467,4$; $4678,2$; $B = 0,0459$; $0,0454$; $0,0429$ e $0,0445$; $0,0441$; $0,0431$ e $C = 35,8$; $36,1$; $37,8$ e $35,4$; $35,4$; $36,2$. Para a deposição de proteína foram: $A = 1299,0$; $1196,8$; $1304,8$ e $999,7$; $1062,1$; $1073,8$; $B = 0,0462$; $0,0518$; $0,0471$ e $0,0477$; $0,0457$; $0,0441$ e $C = 37,5$; $35,1$; $37,4$ e $35,1$; $36,3$ e $36,8$. Para a deposição de gordura os parâmetros foram: $A = 1543,8$; $1438,9$; $1100,1$ e $2153,2$; $1924,4$; $1986,0$; $B = 0,0271$; $0,0291$; $0,0332$ e $0,0248$; $0,0271$; $0,0265$ e $C = 63,7$; $59,6$; $52,8$ e $70,0$; $65,5$; $66,8$.

Figueiredo et al. (2003), avaliaram o crescimento de 8 marcas comerciais, machos e fêmeas, através da equação de Gompertz. Os valores médios dos parâmetros A , B e C determinados para machos foram de 4940 g; $0,0448$ e $35,8$ dias e para as fêmeas de 3910 g; $0,0453$ e $33,7$ dias, respectivamente.

Buteri (2003) determinou a exigência diária de lisina digestível para frangos de corte Ross, através das equações: $Y = - 0,0079x + 1,2435$ para os machos e $Y = - 0,0084x + 1,1925$ para as fêmeas, onde “Y” é o nível de lisina digestível (%) e “X” a idade média das aves em dias, aplicadas exclusivamente para programas de alimentação múltiplos. Sendo essas elaboradas a partir da equação de Dritz et al. (1997), que foi estabelecida como sendo: $ELD = Em + (GPr \times PLT / EDL)$; onde: ELD = exigência de lisina digestível (g/dia); Em = exigência de lisina para manutenção (g); GPr = Ganho de proteína (g); PLT = % de lisina nos tecidos das aves e EDL = eficiência de deposição de lisina (%) e da equação de Gompertz que estima o peso corporal e a deposição diária de proteína. Para o autor o uso de equações para o atendimento da exigência de frangos de corte, machos e fêmeas, proporciona desempenho semelhante aos planos nutricionais tradicionais.

CAPÍTULO I

AMINOÁCIDOS DIGESTÍVEIS VERDADEIROS DE ALIMENTOS E DIETAS COMPLETAS PARA FRANGOS DE CORTE, DETERMINADOS EM DIFERENTES METODOLOGIAS

1 - INTRODUÇÃO

A avaliação da composição dos alimentos é parte importante da moderna nutrição animal. O conhecimento desta composição permite estimar as quantidades corretas de nutrientes, em especial a de aminoácidos, presentes nos alimentos e o quanto estão disponíveis para o uso animal, permitindo assim, formular dietas com base em aminoácidos digestíveis.

O uso da determinação das perdas endógenas de aminoácidos tem permitido a determinação da digestibilidade verdadeira de aminoácidos dos alimentos, utilizando as mais diferentes metodologias, muito das vezes criticadas pelos impactos negativos proporcionados as aves.

A perda endógena estimada pela metodologia com galos cecectomizados, na qual os animais ficam em jejum é a mais utilizada, porém não representa o verdadeiro estado fisiológico dos animais. O uso da dieta livre de proteína (DLP) ajusta se melhor a esta necessidade, mas por não conter proteína em sua constituição não estimularia a produção endógena das enzimas digestivas, também sendo um ponto negativo. Tem se então o uso caseína hidrolisada enzimaticamente (CHE), que atende a esta necessidade mas pode apresenta erros durante os processo de centrifugação e ultrafiltração. Logo, poderia ser uma alternativa o uso da dieta livre de proteína com aminoácidos sintéticos (DLP+AA), que estimularia a produção das enzimas proteolíticas, permitiria o consumo a vontade e seria de fácil determinação, já que os aminoácidos sintéticos são considerados 100% digestíveis.

Sendo assim realizou-se este experimento com os objetivos de:

- 1) Determinar os coeficientes de digestibilidade verdadeiro da proteína bruta do milho, do sorgo, do farelo de soja, do farelo de algodão e de dietas completas, obtidos em diferentes metodologias (DLP, CHE e DLP+AA)
- 2) Determinar os coeficientes de digestibilidade verdadeiros e o conteúdo total e digestível verdadeiro dos aminoácidos dos alimentos e de dietas completas, formuladas farelo de soja, milho ou sorgo e inclusão de 6 ou 12% de farelo de algodão, obtidos nas diferentes metodologias.
- 3) Estabelecer se a digestibilidade verdadeira calculada dos aminoácidos das dietas completas, pelo uso do valor aditivo dos aminoácidos dos alimentos, então próximos da digestibilidade verdadeira determinada dos aminoácidos das dietas completas para frangos de corte.

2 - MATERIAL E MÉTODOS

2.1 - Local e duração

Este experimento foi conduzido no Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Viçosa (UFV), no período de março a abril de 2004.

2.2 - Animais

Foram utilizados 462 frangos de corte machos, ROSS 308, de 17 a 22 dias idade, com peso médio inicial de 376 gramas.

2.3 - Instalações e manejo

As aves foram alojadas até os 16 dias de idade em um galpão de alvenaria, de piso coberto com maravalha, recebendo ração inicial comercial e água a vontade, segundo as recomendações do manual da linhagem.

Aos 17 dias de idade, foram transferidas para baterias frias com 2250 cm² de área (45 cm de largura, 50 cm de comprimento e 40 cm de altura), em estruturas metálicas, constituídas de compartimentos distribuídos em dois andares. As baterias, em número de quatro, estavam dispostas em uma sala de 68 m², com 2,8 m de pé direito e grandes janelas de vidro.

O programa de luz contínuo (24 horas de luz natural + artificial) foi adotado durante todo o período e o aquecimento artificial dos pintos foi feito utilizando-se lâmpada de infravermelho de 250w/box e com altura regulável, ajustada para proporcionar o maior conforto possível às aves.

2.4 - Delineamento experimental

As aves foram distribuídas em delineamento inteiramente casualizado, totalizando 11 tratamentos com 6 repetições e 7 aves por unidade experimental (Tabela 1).

Tabela 1 - Desenho experimental

Tratamento	Alimentos	Nível de inclusão Farelo de Algodão (%)	Tipo de formulação (Aminoácido)
1	Dieta Livre Proteína (DLP)	-	-
2	Milho	-	-
3	Sorgo	-	-
4	Farelo de Soja	-	-
5	Farelo de Algodão	-	-
6	DLP + Aminoácidos	-	-
7	Milho + Farelo Soja	-	-
8	Milho + Farelo Soja	6	Digestível
9	Milho + Farelo Soja	12	Digestível
10	Sorgo + Farelo Soja	6	Digestível
11	Sorgo + Farelo Soja	12	Digestível

2.5 - Dietas experimentais

Todas as dietas experimentais foram formuladas para atenderem as exigências das aves, seguindo as recomendações de Rostagno et al. (2000), exceto para proteína e aminoácidos.

A dieta 1 (D1) foi formulada livre de proteína com objetivo de estimar a produção endógena de proteína e aminoácidos ileal. A dieta 2 (D 2), 3 (D 3), 4 (D4) e 5 (D5) continham somente os alimentos teste, milho, sorgo, farelo de soja e farelo de algodão, respectivamente (Tabela 2). A dieta 6 (D6) foi formulada com aminoácidos sintéticos (Tabela 4).

A dieta 7 (D7) considerada controle, foi formulada com milho e farelo soja (M+FS). As demais foram formuladas com base em aminoácidos digestíveis, com farelo de soja e milho (D8 e D9) ou com sorgo (dietas D10 e D11) e com a inclusão de 6 ou 12 % de farelo de algodão, respectivamente (Tabela 3). O conteúdo de lisina, Metionina+cistina e treonina digestível destas dietas foram semelhantes aos da dieta controle.

Tabela 2 - Composição percentual e química das dietas experimentais

Ingredientes	D1	D2	D3	D4	D5	D6
	DLP	Milho	Sorgo	Far. Soja	Far. Algodão	DLP+AA
Amido	78,06	0,06	0,06	41,06	41,06	69,97
Açúcar	5,00	-	-	5,00	5,00	5,00
Milho	-	83,00	-	-	-	-
Sorgo	-	-	83,00	-	-	-
Farelo de Soja	-	-	-	37,00	-	-
Farelo de Algodão	-	-	-	-	37,00	-
Mix-AA ¹	-	-	-	-	-	9,09
Óleo de Soja	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
Fosfato Bicálcico	2,10	2,10	2,10	2,10	2,10	2,10
Calcário	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Sal	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45
Casca de Arroz	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
Areia Lavada	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50
Minerais ²	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Vitaminas ³	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13
Cloreto Colina (60%)	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
BHT ⁴	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Óxido de Cromo	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Energ. Met. (kcal/kg)	3460	3240	3091	2958	2838	-
Matéria Seca (%)	91,2	90,1	90,3	91,2	91,2	91,2
Proteína Bruta (%)	0,00 (0,01) ⁵	7,26 (5,96)	7,45 (6,99)	17,23 (17,35)	14,81 (14,22)	(7,6)
Cálcio, %	0,95	0,97	0,98	1,07	1,03	-
Fósforo Disp. (%)	0,40	0,45	0,46	0,46	0,51	-
Sódio (%)	0,18	0,21	0,20	0,21	0,20	-
Gordura (%)	5,13	7,86	7,33	5,57	5,52	-
Fibra Bruta (%)	2,00	3,60	3,83	4,17	6,90	-
Lisina total (%)	0,00 (0,02)	0,207 (0,17)	0,183 (0,14)	0,1029 (1,06)	0,596 (0,636)	(0,49)
Lisina dig. (%)	0,00	0,187	0,149	0,936	0,377	-
Met.+Cist. total (%)	0,00 (0,02)	0,307 (0,25)	0,274 (0,23)	0,470 (0,47)	0,470 (0,485)	(0,33)
Met.+Cist. dig. (%)	0,00	0,276	0,232	0,414	0,326	-
Treonina total (%)	0,00 (0,01)	0,274 (0,22)	0,274 (0,21)	0,659 (0,69)	0,492 (0,586)	(0,34)
Treonina dig. (%)	0,00	0,238	0,224	0,581	0,340	-
Triptofano total (%)	0,00 (-)	0,050 (0,05)	0,075 (0,08)	0,240 (0,22)	0,189 (-)	(0,09)
Triptofano dig. (%)	0,00	0,043	0,066	0,218	0,133	-
Arginina total (%)	0,00 (0,02)	0,332 (0,30)	0,315 (0,25)	1,232 (1,27)	1,573 (1,551)	(0,52)
Arginina dig. (%)	0,00	0,300	0,266	1,165	1,362	-

¹ Composição da mistura aminoacídica, em % da dieta experimental (Tabela 4)

² Rologomix (Roche) - Níveis de garantia por quilo do produto: Manganês - 16,0 g; Ferro - 100,0 g; Zinco - 100,0 g; Cobre - 20,0 g; Cobalto - 2,0 g; Iodo - 2,0 g; e Veículo q. s. p. - 1.000g.

³ Rovimix (Roche)- Níveis de garantia por quilo do produto: vit A - 10.000.000 UI; vit D3 - 2.000.000 UI; Vit E - 30.000 UI; Vit B1 - 2,0g; vit B6 - 4,0 g; Ac Pantotênico - 12,0g; Biotina - 0,10g; Vit K3 - 3,0 g; Ácido fólico - 1,0 g; Ácido nicotínico - 50,0 g; Vit B12 - 15.000 mcg; Selênio - 0,25 g; e Veículo q. s. p. - 1.000g.

⁴ Beta Hidroxi-butílica Tolueno

⁵ Dados entre parênteses referem-se a valores analisados

Tabela 3 - Composição percentual e química das dietas experimentais

Ingredientes	D7	D8	D9	D10	D11
	Controle	M+FA 6%	M+FA 12%	S+FA 6%	S+FA 12%
Milho	58,881	57,319	55,723	-	-
Farelo de Soja	34,909	29,830	24,778	28,258	23,248
Farelo de Algodão	-	6,000	12,000	6,000	12,000
Sorgo	-	-	-	57,202	55,612
Óleo de Soja	2,443	2,974	3,510	4,532	5,025
Fosfato Bicálcico	1,819	1,768	1,716	1,754	1,703
Calcário	0,988	1,030	1,073	1,038	1,080
Sal	0,455	0,459	0,463	0,475	0,478
DL-Met 99%	0,190	0,194	0,198	0,221	0,225
L-Lis HCl 99%	-	0,082	0,165	0,156	0,237
L-Treonina	-	0,029	0,059	0,049	0,077
Salinomicina 12%	0,055	0,055	0,055	0,055	0,055
Vitaminas ¹	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Minerais ²	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
Cloreto Colina (60%)	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
BHT ³	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Energ. Met. (kcal/kg)	3000	3000	3000	3000	3000
Matéria Seca (%)	89,3	89,9	89,2	91,9	90,5
Proteína Bruta (%)	20,40 (19,97) ¹	20,40 (19,47)	20,40 (19,90)	20,40 (19,65)	20,40 (19,88)
Cálcio, %	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96
Fósforo Disp. (%)	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45
Sódio (%)	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22
Lisina total (%)	1,100 (1,10)	1,120 (1,09)	1,141 (1,07)	1,117 (1,09)	1,138 (1,08)
Lisina dig. (%)	0,992	0,992	0,992	0,992	0,992
Met.+Cist. total (%)	0,830 (0,77)	0,841 (0,79)	0,853 (0,79)	0,848 (0,79)	0,859 (0,80)
Met.+Cist. dig. (%)	0,746	0,746	0,746	0,746	0,746
Metionina total (%)	0,486 (0,44)	0,493 (0,45)	0,499 (0,48)	0,510 (0,48)	0,516 (0,48)
Metionina dig. (%)	0,461	0,461	0,461	0,476	0,475
Treonina total (%)	0,780 (0,78)	0,787 (0,78)	0,800 (0,76)	0,789 (0,77)	0,802 (0,78)
Treonina dig. (%)	0,660	0,660	0,660	0,660	0,660
Triptofano total (%)	0,245 (0,25)	0,244 (0,24)	0,243 (0,25)	0,252 (0,25)	0,251 (0,26)
Triptofano dig. (%)	0,215	0,212	0,209	0,220	0,216
Arginina total (%)	1,376 (1,38)	1,489(1,46)	1,603 (1,48)	1,425 (1,40)	1,541 (1,50)
Arginina dig. (%)	1,277	1,369	1,461	1,299	1,393
Valina total (%)	0,965 (0,92)	0,958(0,91)	0,952 (0,92)	0,969 (0,96)	0,962 (0,93)
Valina Dig. (%)	0,857	0,835	0,814	0,835	0,813
Glicina+Serina, %	2,00 (1,87)	1,969 (1,82)	1,939(1,74)	1,876 (1,74)	1,848 (1,72)

¹ Rovimix (Roche)- Níveis de garantia por quilo do produto: vit A - 10.000.000 UI; vit D3 - 2.000.000 UI; Vit E - 30.000 UI; Vit B1 - 2,0g; vit B6 - 4,0 g; Ac Pantotênico - 12,0g; Biotina - 0,10g; Vit K3 - 3,0 g; Ácido fólico - 1,0 g; Ácido nicotínico - 50,0 g; Vit B12 - 15.000 mcg; Selênio - 0,25 g; e Veículo q. s. p - 1.000g.

² Roligomix (Roche) - Níveis de garantia por quilo do produto: Manganês - 16,0 g; Ferro - 100,0 g; Zinco - 100,0 g; Cobre - 20,0 g; Cobalto - 2,0 g; Iodo - 2,0 g; e Veículo q. s. p. - 1.000g. ³ Beta Hidroxi-butil Tolueno.

⁴Dados entre parênteses referem-se a valores analisados.

Tabela 4 - Composição Aminoacídica da dieta 6 (D6)

Aminoácidos	%	Aminoácidos	%
L-Lisina HCL	0,63	L-Histidina	0,15
L-Metionina	0,16	L-Fenilalanina	0,33
L-Cistina	0,16	L-Tirosina	0,30
L-Treonina	0,35	Glicine	0,60
L-Triptofano	0,10	L-Ácido Glutâmico	2,90
L-Arginina	0,53	Alanina	0,55
L-Valina	0,40	Prolina	0,20
L-Leucina	0,55	Ácido Aspartico	0,60
L-Isoleucina	0,33	NaHCO ₃	0,25
Total = 9,09 %			

2.6 - Temperatura interna na sala de metabolismo

Os registros de temperatura interna da sala foram obtidos com a instalação de dois termômetros de máxima e mínima, colocados em diferentes partes da instalação à altura das aves. Os dados foram tomados duas vezes por dia, às 8 e 16 horas (Tabela 5)

Tabela 5 - Média de temperatura do ar mínima e máxima no interior da sala de metabolismo durante o período experimental (°C)

Período	Mínima (menor)	Máxima (maior)
17-35 dias	23,9 (20,2)	27,5 (30,9)

2.7 - Colheita de dados e características avaliadas

O período experimental teve a duração de cinco dias, para adaptação das aves às baterias e às rações. De modo que aos 22 dias de idade, todas as aves de cada repetição foram abatidas por deslocamento cervical e imediatamente disseccionadas para a obtenção da digesta da porção do íleo terminal, sendo a 5 cm da junção íleo-cecocolica até 40 cm em direção anterior ou em direção ao jejuno. Este segmento foi seccionado transversalmente e seu conteúdo retirado e colocado dentro de copo plástico.

As dietas e as digestas foram acondicionadas em embalagens plásticas devidamente identificadas, pesadas e armazenadas em freezer. Após a pré-secagem a 55°C, por 72 horas, em estufa de ventilação forçada, as amostras foram moídas em moinho utilizando a peneira de 1mm de mesh e imediatamente preparadas para as análises de matéria seca, de proteína, de aminoácidos e de cromo.

As análises químicas das digestas e das dietas foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da UFV, utilizando-se as metodologias descritas por Silva (2002). As análises de aminoácidos foram realizadas pela empresa Degussa Corporation

A partir dos resultados de análises de laboratório das dietas e da digesta, foram calculados os coeficientes de digestibilidade verdadeira da proteína bruta e de aminoácidos dos alimentos e das dietas completas.

As perdas endógenas de aminoácidos foram obtidas pelo consumo da dieta livre de proteína (DLP), da dieta livre de proteína mais aminoácidos sintéticos (DLP+AA) e a partir da dieta contendo a caseína hidrolisada enzimaticamente (CHE), cujos dados foram extraídos de Lemme et al. (2004).

Foram obtidos dois coeficientes de digestibilidade verdadeiro, o determinado e o calculado, sendo o primeiro obtido a partir do conteúdo total e digestível verdadeiro determinado dos aminoácidos da dieta e o segundo estimado pelo somatório do conteúdo de aminoácidos fornecido por cada alimento dietético que participava da dieta e aminoácido sintético suplementado, ou seja, pelo valor aditivo. Considera-se valor aditivo ou aditividade a quantidade de aminoácidos presentes numa dieta completa proveniente do somatório dos aminoácidos fornecidos por cada alimento individualmente (ver apêndice).

Os aminoácidos estudados foram metionina, cistina, metionina+cistina, lisina, treonina, arginina, isoleucina, leucina, valina, histidina, fenilalanina, glicina, prolina, ácido aspártico e ácido glutâmico.

2.8 - Análises estatísticas

Os dados experimentais obtidos foram submetidos à análise de variância e a comparação de médias analisada pelo teste de Student-Newman-keul's (SNK) ao nível de 5% de significância, usando o programa estatístico SAEG (2000).

Os tratamentos foram separados em dois grupos: o primeiro refere-se a digestibilidade dos aminoácidos dos alimentos avaliados (milho, sorgo, farelo de soja, farelo de algodão e aminoácidos sintéticos) e no segundo as dietas completas a base de milho ou sorgo, com inclusão de 6% ou 12% de farelo de algodão e com base em aminoácidos digestíveis.

Os coeficientes de digestibilidade verdadeiro dos aminoácidos dos alimentos e das dietas foram comparados dentro de cada metodologia e entre as mesmas. E as diferenças entre os coeficientes de digestibilidade determinado e calculado dos aminoácidos visaram conhecer o efeito de aditividade ou associativo dos alimentos.

3 - RESULTADOS E DISCUSÃO

3.1 - Perda endógena e coeficiente de digestibilidade da proteína

A determinação da perda endógena da proteína e de aminoácidos visa o conhecimento de seus conteúdos e coeficientes de digestibilidade verdadeiro. Para tal, foi utilizando a dieta livre de proteína (DLP), a dieta com caseína hidrolisada enzimaticamente (CHE) e a dieta livre de proteína mais aminoácidos (DLP+AA) (Tabela 6).

Tabela 6 - Composição da digesta e conteúdo de perda endógena dos principais aminoácidos (AAs) na digesta de aves alimentadas com dieta livre de proteína (DLP), dieta livre de proteína mais aminoácidos (DLP+AA) e na dieta com caseína hidrolisada enzimaticamente (CHE)

Aminoácido	Composição da Digesta		Perda endógena		
	DLP	DLP+AA	DLP ¹	CHE ²	DLP+AA ³
	-----%-----		-----mg AA/g MS ingerida-----		
Proteína Bruta	41,4	40,5	7,29	9,23	8,91
Metionina	0,496	0,436	0,087	0,079	0,096
Cistina	0,921	0,982	0,162	0,169	0,216
Metionina + Cistina	1,417	1,346	0,249	0,257	0,296
Lisina	1,133	0,836	0,199	0,255	0,184
Treonina	2,732	2,727	0,481	0,571	0,600
Arginina	1,416	1,054	0,249	0,216	0,232
Isoleucina	1,487	1,200	0,262	0,390	0,264
Leucina	2,371	1,818	0,417	0,381	0,400
Valina	2,055	1,745	0,362	0,449	0,384
Histidina	0,672	0,509	0,118	0,209	0,112
Fenilalanina	2,198	1,927	0,387	0,237	0,424
Glicina	1,842	1,600	0,324	-	0,352
Serina	2,022	1,963	0,356	-	0,432
Prolina	2,835	2,508	0,499	-	0,552
Alanina	1,877	1,673	0,330	-	0,368
Ácido Aspártico	2,906	2,545	0,511	-	0,560
Ácido Glutâmico	3,540	2,945	0,623	-	0,648

¹ Valores obtidos a partir do conteúdo da digesta x 0,176 (fator de indigestibilidade).

² valores propostos por (Lemme et al., 2004).

³ Valores obtidos a partir da composição da digesta x 0,220 (fator de indigestibilidade).

Os valores da perda endógena obtidas com a DLP encontram-se próximos aos valores demonstrados por Lemme et al (2004), que observaram em frangos de corte perda endógena em torno de 0,143 ($\pm 0,042$); 0,209 ($\pm 0,049$); 0,494 ($\pm 0,148$); 0,329

($\pm 0,100$); 0,420 ($\pm 0,054$) e 0,289 ($\pm 0,063$) mg/g de MS, respectivamente para metionina, metionina mais cistina, treonina, arginina, valina e fenilalanina. Ravidran et al. (2004) utilizando a DLP, obtiveram para frangos de corte (Cobb) com 28 dias de idade, a perda endógena de 0,101 para metionina, 0,209 para lisina, 0,512 para treonina e 0,280 mg/g de MS para arginina. Porém, Kandim et al (2002), observaram valores maiores de metionina (0,19), lisina (0,420), arginina (0,480) e valina (0,530 mg/g de MS). Essas diferenças podem estar relacionadas com o teor de fibra que contém a dieta ou mesmo a marca comercial de ave utilizada (Cobb ou Ross), segundo Pozza et al. (2003), o aumento do teor de fibra na DLP aumenta a perda endógena em suínos.

Com exceção da metionina, arginina, leucina e fenilalanina, o uso da caseína hidrolisada enzimaticamente permitiu maior perda endógena dos aminoácidos e da proteína que a dieta livre de proteína, ajustando se melhor. A maior perda endógena com o uso da CHE foi observada por Hendricks et al. (1996) em gatos, por Hodgkinson et al. (2000) em suínos, por Ravidran et al. (2004) em frangos de corte e por Moughan et al. (2005) em humanos.

Ravidran et al. (2004), quantificaram que a concentração de arginina e treonina foram menores e a de lisina foi maior com o método da CHE comparado ao da DLP. Estes mesmos autores comentaram que as diferenças observadas entre os trabalhos que utilizaram CHE, podem ser devido à fonte de caseína, pois, diferentes coquetéis de enzimas proteolíticas utilizadas para produzir este produto podem produzir peptídeos hidrolisados de diferentes tipos e tamanhos.

O uso da DLP+AA, como alternativa à determinação da perda endógena, aproximou se dos valores de proteína obtidos com a dieta com CHE, reduzindo os efeitos negativos proporcionados pela DLP, pois, segundo Gabert et al. (2001) essa dieta não estimularia a síntese de enzimas proteolíticas, o que subestimaria a perda endógena ao nível de íleo terminal de suínos. Chung e Baker (1992), observaram que galos cecectomizados submetidos ao jejum por 48 horas perderam 35,6mg de aminoácidos essenciais, porém, ao consumirem a DLP e DLP+AA no mesmo período, a quantidade excretada foi de 45,4 e 55,2 mg, respectivamente.

Essa maior perda endógena com o uso da DLP+AA foi observada em relação DLP, com exceção da lisina, arginina, leucina e histidina. Para Chung e Baker (1992), é extremamente difícil formular uma DLP que fosse similar a dieta prática, logo, confirmando a importância da presença de fonte protéica para a perda endógena.

De Lange et al. (1989b), observaram em suínos que a excreção endógena aumentava ou diminuía com a administração parenteral de aminoácidos. Indicando que a presença de fonte protética proveniente dos aminoácidos da DLP+AA contribuiria para a excreção mais real de aminoácidos endógenos, facilitando ainda a determinação das perdas endógenas quando comparada ao uso da CHE, que requer ser centrifugada e ultrafiltrada. Segundo Hodgkinson et al (2000), uso da CHE subestimava o fluxo de aminoácidos endógenos devido a perda de aminoácidos e peptídeos de baixo peso molecular durante a ultrafiltração da digesta. Essas observações permitem exaltar os benefícios do uso da DLP+AA na determinação da perda endógena em frangos de corte.

O conteúdo de proteína bruta e aminoácidos totais dos alimentos utilizados são mostrados na tabela 7. Os valores observados estão próximos aos observados por Rostagno et al. (2005), sendo as pequenas variações relacionadas ao teor de proteína de cada alimento. Farrell et al. (1999), determinaram que o farelo de algodão com 39,2% de PB, o farelo de soja com 42,3% de PB e o sorgo com 10,8% de PB apresentaram respectivamente valores de aminoácidos essenciais de 1,54; 2,51; 0,21% de lisina, 0,61; 0,63; 0,16% de metionina; 1,15; 1,61; 0,33% de treonina e 1,69; 2,03; 0,53% de valina.

Tabela 7 - Conteúdo de proteína bruta e aminoácidos totais dos alimentos utilizados (matéria natural)¹

Nutrientes	Milho	Sorgo	Farelo de Soja	Farelo de Algodão
	-----%-----			
Proteína Bruta	7,2	8,4	46,9	38,4
Metionina	0,120	0,133	0,595	0,589
Cistina	0,181	0,145	0,649	0,719
Metionina + Cistina	0,301	0,277	1,243	1,311
Lisina	0,205	0,169	2,838	1,659
Treonina	0,265	0,253	1,838	1,300
Arginina	0,349	0,301	3,378	4,819
Isoleucina	0,229	0,301	2,081	1,270
Leucina	0,807	1,000	3,541	2,389
Valina	0,337	0,386	2,189	1,830
Histidina	0,229	0,181	1,189	1,151
Fenilalanina	0,3 25	0,410	2,405	2,351
Glicina	0,289	0,253	2,000	1,711
Serina	0,337	0,337	2,378	1,800
Prolina	0,795	0,723	2,703	1,600
Alanina	0,494	0,687	2,054	1,581
Ác. Aspártico	0,446	0,518	5,270	3,741
Ac. Glutâmico	1,229	1,518	8,270	7,889

¹ AATotal = AATotal_{alimento} / % Alimento na dieta x 100 {0,10(Met T_{milho}) / 83 (% milho na dieta)x100}

Os coeficientes de digestibilidade verdadeiro (CDV) da proteína bruta (PB) do milho, do sorgo, do farelo de soja, do farelo de algodão, dos aminoácidos sintéticos e das dietas completas, obtidos pela dieta livre de proteína (DLP), caseína hidrolisada enzimaticamente (CHE) e dieta livre de proteína mais aminoácidos (DLP+AA) são apresentados na tabela 8.

Observou-se efeito significativo ($P < 0,01$) entre os alimentos e as metodologias utilizadas, de modo que os CDV da proteína da bruta do complexo aminoacídico foram superiores aos dos alimentos em todas as metodologias utilizadas, demonstrando a alta absorção destes ao nível de mucosa ileal.

Avaliando as metodologias dentro de cada alimento, observou-se que os CDV da PB do milho e do sorgo foram maiores quando determinados pelo CHE e DLP+AA do que pela DLP ($P < 0,01$). Para o farelo de soja e para o farelo de algodão não foi verificado diferenças entre as metodologias na determinação do CDV, confirmando que a presença de proteína na porção ileal estimula a síntese endógena. Essa confirmação seria reforçada quando se observou-se que adigestibilidade da PB do farelo de soja e o farelo do algodão, dentro da DLP, foram diferentes ($P < 0,05$) da digestibilidade da PB do milho e do sorgo.

Tabela 8 - Coeficiente de digestibilidade verdadeira da proteína bruta de alguns alimentos e de complexo aminoacídico (CAA) obtidos pelos métodos da dieta livre de proteína (DLP), da caseína hidrolisada enzimaticamente (CHE) e da DLP mais aminoácidos (DLP+AA)

Ingrediente	DLP	CHE	DLP+AA	Média
	----- % -----			
Milho	89,9 Bb	92,8 Ba	92,3 Ba	91,7
Sorgo	89,2 Bb	91,7 BCa	91,2 BCa	90,7
Farelo de Soja	89,9 Ba	90,9 Ca	90,7Ca	90,5
Farelo de Algodão	89,6 Ba	90,6 Ca	90,4 Ca	90,2
CAA	98,2 Ab	100,5 Aa	100,1Aa	99,6
Média	91,4	93,3	93,0	
	Anova			
Alimento	0,001			
Metodologia	0,001			
Alimento x Metodologia	0,001			
CV%	1,19			

^{A,B} Médias seguidas por letras distintas na mesma coluna são diferentes pelo teste de SNK (P<0,05).

^{ab} Médias seguidas por letras distintas na mesma linha são diferentes pelo teste de SNK (P<0,05).

Leme et al. (2004), realizando a compilação de vários estudos que avaliaram a digestibilidade dos nutrientes nos alimentos para frangos de corte, observaram que CDV médio da proteína bruta do milho, do sorgo e dos farelos de algodão e de soja foram de 90; 86; 78; e 90%, respectivamente. Valores próximos aos observados neste trabalho, exceto para o farelo de algodão. Rostagno et al. (2005), determinaram que os coeficientes de digestibilidade aparente da PB do milho (8,3% PB), do sorgo baixo tanino (9,2% PB), do farelo de soja (45% PB) e do farelo de algodão (39% PB) foram respectivamente de 87; 86; 91,9; 78,7%. Valores altos quando comparados aos determinados neste trabalho, que foram 91,7; 90,7; 90,5 e 90,2%, respectivamente, principalmente se considerando que a determinação dos autores foram com base na digestibilidade aparente.

Na tabela 9 são apresentadas as dietas, milho+farelo de soja (M+FS), milho+6% de farelo de algodão (M+FA6), milho+12% de farelo de algodão (M+FA12), sorgo+6% de farelo de algodão (S+FA6) e sorgo+12% de farelo de algodão (S+FA12), as quais apresentaram, em média, o CDV da proteína bruta, obtida pela DLP, menor (85,2%) que os CDV obtidos pela CHE (86,0%) e pela DLP+AA (85,9%). Porém, não sendo observado entre as duas últimas diferenças nos coeficientes de digestibilidade.

Como não foi observado interação entre metodologias e dietas, em média, a dieta a base de M+FS apresentou a proteína bruta com o maior CDV (86,9%), não diferindo

da dieta a base de S+FA6 (86,4%) e ambos superiores às demais dietas. A inclusão de 6 ou 12% de farelo de algodão nas dietas a base de milho ou sorgo reduziram em média o CDV em 1,8 e 3,1% e 0,7 e 2,2%, respectivamente, quando comparadas a dieta a base de M+FS. O menor efeito da inclusão do farelo de algodão nas dietas com sorgo pode ser devido a sub valorização dos aminoácidos do farelo de algodão durante o preparação das dietas, levando a maior suplementação com aminoácidos sintéticos (Tabela 3), que contribuirão para a melhora da digestibilidade.

Tabela 9 - Coeficiente de digestibilidade verdadeira da proteína bruta de dietas obtidos pelos métodos da dieta livre de proteína (DLP), da caseína hidrolisada enzimaticamente (CHE) e da DLP mais aminoácidos (DLP+AA)

Ingrediente	DLP	CHE	DLP+AA	Média
	----- % -----			
Milho + Farelo de Soja	86,4	87,3	87,1	86,9 A
Milho + Farelo de Algodão 6%	84,9	85,8	85,7	85,5 B
Milho + Farelo de Algodão 12%	83,9	84,7	84,6	84,4 C
Sorgo + Farelo de Algodão 6%	85,9	86,8	86,6	86,4 A
Sorgo + Farelo de Algodão 12%	84,7	85,6	85,5	85,3 B
Média	85,2 b	86,0 a	85,9 a	
	Anova			
Dieta		0,001		
Metodologia		0,003		
Dieta x Metodologia		1,000		
CV%		1,20		

^{A,B} Médias seguidas por letras distintas na mesma coluna são diferentes pelo teste de SNK (P<0,05).

^{ab} Médias seguidas por letras distintas na mesma linha são diferentes pelo teste de SNK (P<0,05).

Apesar de não ter sido realizado avaliações estatísticas entre os CDV da PB do alimentos e das dietas, foi observado redução no coeficiente de digestibilidade verdadeiro da proteína das dietas quando comparada aos CDV da PB dos alimentos que compõem esta dieta, ou seja, para a dieta formulada com milho e farelo de soja (Tabela 9) a diferença em relação à média do CDV da PB do milho e do farelo de soja (Tabela 8) foi de 4,7%. Redução de 1% por Stein et al. (2005), quando avaliaram a digestibilidade de alimentos e dietas completas em suínos.

3.2 - Coeficientes de digestibilidade verdadeiro determinados dos aminoácidos dos alimentos

Os coeficientes de digestibilidade verdadeiro (CDV) dos aminoácidos do milho (M), do sorgo (S), do farelo de soja (FS), do Farelo de algodão (FA) e dos aminoácidos do complexo aminoacídico (CAA), determinados pela dieta livre de proteína (DLP), pela caseína hidrolisada enzimaticamente (CHE) e pela dieta livre de proteína mais aminoácidos (DLP+AA), são mostrados nas tabelas de 10 a 14.

Para todos os aminoácidos avaliados, os CDV médios dos aminoácidos do complexo aminoacídico (CAA) foram próximos ou superiores a 99%, sendo estes coeficientes superiores ao dos alimentos ($P < 0,01$) e iguais entre as metodologias estudadas ($P < 0,01$), exceto para fenilalanina (Tabela 13). Essa alta digestibilidade dos aminoácidos sintéticos foi também relatada por Rostagno et al. (2005).

Chang & Baker (1992), utilizando galos cecectomizados e alimentados com uma DLP para a obtenção da perda endógena, determinaram que o CDV dos aminoácidos sintéticos foram de 97,1; 97,5; 97,5; 95,6 e 94%, respectivamente para a metionina, lisina, treonina, arginina e valina. Izquierdo et al. (1988), observaram para a lisina sintética valor de 97,5% em galos cecectomizados alimentados com uma mistura de lisina mais sucrose e Neme et al (2001), determinaram que os CDV para a lisina HCl foi de 97,6% e da lisina sulfato de 98,3%. Nota-se que os valores observados nos trabalhos supracitados foram menores que os aqui determinados, justificado pelas diferenças entre animais, dietas e quantidade consumida. Pois, Izquierdo et al. (1988) intubando lisina 2 vezes ao dia no papo de galos, observaram absorção de 100% ao nível de íleo, contudo Sibbald & Wolynetz (1985), fazendo a intubação da lisina em dose única, quantificaram digestibilidade de 92%.

A comparação das metodologias para cada alimento (Tabela 10), permitiu observar que dentro da DLP a metionina do milho apresentou o maior CDV (94,7%) e o sorgo o menor coeficiente (91,3%). Dentro da CHE o menor CDV da metionina manteve-se com o sorgo, não diferindo entre si os coeficientes dos demais alimentos ($P < 0,01$). Para a DLP+AA, que visou reduzir as críticas sob a DLP, o CDV da metionina do milho e do farelo de algodão foram iguais entre si ($P < 0,01$) e superiores aos CDV do sorgo e do farelo de soja.

Tabela 10 - Coeficiente de digestibilidade verdadeiro determinado da metionina, cistina e metionina+cistina do milho (M), sorgo (S), farelo de soja (FS), farelo de algodão (FA) e de complexo aminoacídico (CAA), obtidos através da dieta livre de proteína (DLP), da caseína hidrolisada enzimaticamente (CHE) e da DLP mais aminoácidos (DLP+AA)

Metodologia	Metionina					Cistina					Metionina + Cistina				
	M	S	FS	FA	CAA	M	S	FS	FA	CAA	M	S	FS	FA	CAA
DLP	94,7 Ba	91,3 Da	93,6 Ca	93,6 Ca	99,6 Aa	90,3 Bb	84,3 Cb	79,0 Da	80,3 Da	96,9 Ab	91,7 Bb	88,0 Cb	85,8 Da	86,5 Da	98,7 Aa
CHE	93,7 Bb	90,4 Cb	93,1 Ba	93,3 Ba	99,0 Aa	90,8 Bb	85,0 Cb	79,3 Da	78,8 Da	97,4 Ab	92,0 Bb	88,2 Cb	85,9 Da	85,9 Da	98,9 Aa
DLP+AA	95,3 Ba	91,8 Da	93,8 Ca	93,9 Ba	100 Aa	93,6 Ba	88,5 Ca	81,1 Da	80,6 Da	100 Aa	93,4 Ba	89,8 Ca	86,7 Da	86,7 Da	100 Aa
Média	94,6	91,2	93,5	93,6	99,6	91,6	85,9	79,8	79,9	98,1	92,4	88,7	86,1	86,3	99,2
Anova															
Alimento	0,001					0,001					0,001				
Metodologia	0,001					0,001					0,001				
Alim x Meto	0,853					0,480					0,806				
CV %	0,540					1,570					0,870				

^{a, b, c,} Médias seguidas por letras distintas na mesma coluna são diferentes pelo teste de SNK ($P < 0,05$).

^{A, B, C, D} Médias seguidas por letras distintas na mesma linha são diferentes pelo teste de SNK ($P < 0,05$).

Os coeficientes de digestibilidade dos aminoácidos dos alimentos dentro das metodologias (Tabela 10), mostraram que somente os CDV da metionina do milho e do sorgo determinados pela CHE foram menores que os coeficientes determinados pela DLP e DLP+AA. Em média o CDV da metionina do milho foi 3,7% superior ao do sorgo e 1,1% maior que o farelo de soja e algodão. Porém, não se observou diferença no CDV entre esses dois.

Lamme et al. (2004), confirmaram a superioridade do CDV da metionina do milho sob sorgo, farelo de soja e farelo de algodão, os quais apresentaram CDV respectivamente de 94; 89; 91 e 72 %. Observações semelhantes foram feitas por Rostagno et al. (2005), os quais determinaram que o CVD para este aminoácido e alimentos foram respectivamente de 92,3; 88,8; 91,2 e 79,1%.

A dinâmica da digestibilidade dos aminoácidos nos alimentos pareceu variar com a metodologia e aminoácido estudado. Para a metionina mais cistina (M+C) o CDV foi maior para o milho, seguido do sorgo e estes superiores aos farelos de soja e algodão, independente da metodologia (Tabela 10). Porém, o CDV da M+C do milho e do sorgo foram maiores quando determinados pela DLP+AA em relação a DLP e CHE, não diferindo entre as demais possíveis comparações. Essas observações seguem as de Rostagno et al. (2005), que determinaram o CDV para M+C de 91,0; 86,2; 87,5 e 74,0%, respectivamente para o milho, sorgo, farelo de soja e farelo de algodão. A digestibilidade da metionina do sorgo e do farelo de algodão determinados pelos autores supracitados, encontram-se abaixo dos observados neste trabalho.

A lisina como o principal aminoácido dentro do conceito de proteína ideal, quando avaliada pela DLP (Tabela 11) apresentou o CDV de 93,6% para o farelo de soja, valor superior ao CDV do farelo de algodão (90%), milho (84,3%) e sorgo (83,6%) ($P < 0,01$). Porém, quando o CDV da lisina foi determinado pela CHE e DLP+AA observou a separação clara nos valores de digestibilidade, de modo que o farelo de soja e de algodão apresentaram os maiores CDV que os do milho e do sorgo. Em termos comparativos, a diferença na digestibilidade entre o farelo de soja e o milho foi de 10,2%.

As comparações dos CDV da lisina entre as metodologias, mostraram que a digestibilidade da lisina do milho e do sorgo, obtidos pela CHE, foram maiores que os determinados pela DLP e DLP+AA ($P < 0,01$). Para o farelo de algodão o menor CDV foi determinado pela DLP, não diferindo seus coeficientes entre as demais metodologias.

Tabela 11 - Coeficiente de digestibilidade verdadeiro determinado da lisina, treonina e arginina do milho (M), sorgo (S), farelo de soja (FS), farelo de algodão (FA) e de complexo aminoacídico (CAA), obtidos através da dieta livre de proteína (DLP), da caseína hidrolisada enzimaticamente (CHE) e da DLP mais aminoácidos (DLP+AA)

Metodologia	Lisina					Treonina					Arginina				
	M	S	FS	FA	CAA	M	S	FS	FA	CAA	M	S	FS	FA	CAA
DLP	84,3 Db	83,6 Db	93,6 Ba	90,0 Cb	100,3 Aa	86,3 Bb	86,0 Bb	87,9 Ba	85,3 Bb	97,0 Ab	95,5 Ca	91,8 Da	97,1 Ba	98,1 Ba	100,5 Aa
CHE	87,3 Ca	87,1 Ca	94,1 Ba	94,4Ba	101,4 Aa	89,6 Ba	89,5 Ba	88,9 Ba	88,4 Ba	99,2 Aa	94,1 Ca	90,3 Db	96,8 Ba	97,3 Ba	99,7 Aa
DLP+AA	83,5 Cb	82,6 Cb	93,5 Ba	93,8 Ba	100,0 Aa	90,8 Ba	90,7 Ba	89,3 Ba	88,8 Ba	100,0 Aa	94,6 Ca	90,8 Dab	96,9 Ba	97,4 Ba	100,0 Aa
Média	85,0	84,4	93,7	92,7	100,9	88,9	88,7	88,7	87,5	98,8	94,8	91,0	97,0	97,6	100,1
Anova															
Alimento	0,001					0,001					0,001				
Metodologia	0,001					0,001					0,001				
Alim x Meto	0,043					0,530					0,925				
CV %	1.610					1,410					0,760				

^{a, b, c} Médias seguidas por letras distintas na mesma coluna são diferentes pelo teste de SNK (P<0,05).

^{A, B, C, D} Médias seguidas por letras distintas na mesma linha são diferentes pelo teste de SNK (P<0,05).

O coeficiente de digestibilidade verdadeira da treonina observados entre os alimentos e entre as metodologias, não diferiram entre si ($P>0,01$), exceto para o CDV da treonina do milho, do sorgo e do farelo de algodão determinados pela DLP que foram menores que os CDV obtidos pelas demais metodologias.

A arginina, aminoácido de essencial para a excreção do ácido úrico nas aves, independente da metodologia, apresentou os CDV semelhantes entre os farelos de soja e algodão ($P<0,01$), sendo estes maiores que os observados no milho e no sorgo. Ao mesmo tempo em que o CDV da arginina do sorgo foi menor que o CDV do milho ($P<0,01$).

Rodrigues et al. (2001 e 2002), avaliando a digestibilidade verdadeira de alguns alimentos a partir do jejum de galos cecectomizados com 21 meses de idade, determinaram que o CDV da lisina, da treonina e da arginina do milho foram respectivamente de 88,8; 83,0 e 93,7% e para o farelo de soja foram de 93,6; 89,7 e 96,7%.

As diferenças observadas em comparação a literatura podem estar relacionadas com vários fatores, dentre eles a metodologia utilizada para determinar excreção dos aminoácidos endógenos. Angkanaporn et al (1996), utilizando a metodologia da homoarginina em frangos de corte com 35 dias de idade, observaram que o farelo de soja apresentava os CDV para lisina, treonina, argina de 91,5; 91,3; 91,4%, respectivamente. Com exceção da treonina estes valores foram menores que os valores médios observados para a lisina e arginina (93,7 e 97,0%, respectivamente).

Kandim et al. (2002) determinaram em frangos de corte Ross, alimentados com DLP, que o CDV lisina, treonina e arginina do sorgo foram respectivamente de 98,3; 91,6; 98,3% e do farelo de soja foram de 95,7; 94,7; 96,0%. Para os mesmos aminoácidos foram observado no sorgo valores respectivamente de 83,6; 86,0 e 91,8% e no farelo de soja de 93,6; 87,9 e 97,1%. Estas diferenças podem ser devidas aos diferentes teores protéicos e de fibra de cada alimento.

Os CDV da valina do milho determinado pela DLP e DLP+AA, 93,7 e 91,6%, respectivamente, apresentaram se maiores que os CDV dos demais alimentos (Tabela 12), não diferindo estes entre si ($P>0,01$). Quando utilizou-se o CHE para avaliação da digestibilidade, o CDV da valina do milho foi maior que o do sorgo e este maior que os dos farelos de soja e algodão. Comparando as metodologias dentro dos alimentos, observou-se que o CDV da valina do milho foi menor quando determinado pela DLP e do sorgo menor quando utilizou-se a DLP e DLP+AA. Para o farelos de soja e algodão não foi observado diferenças entre as metodologias.

Tabela 12 - Coeficiente de digestibilidade verdadeiro determinado da isoleucina, leucina e valina do milho (M), sorgo (S), farelo de soja (FS), farelo de algodão (FA) e de complexo aminoacídico (CAA), obtidos através da dieta livre de proteína (DLP), da caseína hidrolisada enzimaticamente (CHE) e da DLP mais aminoácidos (DLP+AA)

Metodologia	Isoleucina					Leucina					Valina				
	M	S	FS	FA	CAA	M	S	FS	FA	CAA	M	S	FS	FA	CAA
DLP	92,0 Bb	90,7 Cb	89,8 Dc	87,4 Dc	99,9 Aa	95,5 Ba	92,5 Ca	90,9 Da	86,7 Eb	100,3 Aa	91,5 Bb	89,0 Cb	88,8 Ca	87,8 Ca	99,9 Aa
CHE	98,1 Ba	95,4 Ca	91,3 Da	91,1 Da	103,4 Aa	94,9 Ba	92,1 Ca	90,7 Da	90,4 Da	99,7 Aa	93,7 Ba	91,0 Ca	89,6 Da	89,2 Da	101,4 Aa
DLP+AA	92,2 Bb	90,8 Cb	89,9 Cb	89,6 Cb	100,0 Aa	95,2 Ba	92,3 Ca	90,8 Da	90,6 Da	100,0 Aa	91,6 Ab	89,2 Cb	88,8 Ca	88,8 Ca	100,0 Aa
Média	94,1	92,3	90,3	89,4	101,1	95,2	92,3	90,8	89,2	100,0	92,3	89,7	89,1	88,4	100,4
Anova															
Alimento															
	0,001					0,001					0,001				
Metodologia	0,001					0,086					0,001				
Alim x Meto	0,001					0,001					0,054				
CV %	0,70					0,73					0,87				

^{a, b, c} Médias seguidas por letras distintas na mesma coluna são diferentes pelo teste de SNK (P<0,05).

^{A, B, C, D} Médias seguidas por letras distintas na mesma linha são diferentes pelo teste de SNK (P<0,05).

A fenilalanina, aminoácido participante da formação da adrenalina bem com precursor da carnitina (Tabela 13), apresentou os CDV para milho, determinado pela DLP (94,0%) e DLP+AA (95,2%), maiores que as dos demais alimentos ($P < 0,05$). Porém, quando determinada pela CHE os CDV não diferiram entre si, exceto para o farelo de algodão que apresentou os CDV da fenilalanina iguais aos obtidos na CHE (89,85) e DLP (91,2%) ($P < 0,01$).

Segundo a literatura (Angkanaporn et al., 1996; Rodrigues et al., 2001, 2002; Kadim et al., 2002; Lemme et al., 2004; Rostagno et al., 2005) o milho tem apresentado valores de digestibilidade para a valina variando entre 85,0 e 88,2%, para o sorgo valores entre 87,0 e 92,7% e para o farelo de soja valores entre 88,0 e 89,0%. Para a fenilalanina do milho o CDV foi de 92,0 a 94,0%, no sorgo foi de 89,0 a 95%, no farelo de soja de 89,0 a 93,0% e no farelo de algodão de 81,0 a 86%. Valores estes que aproximam dos observados neste trabalho, com exceção dos valores do farelo de algodão.

O uso da da CHE não permitiu determinar o CDV de alguns aminoácidos não essenciais, como a glicina, a prolina, o ácido aspártico e o ácido glutâmico. Porém, quando lançou-se mão da DLP observou-se que o coeficiente de digestibilidade verdadeiro da glicina do sorgo (Tabela 13), apresentou o menor CDV (81,4%) quando comparado aos do milho (85,0%), farelo de soja (85,2%) e farelo de algodão (83,8%). Observação semelhante foi observada quando se utilizou a DLP+AA ($P < 0,05$). Os CDV da glicina determinados dentro das metodologias não diferiram entre si.

Tabela 13 - Coeficiente de digestibilidade verdadeiro determinado da histidina, fenilalanina e glicina do milho (M), sorgo (S), farelo de soja (FS), farelo de algodão (FA) e de complexo aminoacídico (CAA), obtidos através da dieta livre de proteína (DLP), da caseína hidrolisada enzimaticamente (CHE) e da DLP mais aminoácidos (DLP+AA)

Metodologia	Histidina					Fenilalanina					Glicina				
	M	S	FS	FA	CAA	M	S	FS	FA	CAA	M	S	FS	FA	CAA
DLP	92,8 Bb	84,1 Cb	91,9 Bb	91,5 Bb	100,5 Ab	94,0 Ba	92,2 Ca	91,0 Ca	91,2 Cab	99,1 Aa	85,0 Ba	81,4 Cb	85,2 Ba	83,8 Ba	99,5 Aa
CHE	97,0 Ba	89,5 Da	93,8 Ca	93,2 Ca	105,9 Aa	88,9 Bb	88,2 Bb	89,4 Bb	89,8 Bb	95,1 Ab	-	-	-	-	-
DLP+AA	92,4 Bb	83,6 Cb	91,8 Cb	91,2 Cb	100,0 Ab	95,2 Ba	93,1 Ca	91,3 Ca	91,7 Ca	100,0 Aa	86,3 Ba	82,8 Ca	85,6 Ba	85,1 Ba	100,0 Aa
Média	94,1	85,7	92,5	92,0	102,1	92,7	91,2	90,5	90,9	98,1	85,7	82,1	85,4	84,5	99,8
Anova															
Alimento	0,001					0,001					0,001				
Metodologia	0,001					0,001					0,001				
Alim x Meto	0,0347					0,002					0,001				
CV %	0,95					0,98					0,92				

^{a, b, c} Médias seguidas por letras distintas na mesma coluna são diferentes pelo teste de SNK (P<0,05).

^{A, B, C, D} Médias seguidas por letras distintas na mesma linha são diferentes pelo teste de SNK (P<0,05).

O ácido glutâmico (Tabela 14), como fornecedor de amida nitrogenada para biosíntese de nucleotídeos, quando determinado no sorgo, sua digestibilidade com o uso da DLP e DLP+AA, apresentou em média o menor CDV (92,9%) quando comparado aos valores médios de 95,2; 95,6; 96,0% para o milho, farelo de soja e algodão, respectivamente. Entre as metodologias não foi observado diferenças

Fischer Jr. et al. (1998) utilizando galos cecectomizados, observaram valores de digestibilidade para a glicina e ácido glutâmico no milho de 90 e 98% e no farelo de soja valores de 98 e 99%, respectivamente. Kandim et al. (2002), determinando a digestibilidade verdadeira de aminoácidos em frangos de corte Ross, alimentados com DLP, obtiveram que os CDV para a glicina e ácido glutâmico no sorgo foram respectivamente de 86,9 e 95,0% e para o farelo de soja foram de 89,7 e 91,8%.

As variações observadas entre os coeficientes de digestibilidade, tanto na literatura quanto entre as metodologias estudadas, podem ter várias causas. Huang et al (2005) observaram que a idade de frangos de corte influenciava significativamente a digestibilidade dos aminoácidos. De forma que a digestibilidade do sorgo em aves de 42 dias de idade era maior que das aves com 28 dias e que coeficiente de digestibilidade do farelo de algodão não sofria alteração com a idade, exceto para a lisina e arginina.

A própria dinâmica dos aminoácidos durante o processo digestivo poderá ditar sua digestibilidade, como comentado para as perdas endógenas. Se observado o conteúdo endógeno (Tabela 6) poderá ser notado que o ácido glutâmico, aspártico, prolina e treonina são os de maiores excreção, observado também por Ravindram et al. (2004) em frangos de corte. Segundo estes autores a mucina é rica nos aminoácidos supracitados e que a glicina em especial compõem mais de 90% dos aminoácidos da bile. Indicando que essas diferenças não são casuais.

Tabela 14 - Coeficiente de digestibilidade verdadeiro determinado da prolina, ácido aspártico e ácido glutâmico do milho (M), sorgo (S), farelo de soja (FS), farelo de algodão (FA) e de complexo aminoacídico (CAA), obtidos através da dieta livre de proteína (DLP), da caseína hidrolisada enzimaticamente (CHE) e da DLP mais aminoácidos (DLP+AA)

Metodologia	Prolina					Ácido Aspártico					Ácido Glutâmico				
	M	S	FS	FA	CAA	M	S	FS	FA	CAA	M	S	FS	FA	CAA
DLP	92,1 Ba	85,7 Ba	89,3 Ca	86,1 Bb	98,1 Aa	90,1 Ca	90,5 Ca	92,3 Ba	91,3 BCa	99,3 Aa	95,2 Ba	92,8 Ca	95,6 Ba	96,0 Ba	99,9 Aa
CHE ¹	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
DLP+AA	92,8 Ba	86,5 Da	89,8 Ca	89,3 Ca	100,1 Aa	91,4 Ba	91,5 Ba	92,5 Ba	92,7 Ba	100,0 Aa	95,3 Ba	92,9 Ca	95,6 Ba	96,0 Ba	100,0 Aa
Média	92,5	86,1	89,5	87,7	99,1	90,7	91,0	92,4	92,0	99,3	95,2	92,9	95,6	96,0	99,8
Anova															
Alimento	0,001					0,001					0,001				
Metodologia	0,013					0,060					0,606				
Alim x Meto	0,441					0,747					0,999				
CV %	1,58					0,89					0,51				

^{a, b, c,} Médias seguidas por letras distintas na mesma coluna são diferentes pelo teste de SNK (P<0,05).

^{A, B, C, D} Médias seguidas por letras distintas na mesma linha são diferentes pelo teste de SNK (P<0,05).

¹ Coeficientes de digestibilidade dos aminoácidos não determinados.

3.3 - Conteúdo verdadeiro dos aminoácidos dos alimentos.

Com a obtenção dos coeficientes de digestibilidade, juntamente com o conteúdo total dos aminoácidos dos alimentos é possível determinar o conteúdo verdadeiro de dado aminoácido. Na tabela 15 e 16 são apresentados os conteúdos totais e digestíveis verdadeiros dos aminoácidos do milho, do sorgo e dos farelos de soja e algodão.

Observando os dados percebe-se que houve pouca variação no conteúdo dos aminoácidos determinados nas diferentes metodologias, tendendo os conteúdos dos aminoácidos obtidos pela DLP+AA serem maiores que os conteúdos das outras metodologias.

Levando em consideração que o somatório dos conteúdos dos aminoácidos que compõe a proteína do alimento deva estar próximo ao da proteína total, nota-se que em termos percentuais (verdadeiro/total), o milho apresentou valores de aminoácidos digestíveis verdadeiros respectivamente pela DLP, CHE e DLP+AA de 92,5; 93,1; 93,1% (média de 92,9%), o sorgo de 89,8; 90,7; 90,4% (média de 90,3 %) e os farelos de soja e de algodão (Tabela 16), valores de 91,6; 91,3; 91,8% (91,6%) e 91,4; 91,7; 92,5% (91,9%), respectivamente para as três metodologias. Estes valores estão próximos aos coeficientes de digestibilidade verdadeiro da proteína dos respectivos alimentos (Tabela 8).

Em média os conteúdos dos aminoácidos digestíveis verdadeiros determinados para o milho com 7,2% de proteína bruta, estão abaixo dos valores de aminoácidos observados por Rostagno et al. (2005), lisina digestível 0,21%; metionina digestível 0,16%; treonina digestível 0,27%; valina digestível 0,35%, provavelmente devido ao diferente teor de proteína bruta do milho (8,26% de PB). Para o sorgo e para o farelo de soja os valores médios encontram-se muito próximos aos valores por Rostagno et al, (2005), porém, para o farelo de algodão os conteúdos de aminoácidos determinados neste trabalho (lisina digestível 1,53%; Metionina digestível 0,554%; treonina digestível 1,137%; valina digestível 1,459%) foram maiores que o de Rostagno et al. (2005), lisina digestível 1,21%; Metionina digestível 0,47%; treonina digestível 0,99%; valina digestível 1,37%.

Fischer JR. et al. (1998) e Rodrigues et al. (2001, 2002), trabalhando com galos cecectomizados observaram valores de conteúdo de aminoácidos para o milho e farelo de soja próximos aos observados neste trabalho.

Tabela 15 - Conteúdo determinado de aminoácido total e digestível verdadeiro do milho e do sorgo, obtidos pelos métodos da dieta livre de proteína (DLP), da caseína hidrolisada enzimaticamente (CHE) e da DLP mais aminoácidos (DLP+AA) (na matéria natural)

Ingredientes	Milho				Sorgo			
	Total ¹	DLP ²	CHE ²	DLP+AA ²	Total ¹	DLP ²	CHE ²	DLP+AA ²
Metionina	0,120	0,114	0,113	0,115	0,133	0,121	0,120	0,122
Cistina	0,181	0,163	0,164	0,169	0,145	0,122	0,123	0,128
Metionina+Cistina	0,301	0,276	0,277	0,281	0,277	0,244	0,245	0,249
Lisina	0,205	0,173	0,179	0,171	0,169	0,141	0,147	0,139
Treonina	0,265	0,229	0,237	0,241	0,253	0,218	0,226	0,230
Arginina	0,349	0,333	0,328	0,333	0,301	0,277	0,277	0,277
Isoleucina	0,229	0,211	0,225	0,211	0,301	0,273	0,287	0,274
Leucina	0,807	0,771	0,766	0,771	1,000	0,925	0,921	0,923
Valina	0,337	0,309	0,316	0,309	0,386	0,343	0,351	0,344
Histina	0,229	0,212	0,222	0,211	0,181	0,152	0,162	0,151
Fenilalanina	0,325	0,306	0,289	0,310	0,410	0,378	0,361	0,382
Glicina	0,289	0,246	-	0,249	0,253	0,206	-	0,209
Prolina	0,795	0,732	-	0,738	0,723	0,619	-	0,625
Aspártico	0,446	0,402	-	0,407	0,518	0,469	-	0,474
Glutâmico	1,229	1,170	-	1,170	1,518	1,408	-	1,410
Total AA ³	6,107	5,647	-	5,686	6,568	5,896	-	5,937
		(92,5) ⁴	(93,1) ⁵	(93,1) ⁴		(89,8) ⁴	(90,3) ⁵	(90,4) ⁴

¹ AA Total = AA Total alimento (Tabela 7) x % Alimento na dieta

² AA Dig = AA Total x Coeficiente de Digestibilidade aminoácido (Tabela 10 a 14)

³ Somatório do conteúdo de 15 aminoácidos

⁴ Somatório dos aminoácidos digestíveis / Somatório dos aminoácidos totais

⁵ Somatório dos aminoácidos digestíveis / Somatório dos aminoácidos totais até fenilalanina

Tabela 16 - Conteúdo determinado de aminoácido total e digestível verdadeiro do farelo de soja e do farelo de algodão, obtidos pelos métodos da dieta livre de proteína (DLP), da caseína hidrolisada enzimaticamente (CHE) e da DLP mais aminoácidos (DLP+AA) (na matéria natural)

Ingredientes	Farelo de Soja				Farelo de Algodão			
	Total ¹	DLP ²	CHE ²	DLP+AA ²	Total ¹	DLP ²	CHE ²	DLP+AA ²
Metionina	0,595	0,556	0,554	0,558	0,589	0,551	0,550	0,561
Cistina	0,649	0,512	0,514	0,526	0,719	0,557	0,567	0,580
Met+Cist	1,243	1,066	1,068	1,078	1,311	1,134	1,126	1,137
Lisina	2,838	2,656	2,670	2,652	1,659	1,493	1,566	1,556
Treonina	1,838	1,615	1,615	1,615	1,300	1,109	1,149	1,154
Arginina	3,378	3,282	3,271	3,275	4,819	4,727	4,689	4,694
Isoleucina	2,081	1,869	1,901	1,870	1,270	1,110	1,157	1,138
Leucina	3,541	3,220	3,210	3,215	2,389	2,071	2,160	2,164
Valina	2,189	1,944	1,961	1,945	1,830	1,607	1,632	1,625
Histina	1,189	1,093	1,115	1,091	1,151	1,053	1,073	1,050
Fenilalanina	2,405	2,188	2,150	2,196	2,351	2,144	2,111	2,156
Glicina	2,000	1,705	-	1,712	1,711	1,434	-	1,456
Prolina	2,703	2,414	-	2,427	1,600	1,378	-	1,429
Aspártico	5,270	4,866	-	4,878	3,741	3,416	-	3,468
Glutâmico	8,270	7,903	-	7,908	7,889	7,573	-	7,573
Total AA ³	40,189	36,889	-	36,946	34,329	31,357	-	31,741
		(91,6) ⁴	(91,3) ⁵	(91,8) ⁴		(91,4) ⁴	(91,7) ⁵	(92,5) ⁴

¹ AA Total = AA Total alimento (Tabela 7) x % Alimento na dieta

² AA Dig = AA Total x Coeficiente de Digestibilidade aminoácido (Tabela 10 a 14)

³ Somatório do conteúdo dos aminoácidos

⁴ Somatório dos aminoácidos digestíveis / Somatório dos aminoácidos totais

⁵ Somatório dos aminoácidos digestíveis / Somatório dos aminoácidos totais até fenilalanina

3.4 - Coeficiente de digestibilidade verdadeiro dos aminoácidos das dietas completas

O conhecimento do CDV das dietas completas visa entender se a mistura de diferentes ingredientes pode refletir sobre a digestão e absorção, alterando o coeficiente de digestibilidade como observado com o aumento de fibra dietética (Pozza et al., 2003) ou presença de fatores antinutricionais (Brito et al., 2006).

Na tabela 17 é apresentado o CDV dos aminoácidos de dietas contendo milho ou sorgo com a inclusão de 6 ou 12% de farelo de algodão, obtidos pelo método da DLP, CHE e DLP+AA. Observou-se que o uso de diferentes metodologias para a determinação da digestibilidade verdadeira da metionina, não proporcionou diferenças significativa ($P>0,01$) nos CDV das dietas estudadas. Porém, observou-se que as dietas a base de milho e farelo de soja (M+FS) apresentaram em média os maiores CDV, seguido dos CDV das dietas a base de sorgo e 6% de inclusão de farelo de algodão (M+FA6) e milho com 6% de inclusão de farelo de algodão (S+FA6), que por sua vez foram maiores que os CDV das dietas contendo milho ou sorgo com 12% de inclusão de farelo de algodão (M+FA12), (S+FA12). Em média a inclusão de 6 e 12% de farelo de algodão reduziu a digestibilidade da metionina em 2,1 e 3,6% e 1,7 e 3,4%, respectivamente para milho e sorgo.

Para a metionina mais cistina (Tabela 17) observou-se que os CDV das dietas foram iguais entre as metodologias ($P<0,01$), exceto para a dieta com M+FA6 que apresentou o maior CDV quando determinado pela DLP+AA. Em média, a inclusão de 12% de farelo de algodão nas dietas com milho ou sorgo reduziu a digestibilidade em 1,7 e 1,3%, respectivamente quando comparada a inclusão de 6% de farelo de algodão e redução de 3,4 e 2,3%, respectivamente quando comparada as dietas com M+FS.

Trabalhos que determinam a digestibilidade dos aminoácidos de dietas completas são escassos na literatura. Stein et al. (2005), determinaram que o coeficiente de digestibilidade verdadeiro da metionina em suínos alimentados com uma dieta à base de milho e farelo de soja foi de 90,1%, porém, quando o farelo de soja foi substituído pelo farelo de canola a digestibilidade foi de 88,5%, redução de 1,8%. Demonstrando que dietas com diferentes alimentos podem proporcionar diferentes digestibilidades.

Tabela 17 - Coeficientes de digestibilidade verdadeiro determinado da metionina, da cistina e da metionina+cistina de dietas contendo milho ou sorgo com 6% ou 12% de farelo de algodão, obtidos pelos métodos da dieta livre de proteína (DLP), da caseína hidrolisada enzimaticamente (CHE) e da DLP mais aminoácidos (DLP+AA)

Metodologia	Metionina					Cistina					Metionina + Cistina				
	M+FS ¹	M+FA 6	M+FA 12	S+FA 6	S+FA12	M+FS	M+FA6	M+FA 12	S+FA 6	S+FA12	M+FS	M+FA6	M+FA 12	S+FA 6	S+FA12
DLP	94,5A a	92,4 Ba	91,0 Ca	92,8 Ba	91,3 Ca	79,4 Aa	78,5 ABa	77,2 Bb	78,9 ABb	77,2 Ba	88,1 Aa	86,6 ABb	85,1 Da	87,2 Ba	86,0 Ca
CHE	94,2 Aa	92,2 Ba	90,8 Ca	92,6 Ba	91,0 Ca	79,7 Aa	78,7 ABa	77,4 Bb	79,2 ABb	77,4 Ba	88,2 Aa	86,7 ABb	85,1 Da	87,3 Ba	86,1 Ca
DLP+AA	94,6 Aa	92,5 Ba	91,1 Ca	92,9 Ba	91,4 Ca	80,9 Aa	79,9 ABa	78,7 Ba	80,6 ABa	78,8 Ba	88,7 Aa	87,1 ABa	85,6 Da	87,7 Ba	86,6 Ca
Média	94,4	92,4	91,0	92,8	91,2	80,0	79,0	77,8	79,5	77,8	88,3	86,8	85,3	87,4	86,2
Anova															
Dieta	0,001					0,001					0,001				
Metodologia	0,135					0,001					0,01				
Dieta x Meto	1,00					1,00					1,00				
CV %	0,490					1,160					0,570				

^{a, b, c,} Médias seguidas por letras distintas na mesma coluna são diferentes pelo teste de SNK (P<0,05).

^{A, B, C, D} Médias seguidas por letras distintas na mesma linha são diferentes pelo teste de SNK (P<0,05).

¹ M+FS = Milho + Farelo de Soja, M+FA 6 = Milho + Farelo de Algodão 6%, M+FA12 = Milho + Farelo de Algodão 12%, S+FA6 = Sorgo + Farelo de Algodão 6%, S+FA12 = Sorgo + Farelo de Algodão 12%..

Os coeficientes de digestibilidade verdadeiro da lisina também foram afetados pela inclusão do farelo de algodão. Na tabela 18, foi mostrado que independente da metodologia, os maiores CDV ($P<0,01$) foram em ordem decrescente para as dietas a base de M+FS, S+FA6, M+FA6, S+FA12 e M+FA12. Notadamente, a inclusão de 6 e 12% farelo de algodão reduziu em 2,8 e 1,0% a digestibilidade da lisina nas dietas contendo milho, quando comparadas respectivamente às dietas contendo sorgo e a inclusão de farelo de algodão

Avaliando os CDV da treonina (Tabela 18), determinados pelas DLP, CHE e DLP+AA, observou-se que as dietas contendo M+FS foram as que apresentaram os maiores CDV dos grupos com M+FA e S+FA, exceto para as dietas formuladas com S+FA6 que apresentaram seus coeficientes iguais ($P<0,01$) aos do M+FS. A comparação das dietas dentro das metodologias mostrou que o CDV da treonina da dieta formulada com S+FA6, determinado pela CHE foi igual ($P<0,01$) aos CDV obtidos pela DLP e DLP+AA e estas diferentes entre si. ($P<0,01$). Para a dieta com S+FA12 ambos os coeficientes determinados pelas metodologias foram diferentes, não perfazendo este mesmo efeito nas demais dietas.

Para a arginina (Tabela 18), o CDV médio da dieta com M+FS foi de 94,6%, seguidos das dietas com M+FA6 e S+FA6 que foram de 93,2 e 93,8%, respectivamente. Para a dieta com milho ou sorgo com inclusão 12% farelo de algodão, os CDV foram menores e respectivamente de 92,2 e 92,3%.

Hong et al. (2001) trabalhando com patos de pekin com 11 semanas de idade, determinaram que os CDV da lisina, da treonina e da arginina da dieta a base de milho e farelo de soja foram respectivamente de 85,8; 82,6 e 89,7%. Quando fizeram a inclusão de 12% de trigo, a digestibilidade para esses aminoácidos foram de 88,9; 81,4 e 90,3%, respectivamente. A inclusão deste alimento alternativo não reduziu a digestibilidade, como observado com a inclusão de 12% de farelo de algodão nas dietas formuladas com milho ou sorgo. Provavelmente a redução da digestibilidade pode esta relacionada à combinação de fatores intrínsecos aos alimentos.

Tabela 18 - Coeficientes de digestibilidade verdadeiro determinado da lisina, da treonina e da arginina de dietas contendo milho ou sorgo com 6% ou 12% de farelo de algodão, obtidos pelos métodos da dieta livre de proteína (DLP), da caseína hidrolisada enzimaticamente (CHE) e da DLP mais aminoácidos (DLP+AA)

Metodologia	Lisina					Treonina					Arginina				
	M+FS ¹	M+FA 6	M+FA 12	S+FA 6	S+FA 12	M+FS	M+FA6	M+FA 12	S+FA 6	S+FA12	M+FS	M+FA6	M+FA 12	S+FA 6	S+FA12
DLP	92,1 Aa	88,5 Ca	87,0 Da	91,0 Ba	87,8 Ca	84,1 Aa	80,5 Ca	80,3 Ca	83,2 ABb	82,3 Bc	94,7 Aa	93,3 Ba	92,3 Ca	94,0 Ba	92,4 Ca
CHE	92,6 Aa	89,0 Ca	87,5 Da	91,4 Ba	88,3 Ca	85,1 Aa	81,5 Ca	81,3 Ca	84,2 ABab	83,3 Bb	94,4 Aa	93,0 Ba	92,1 Ca	93,7 Ba	92,2 Ca
DLP+AA	92,0 Aa	88,4 Ca	86,9 Da	90,8 Ba	87,7 Ca	85,4 Aa	81,8 Ca	81,6 Ca	84,6 ABa	83,6 Ba	94,5 Aa	93,1 Ba	92,1 Ca	93,8 Ba	92,3 Ca
Média	92,2	88,6	87,1	91,1	88,0	84,9	81,3	81,0	84,0	83,1	94,6	93,2	92,2	93,8	92,3
Anova															
Dieta	0,001					0,001					0,001				
Metodologia	0,105					0,001					0,206				
Dieta x Meto	1,00					1,00					1,00				
CV %	0,470					0,810					0,440				

^{a, b, c,} Médias seguidas por letras distintas na mesma coluna são diferentes pelo teste de SNK (P<0,05).

^{A, B, C, D} Médias seguidas por letras distintas na mesma linha são diferentes pelo teste de SNK (P<0,05).

¹ M+FS = Milho + Farelo de Soja, M+FA 6 = Milho + Farelo de Algodão 6%, M+FA12 = Milho + Farelo de Algodão 12%, S+FA6 = Sorgo + Farelo de Algodão 6%, S+FA12 = Sorgo + Farelo de Algodão 12%..

Como observado em outros aminoácidos essenciais, o CDV da valina das dietas a base de M+FS (Tabela 19) foram maiores que os das demais dietas ($P < 0,01$), sendo em média de 86%. A inclusão de 6% de farelo de algodão nas dietas com milho e sorgo apresentaram respectivamente os CDV da valina de 82,9 e 84,0%, valores superiores aos observados para a inclusão de 12% de farelo de algodão (82,3 e 81,9%). Entre as metodologias estudadas não foi observado diferenças para nenhuma das dietas ($P > 0,01$).

Para o aminoácido fenilalanina (Tabela 20), observou-se em todas as metodologias que as dietas a base de M+FS foram as que apresentam os maiores coeficiente de digestibilidade verdadeiro ($P < 0,01$). Tendo também observado que o uso do método da CHE para a determinação da perda endógena foi a que proporcionou os menores CDV da fenilalanina em relação às DLP e DLP+AA ($P < 0,01$).

A superioridade das dietas a base de M+FS em proporcionar os maiores CDV foram também observados para a glicina (81,7% em média), seguido pelos CDV médio das dietas formuladas com milho e com 6 ou 12% de farelo de algodão, que foram respectivamente de 79,1 e 78,4% (Tabela 20). Entre as metodologias utilizadas para determinar a digestibilidade verdadeira deste aminoácido nas diferentes dietas, não foi observado diferenças significativa ($P > 0,01$).

O coeficiente de digestibilidade verdadeiro do ácido glutâmico (Tabela 21) determinado na dieta com S+FA6 (92,2%), foi semelhante a dieta com M+FS (93,3%), porém, não diferindo das demais dietas ($P > 0,01$).

São poucos os trabalhos que avaliam a digestibilidade dos aminoácidos em dietas completas e o efeito da inclusão de alimentos alternativos sob o coeficiente de digestibilidade de frangos de corte. Stein et al. (2005), mostraram que o CDV da fenilalanina, da glicina e do ácido glutâmico da dieta a base de milho e farelo de soja, determinados em suínos, foram respectivamente de 89,4, 89,1 e 90,8%, próximos aos observado neste trabalho.

Hong et al. (2002), obtiveram em patos de pekin, valores de digestibilidade para a fenilalanina e ácido glutâmico da dieta formulada com M+FS de 88,2 e 89,2%, respectivamente. Para o ácido glutâmico, o valor observado por estes autores foi menor que o obtido neste trabalho, provavelmente, pelos menores CDV deste aminoácido determinado nos alimentos individualmente e pelo maior teor de fibra presente no milho e no farelo de soja utilizado na formulação.

Tabela 19 – Coeficientes de digestibilidade verdadeiro determinado da isoleucina, da leucina e da valina de dietas contendo milho ou sorgo com 6% ou 12% de farelo de algodão, obtidos pelos métodos da dieta livre de proteína (DLP), da caseína hidrolisada enzimaticamente (CHE) e da DLP mais aminoácidos (DLP+AA)

Metodologia	Isoleucina					Leucina					Valina				
	M+FS ¹	M+FA 6	M+FA 12	S+FA 6	S+FA12	M+FS	M+FA6	M+FA 12	S+FA 6	S+FA12	M+FS	M+FA6	M+FA 12	S+FA 6	S+FA12
DLP	86,7 Ab	83,9 Bb	82,4 Cb	84,7B b	82,3 Cb	88,3 Aa	86,4 Ba	84,3 CDa	84,9 Ca	83,5 Da	85,8 Aa	82,7 BCa	82,0 Ca	83,7 Ba	81,6 Ca
CHE	88,1 Aa	85,4 Ba	83,9 Ca	86,1 Ba	83,8 Ca	88,1 Aa	86,2 Ba	84,0 CDa	84,7 Ca	83,3 Da	86,4 Aa	83,4 Ca	82,7 Ca	84,4 Ba	82,3 Ca
DLP+AA	86,7 Ab	83,9 Bb	82,5 Cb	84,7 Bb	82,3 Cb	88,2 Aa	86,3 Ba	84,1 CDa	84,8 Ca	83,4 Da	85,8 Aa	82,7 BCa	82,1 Ca	83,8 Ba	81,7 Ca
Média	87,2	84,4	82,9	85,1	82,8	88,2	86,3	84,1	84,8	83,4	86,0	82,9	82,3	84,0	81,9
Anova															
Dieta	0,001					0,001					0,001				
Metodologia	0,001					0,528					0,09				
Dieta x Meto	1,000					1,00					1,00				
CV %	0,810					0,620					0,760				

^{a, b, c,} Médias seguidas por letras distintas na mesma coluna são diferentes pelo teste de SNK (P<0,05).

^{A, B, C, D} Médias seguidas por letras distintas na mesma linha são diferentes pelo teste de SNK (P<0,05).

¹ M+FS = Milho + Farelo de Soja, M+FA 6 = Milho + Farelo de Algodão 6%, M+FA12 = Milho + Farelo de Algodão 12%, S+FA6 = Sorgo + Farelo de Algodão 6%, S+FA12 = Sorgo + Farelo de Algodão 12%..

Tabela 20 - Coeficientes de digestibilidade verdadeiro determinado da histidina, da fenilalanina e da glicina de dietas contendo milho ou sorgo com 6% ou 12% de farelo de algodão, obtidos pelos métodos da dieta livre de proteína (DLP), da caseína hidrolisada enzimaticamente (CHE) e da DLP mais aminoácidos (DLP+AA)

Metodologia	Histidina					Fenilalanina					Glicina				
	M+FS ¹	M+FA 6	M+FA 12	S+FA 6	S+FA12	M+FS	M+FA6	M+FA 12	S+FA 6	S+FA12	M+FS	M+FA6	M+FA 12	S+FA 6	S+FA12
DLP	88,2 Ab	86,2 Bb	84,4 Cb	85,6 Bb	83,6 Cb	88,2 Aa	86,0 Ba	85,7 Ba	86,4 Ba	85,4 Ba	81,5 Aa	78,9 BCa	78,2 Ca	80,6 Ba	79,1 Ca
CHE	89,7 Aa	87,6 Ba	85,9 Ca	87,2 Ba	85,2 Ca	86,9 Ab	84,6 Bb	84,3 Bb	85,0 Bb	84,0 Bb	-	-	-	-	-
DLP+AA	88,1 Ab	86,0 Bb	84,3 Cb	85,4 Bb	83,5 Cb	88,5 Aa	86,3 Ba	86,0 Ba	86,7 Ba	85,7 Ba	81,8 Aa	79,2 BC a	78,6 Ca	81,0 Ba	79,5 Ca
Média	88,6	86,6	84,8	86,1	84,1	87,9	85,6	85,3	86,0	85,0	81,7	79,1	78,4	80,8	79,3
Anova															
Dieta	0,001					0,001					0,001				
Metodologia	0,001					0,001					0,090				
Dieta x Meto	1,00					1,00					0,819				
CV %	0,670					0,670					0,880				

^{a, b, c} Médias seguidas por letras distintas na mesma coluna são diferentes pelo teste de SNK (P<0,05).

^{A, B, C, D} Médias seguidas por letras distintas na mesma linha são diferentes pelo teste de SNK (P<0,05).

¹ M+FS = Milho + Farelo de Soja, M+FA 6 = Milho + Farelo de Algodão 6%, M+FA12 = Milho + Farelo de Algodão 12%, S+FA6 = Sorgo + Farelo de Algodão 6%, S+FA12 = Sorgo + Farelo de Algodão 12%..

Tabela 21 - Coeficientes de digestibilidade verdadeiro determinado da prolina, do ácido glutâmico e do ácido aspártico de dietas contendo milho ou sorgo com 6% ou 12% de farelo de algodão, obtidos pelos métodos da dieta livre de proteína (DLP), da caseína hidrolisada enzimaticamente (CHE) e da DLP mais aminoácidos (DLP+AA)

Metodologia	Prolina					Ácido Aspártico					Acido Glutâmico				
	M+FS ¹	M+FA 6	M+FA 12	S+FA 6	S+FA12	M+FS	M+FA6	M+FA 12	S+FA 6	S+FA12	M+FS	M+FA6	M+FA 12	S+FA 6	S+FA12
DLP	85,8 Aa	84,1 Ba	82,1 Ca	82,2 Ca	81,1 Ca	89,6 Aa	87,0 Ba	86,4 Ba	89,2 Aa	87,2 Ba	93,2 Aa	91,8 Ba	90,7 Ba	92,2 ABa	90,8 Ba
CHE ²	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
DLP+AA	86,2 Aa	84,4 Ba	82,5 Ca	82,6 Ca	81,5 Ca	89,8 Aa	87,2 Ba	86,7 Ba	89,4 Aa	87,4 Ba	93,3 Aa	91,8 Ba	90,8 Ba	92,2 ABa	90,8 Ba
Média	86,0	84,3	82,3	82,4	81,3	89,7	87,1	86,6	89,3	87,3	93,3	91,8	90,8	92,2	90,8
Anova															
Dieta	0,001					0,001					0,001				
Metodologia	0,087					0,389					0,834				
Dieta x Meto	0,999					1,000					1,000				
CV %	0,670					0,920					0,750				

^{a, b, c,} Médias seguidas por letras distintas na mesma coluna são diferentes pelo teste de SNK (P<0,05).

^{A, B, C, D} Médias seguidas por letras distintas na mesma linha são diferentes pelo teste de SNK (P<0,05).

¹ M+FS = Milho + Farelo de Soja, M+FA 6 = Milho + Farelo de Algodão 6%, M+FA12 = Milho + Farelo de Algodão 12%, S+FA6 = Sorgo + Farelo de Algodão 6%, S+FA12 = Sorgo + Farelo de Algodão 12%..

² Coeficientes de digestibilidade dos aminoácidos não determinados

3.5 - Conteúdo verdadeiro de aminoácidos das dietas completas.

Com base nos coeficientes de digestibilidade verdadeiros dos aminoácidos obtidos pelas DLP, CHE e DLP+AA e no conteúdo total dos aminoácidos das dietas formuladas com M+FS, M+FA6, M+FA12, S+FA6 e S+FA12 foi determinado o conteúdo digestível verdadeiro dos aminoácidos das referidas dietas, demonstrados nas tabelas 22 e 23.

Comparando as metodologias em cada uma das dietas, foi observado que os conteúdos verdadeiros da arginina e da leucina foram maiores quando determinados pela DLP. De modo que aumentado a inclusão de farelo de algodão (Tabela 22), o conteúdo verdadeiro de arginina foi aumentado e o de leucina diminuído, ou seja, a dieta a base de M+FS apresentava 1,307% de arginina e 1,484% de leucina, a dieta com M+FA6 continha respectivamente para estes aminoácidos 1,358 e 1,400% e a dieta com M+FA12 1,422 e 1,319%. Este efeito foi influenciado pela maior concentração de arginina no farelo de algodão e pela substituição do farelo de soja, com alto teor de leucina, pelo farelo de algodão. Situação semelhante foi observada para as dietas com sorgo com inclusão de 6 e 12% de farelo de algodão (Tabela 23).

Os conteúdos verdadeiros de lisina, isoleucina, valina e histidina de todas as dietas foram maiores quando determinados pela CHE. Para os demais aminoácidos seus conteúdos foram maiores quando foi utilizada a DLP+AA. Nesta mesma metodologia, a comparação dos conteúdos verdadeiros da metionina das dietas a base de milho ou sorgo com farelo de algodão apresentaram poucas diferenças, provavelmente pela pouca variação existente entre o conteúdo de metionina dos alimentos.

Realizado a proporção entre o somatório do conteúdo digestível pelo somatório do conteúdo total dos aminoácidos (Tabelas 22 e 23), foi possível observar que os valores da dieta com M+FS determinados pela DLP, CHE e DLP+AA foram respectivamente de 89,3; 89,1 e 89,4%. Valores próximos aos 86,4; 87,3 e 87,1% de digestibilidade verdadeira observados para a proteína bruta desta dieta nas mesmas metodologias (Tabela 9). O mesmo se aplicou às demais dietas.

Tabela 22 - Conteúdo determinado de aminoácido total e digestível verdadeiro de dietas, obtidos pelos métodos da dieta livre de proteína (DLP), da caseína hidrolisada enzimaticamente (CHE) e da DLP mais aminoácidos (DLP+AA) (na matéria natural)

Dietas	Milho + Farelo Soja				Milho + Farelo Algodão 6%				Milho + Farelo Algodão 12%			
	Total	DLP ¹	CHE ¹	DLP+AA ¹	Total	DLP ¹	CHE ¹	DLP+AA ¹	Total	DLP ¹	CHE ¹	DLP+AA ¹
Metionina	0,440	0,416	0,415	0,416	0,450	0,416	0,415	0,416	0,455	0,414	0,413	0,415
Cistina	0,335	0,266	0,267	0,271	0,335	0,263	0,264	0,268	0,335	0,259	0,259	0,264
Met+Cist	0,770	0,679	0,679	0,683	0,785	0,680	0,680	0,684	0,785	0,668	0,668	0,672
Lisina	1,100	1,013	1,018	1,012	1,080	0,956	0,961	0,954	1,080	0,940	0,945	0,939
Treonina	0,780	0,656	0,663	0,666	0,775	0,624	0,631	0,634	0,755	0,606	0,613	0,616
Arginina	1,380	1,307	1,303	1,305	1,455	1,358	1,354	1,355	1,540	1,422	1,418	1,419
Isoleucina	0,840	0,728	0,740	0,728	0,795	0,667	0,679	0,667	0,790	0,651	0,663	0,652
Leucina	1,680	1,484	1,481	1,483	1,620	1,400	1,397	1,398	1,565	1,319	1,315	1,317
Valina	0,925	0,793	0,799	0,794	0,910	0,753	0,759	0,753	0,945	0,775	0,781	0,779
Histina	0,545	0,481	0,489	0,480	0,540	0,465	0,473	0,465	0,545	0,460	0,468	0,459
Fenilalanina	1,010	0,891	0,878	0,894	1,000	0,860	0,846	0,863	1,010	0,866	0,852	0,869
Glicina	0,850	0,692	-	0,695	0,825	0,651	-	0,654	0,815	0,638	-	0,641
Prolina	1,350	1,159	-	1,163	1,325	1,114	-	1,119	1,265	1,039	-	1,043
Aspártico	2,055	1,841	-	1,846	1,985	1,727	-	1,731	1,895	1,638	-	1,642
Glutâmico	3,580	3,338	-	3,339	3,565	3,272	-	3,274	3,550	3,221	-	3,223
Total AA ²	17,6	15,7 (89,3) ³	(89,1) ⁴	15,8 (89,4) ³	17,4	15,2 (87,2) ³	(86,8) ⁴	15,2 (87,3) ³	17,3	14,9 (86,1) ³	(85,6) ⁴	15,0 (86,3) ³

¹ Aminoácidos Total x Coeficiente de Digestibilidade do aminoácido (Tabela 17 a 21)

² Somatório do conteúdo dos aminoácidos

³ Somatório dos aminoácidos digestíveis / Somatório dos aminoácidos totais

⁴ Somatório dos aminoácidos digestíveis / Somatório dos aminoácidos totais até fenilalanina

Tabela 23 - Conteúdo determinado de aminoácido total e digestível verdadeiro de dietas, obtidos pelos métodos da dieta livre de proteína (DLP), da caseína hidrolisada enzimaticamente (CHE) e da DLP mais aminoácidos (DLP+AA) (na matéria natural)

Dietas	Sorgo + Farelo Algodão 6%				Sorgo + Farelo Algodão 12%			
	Total	DLP	CHE	DLP +AA	Total	DLP	CHE	DLP +AA
Metionina	0,475	0,441	0,440	0,441	0,480	0,438	0,437	0,439
Cistina	0,310	0,245	0,245	0,250	0,305	0,235	0,236	0,240
Met+Cist	0,785	0,685	0,685	0,689	0,785	0,675	0,676	0,679
Lisina	1,080	0,982	0,988	0,981	1,065	0,936	0,941	0,934
Treonina	0,760	0,633	0,640	0,643	0,760	0,626	0,633	0,636
Arginina	1,390	1,307	1,302	1,304	1,465	1,354	1,350	1,352
Isoleucina	0,845	0,715	0,727	0,716	0,790	0,650	0,662	0,650
Leucina	1,740	1,477	1,474	1,475	1,665	1,390	1,387	1,388
Valina	0,950	0,796	0,802	0,796	0,915	0,747	0,753	0,747
Histina	0,505	0,432	0,440	0,431	0,500	0,418	0,426	0,417
Fenilalanina	1,035	0,894	0,880	0,897	1,025	0,875	0,861	0,878
Glicina	0,790	0,637	-	0,640	0,775	0,613	-	0,616
Prolina	1,285	1,056	-	1,061	1,225	0,993	-	0,999
Aspártico	1,970	1,757	-	1,761	1,905	1,661	-	1,665
Glutâmico	3,680	3,391	-	3,393	3,675	3,335	-	3,336
Total AA ²	17,600 (87,7) ³	15,448 (87,3) ⁴	(87,9) ³	15,478 (87,9)	17,335	14,946 (86,2) ³	(85,7) ⁴	14,976 (86,4) ³

¹ Aminoácidos Total x Coeficiente de Digestibilidade do aminoácido (Tabela 17 a 21)

² Somatório do conteúdo dos aminoácidos

³ Somatório dos aminoácidos digestíveis / Somatório dos aminoácidos totais

⁴ Somatório dos aminoácidos digestíveis / Somatório dos aminoácidos totais até fenilalanina

3.6 - Aditividade de aminoácidos

A aditividade de aminoácidos considera que a quantidade de aminoácidos presentes numa dieta completa é igual ao somatório dos aminoácidos fornecidos por cada alimento que compõe essa dieta. Com base nessa premissa, foi possível obter os coeficientes de digestibilidade verdadeiro calculado dos aminoácidos das dietas. Nas tabelas 24 a 28 são apresentados estes coeficientes e a diferença entre eles e os coeficientes de digestibilidade verdadeiro determinado.

Para todas as dietas estudadas e em todas as metodologias utilizadas, foi observado que os CDV calculados dos aminoácidos foram maiores ($P < 0,01$) que os CDV determinados. Para os aminoácidos cistina, lisina, treonina, ácido aspártico e ácido glutâmico determinados pela DLP e CHE e para a lisina obtida pela DLP+AA da dieta a base de milho e farelo de soja (Tabela 24), não foi observado diferença significativa entre os coeficientes calculados e determinados. Observação semelhante foi feita para a cistina, nas mesmas metodologias, da dieta contendo sorgo e inclusão de 6% de farelo de algodão (Tabela 27).

Para a dieta a base de M+FS a diferença média entre o CDV calculado e determinado foram de 3,1; 3,0 e 3,1 pontos percentuais, respectivamente para DLP, CHE e DLP+AA. Para as dietas a base de milho e inclusão de 6 e 12% de farelo de algodão as diferenças entre os coeficientes foram aumentadas, sendo de 5,1; 5,4; 5,5 e 6,3; 6,6; 6,6 pontos percentuais, respectivamente para a inclusão de farelo de algodão e metodologia (Tabela 25 e 26).

Tabela 24 - Diferença (Difer) entre o coeficiente de digestibilidade verdadeiro calculado (Calc) e determinado (Deter) dos aminoácidos da dieta contendo milho e farelo de soja, obtidos pelos métodos da dieta livre de proteína (DLP), da caseína hidrolisada enzimaticamente (CHE) e da DLP mais aminoácidos (DLP+AA)

Aminoácido	DLP (%)				CHE (%)				DLP +AA (%)			
	Calc ¹	Deter ²	Difer	CV (%)	Calc ¹	Deter ²	Difer	CV (%)	Calc ¹	Deter ²	Difer	CV (%)
Metionina	96,3	94,5	1,8	0,32	96,0	94,2	1,8	0,32	96,5	94,6	1,9	0,32
Cistina	82,6	79,4	3,2 ^{NS}	1,20	83,0	79,7	3,3 ^{NS}	1,20	85,1	80,9	4,2	1,17
Met+Cist	90,4	88,1	2,3	0,42	90,6	88,2	2,4	0,42	91,3	88,7	2,6	0,42
Lisina	92,6	92,1	0,5 ^{NS}	0,37	93,3	92,6	0,7 ^{NS}	0,36	92,4	92,0	0,4 ^{NS}	0,37
Treonina	87,5	84,1	3,4 ^{NS}	1,33	89,1	85,1	4,0 ^{NS}	1,31	89,6	85,4	4,2	1,30
Arginina	96,9	94,7	2,2	0,03	96,4	94,4	2,0	0,03	96,6	94,5	2,1	0,03
Isoleucina	90,1	86,7	3,4	0,91	92,4	88,1	4,3	0,89	90,2	86,7	3,5	0,91
Leucina	92,2	88,3	3,9	0,83	91,8	88,1	3,7	0,83	92,0	88,2	3,8	0,83
Valina	89,4	85,8	3,6	0,91	90,4	86,4	4,0	0,91	89,4	85,8	3,6	0,91
Histina	92,1	88,2	3,9	0,64	94,6	89,7	4,9	0,62	91,9	88,1	3,8	0,63
Fenilalanina	91,5	88,2	3,3	0,80	89,3	86,9	2,4 ^{NS}	0,82	92,0	88,5	3,5	0,80
Glicina	85,2	81,5	3,7	1,18	-	-	-	-	85,7	81,8	3,9	1,17
Prolina	90,4	85,8	4,6	0,69	-	-	-	-	90,8	86,2	4,6	0,56
Aspártico	92,1	89,6	2,5 ^{NS}	1,26	-	-	-	-	92,4	89,8	2,6	1,25
Glutâmico	95,5	93,2	2,3 ^{NS}	0,96	-	-	-	-	95,6	93,3	2,3	0,96
Média	91,0	88,0	3,1	-	91,5	88,5	3,0	-	91,4	88,3	3,1	-

¹ Valores obtidos pela aditividade dos aminoácidos

² Valores das tabelas 17 a 20.

^{NS} Não significativo pelo teste de SNK (P<0,05).

Tabela 25 – Diferença (Difer) entre o coeficiente de digestibilidade verdadeiro calculado (Calc) e determinado (Deter) dos aminoácidos da dieta contendo milho e 6% de farelo de algodão, obtidos pelos métodos da dieta livre de proteína (DLP), da caseína hidrolisada enzimaticamente (CHE) e da DLP mais aminoácidos (DLP+AA)

Aminoácido	DLP (%)				CHE (%)				DLP +AA (%)			
	Calc ¹	Deter ²	Difer	CV (%)	Calc ¹	Deter ²	Difer	CV (%)	Calc ¹	Deter ²	Difer	CV (%)
Metionina	96,4	92,4	4,0	0,21	96,0	92,2	3,8	0,21	96,6	92,5	4,1	0,21
Cistina	82,6	78,5	4,1	0,40	82,8	78,7	4,1	0,38	84,9	79,9	5,0	0,38
Met+Cist	90,5	86,6	3,9	0,06	90,5	86,7	3,8	0,06	91,2	87,1	4,1	0,06
Lisina	92,7	88,5	4,2	0,23	93,7	89,0	4,7	0,25	92,8	88,4	4,4	0,25
Treonina	87,7	80,5	7,2	0,78	89,4	81,5	7,9	0,78	89,9	81,8	8,1	0,78
Arginina	97,1	93,3	3,8	0,14	96,6	93,0	3,6	0,15	96,7	93,1	3,6	0,15
Isoleucina	89,9	83,9	6,0	0,36	92,4	85,4	7,0	0,35	90,2	83,9	6,3	0,36
Leucina	91,8	86,4	5,4	0,36	91,8	86,2	5,6	0,36	92,0	86,3	5,7	0,36
Valina	89,2	82,7	6,5	0,20	90,4	83,4	7,0	0,20	89,4	82,7	6,7	0,20
Histina	92,1	86,2	5,9	0,13	94,5	87,6	6,9	0,12	91,8	86,0	5,8	0,13
Fenilalanina	91,5	86,0	5,5	0,68	89,4	84,6	4,8	0,70	92,0	86,3	5,7	0,68
Glicina	85,0	78,9	6,1	0,20	-	-	-	-	85,7	79,2	6,5	0,20
Prolina	90,2	84,1	6,1	0,30	-	-	-	-	90,8	84,4	6,4	0,17
Aspártico	91,9	87,0	4,9	0,29	-	-	-	-	92,4	87,2	5,2	0,29
Glutâmico	95,5	91,8	4,0	0,38	-	-	-	-	95,6	91,8	4,1	0,38
Média	90,9	85,8	5,1	-	91,6	86,2	5,4	-	91,5	86,0	5,5	-

¹Valores obtidos pela aditividade dos aminoácidos

²Valores das tabelas 17 a 20.

^{NS} Não significativo pelo teste de SNK (P<0,05).

Tabela 26 - Diferença (Difer) entre o coeficiente de digestibilidade verdadeiro calculado (Calc) e determinado (Deter) dos aminoácidos da dieta contendo milho e 12% de farelo de algodão, obtidos pelos métodos da dieta livre de proteína (DLP), da caseína hidrolisada enzimaticamente (CHE) e da DLP mais aminoácidos (DLP+AA)

Aminoácido	DLP (%)				CHE (%)				DLP +AA (%)			
	Calc ¹	Deter ²	Difer	CV (%)	Calc ¹	Deter ²	Difer	CV (%)	Calc ¹	Deter ²	Difer	CV (%)
Metionina	96,4	91,0	5,4	0,54	96,0	90,8	5,2	0,55	96,6	91,1	5,5	0,54
Cistina	82,6	77,2	5,4	0,80	82,5	77,4	5,1	0,83	84,6	78,7	5,9	0,81
Met+Cist	90,5	85,1	5,4	0,35	90,5	85,1	5,4	0,34	91,2	85,6	5,6	0,34
Lisina	92,8	87,0	5,8	0,34	94,1	87,5	6,6	0,38	93,3	86,9	6,4	0,38
Treonina	87,9	80,3	7,6	0,76	89,7	81,3	8,4	0,76	90,2	81,6	8,6	0,75
Arginina	97,3	92,3	5,0	0,52	96,7	92,1	4,6	0,51	96,8	92,1	4,7	0,51
Isoleucina	89,7	82,4	7,3	0,36	92,4	83,9	8,5	0,36	90,2	82,5	7,7	0,37
Leucina	91,4	84,3	7,1	0,56	91,8	84,0	7,8	0,57	92,0	84,1	7,9	0,57
Valina	89,1	82,0	7,1	0,38	90,3	82,7	7,6	0,38	89,3	82,1	7,2	0,38
Histina	92,0	84,4	7,6	0,47	94,4	85,9	8,5	0,46	91,8	84,3	7,5	0,47
Fenilalanina	91,5	85,7	5,8	0,22	89,4	84,3	5,1	0,24	92,1	86,0	6,1	0,23
Glicina	84,9	78,2	6,7	0,51	-	-	-	-	85,6	78,6	7,0	0,51
Prolina	89,9	82,1	7,8	0,34	-	-	-	-	90,7	82,5	8,2	0,20
Aspártico	91,8	86,4	5,4	0,72	-	-	-	-	92,4	86,7	5,7	0,73
Glutâmico	95,6	90,7	4,9	0,80	-	-	-	-	95,7	90,8	4,9	0,80
Média	90,9	84,6	6,3	-	91,6	85,0	6,6	-	91,5	84,9	6,6	-

¹ Valores obtidos pela aditividade dos aminoácidos

² Valores das tabelas 17 a 20.

^{NS} Não significativo pelo teste de SNK (P<0,05).

Tabela 27 - Diferença (Difer) entre o coeficiente de digestibilidade verdadeiro calculado (Calc) e determinado (Deter) dos aminoácidos da dieta contendo sorgo e 6% de farelo de algodão, obtidos pelos métodos da dieta livre de proteína (DLP), da caseína hidrolisada enzimaticamente (CHE) e da DLP mais aminoácidos (DLP+AA)

Aminoácido	DLP (%)				CHE (%)				DLP +AA (%)			
	Calc ¹	Deter ²	Difer	CV (%)	Calc ¹	Deter ²	Difer	CV (%)	Calc ¹	Deter ²	Difer	CV (%)
Metionina	96,1	92,8	3,3	0,27	95,7	92,6	3,1	0,27	96,2	92,9	3,3	0,27
Cistina	80,6	78,9	1,7 ^{NS}	1,34	80,8	79,2	1,6 ^{NS}	1,34	83,0	80,6	2,4 ^{NS}	1,32
Met+Cist	90,1	87,2	2,9	0,79	90,2	87,3	2,9	0,79	90,9	87,7	3,2	0,79
Lisina	93,1	91,0	2,1	0,51	94,2	91,4	2,8	0,48	93,3	90,8	2,5	0,48
Treonina	88,0	83,2	4,8	0,72	89,7	84,2	5,5	0,72	90,2	84,6	5,6	0,71
Arginina	96,7	94,0	2,7	0,42	96,1	93,7	2,4	0,42	96,3	93,8	2,5	0,42
Isoleucina	89,8	84,7	5,1	0,78	92,2	86,1	6,1	0,78	90,0	84,7	5,3	0,79
Leucina	91,1	84,9	6,2	0,47	91,1	84,7	6,4	0,47	91,3	84,8	6,5	0,47
Valina	88,7	83,7	5,0	0,80	89,8	84,4	5,4	0,79	88,9	83,8	5,1	0,79
Histina	90,3	85,6	4,7	0,24	92,8	87,2	5,6	0,24	90,0	85,4	4,6	0,24
Fenilalanina	91,3	86,4	4,9	0,68	89,2	85,0	4,2	0,70	91,8	86,7	5,1	0,68
Glicina	84,4	80,6	3,8	1,23	-	-	-	-	85,1	81,0	4,1	1,23
Prolina	87,9	82,2	5,7	0,96	-	-	-	-	88,7	82,6	6,1	0,97
Aspártico	91,9	89,2	2,7	0,33	-	-	-	-	92,4	89,4	3,0	0,33
Glutâmico	95,0	92,2	2,8	0,36	-	-	-	-	95,0	92,2	2,8	0,36
Média	90,3	86,4	3,9	-	91,1	86,9	4,2	-	90,9	86,7	4,2	-

¹ Valores obtidos pela aditividade dos aminoácidos

² Valores das tabelas 17 a 20.

^{NS} Não significativo pelo teste de SNK (P<0,05).

Tabela 28 - Diferença (Difer) entre o coeficiente de digestibilidade verdadeiro calculado (Calc) e determinado (Deter) dos aminoácidos da dieta contendo sorgo e 12% de farelo de algodão, obtidos pelos métodos da dieta livre de proteína (DLP), da caseína hidrolisada enzimaticamente (CHE) e da DLP mais aminoácidos (DLP+AA)

Aminoácido	DLP (%)				CHE (%)				DLP +AA (%)			
	Calc ¹	Deter ²	Difer	CV (%)	Calc ¹	Deter ²	Difer	CV (%)	Calc ¹	Deter ²	Difer	CV (%)
Metionina	96,1	91,3	4,8	0,27	95,8	91,0	4,8	0,27	96,3	91,4	4,9	0,27
Cistina	80,7	77,2	3,5	0,07	80,6	77,4	3,2	0,10	82,8	78,8	4,0	0,10
Met+Cist	90,2	86,0	4,2	0,21	90,2	86,1	4,1	0,21	90,9	86,6	4,3	0,21
Lisina	93,2	87,8	5,4	0,44	94,5	88,3	6,2	0,38	93,7	87,7	6,0	0,39
Treonina	88,2	82,3	5,9	0,46	90,0	83,3	6,7	0,45	90,5	83,6	6,9	0,45
Arginina	96,9	92,4	4,5	0,41	96,3	92,2	4,1	0,43	96,5	92,3	4,2	0,43
Isoleucina	89,5	82,3	7,2	0,23	92,1	83,8	8,3	0,23	90,0	82,3	7,7	0,23
Leucina	90,7	83,5	7,2	0,19	91,1	83,3	7,8	0,20	91,3	83,4	7,9	0,20
Valina	88,6	81,6	7,0	0,05	89,8	82,3	7,5	0,04	88,8	81,7	7,1	0,04
Histina	90,3	83,6	6,7	0,38	92,8	85,2	7,6	0,37	90,0	83,5	6,5	0,38
Fenilalanina	91,3	85,4	5,9	0,22	89,2	84,0	5,2	0,22	91,8	85,7	6,1	0,22
Glicina	84,2	79,1	5,1	0,11	-	-	-	-	85,0	79,5	5,5	0,11
Prolina	87,6	81,1	6,5	0,10	-	-	-	-	88,6	81,5	7,1	0,08
Aspártico	91,8	87,2	4,6	0,47	-	-	-	-	92,4	87,4	5,0	0,44
Glutâmico	95,0	90,8	4,2	0,30	-	-	-	-	95,1	90,8	4,3	0,30
Média	90,3	84,8	5,5	0,27	91,1	85,2	5,9	-	90,9	85,1	5,8	-

¹ Valores obtidos pela aditividade dos aminoácidos

² Valores das tabelas 17 a 20.

^{NS} Não significativo pelo teste de SNK (P<0,05).

Observada a proximidade da digestibilidade dos aminoácidos da dieta a base de sorgo ao da dieta com milho e farelo de algodão, o comparativo realizado entre os CDV mostraram que as diferenças aumentam com a inclusão do farelo de algodão, porém, menores quando comparados à dieta a base de M+FS (Tabela 27 e 28).

Hong et al (2002), determinando a digestibilidade verdadeira dos aminoácidos da dieta a base de M+FS em patos de pekin em jejum, observaram que os CDV calculados dos aminoácidos da dieta tendiam serem maiores que os CDV determinados, mas não diferindo entre si, concluindo que a digestibilidade dos aminoácidos da dieta completa poderia ser obtida a partir do valor aditivo dos aminoácidos, exceto para alguns aminoácidos que poderiam sofrer um efeito associativo, como a lisina, arginina e aspártico, que apresentaram o valor calculado (92,8; 93,2 e 90,4%) significativamente maior que o determinado (85,8; 89,7 e 84,4%, respectivamente). Diferente do observado neste trabalho, no qual determinou que a lisina e ácido aspártico não apresentaram diferença significativa entre o CDV calculado e determinado.

Stein et al. (2005), avaliando a digestibilidade dos aminoácidos da dieta a base de milho e farelo de soja em suínos, observaram que o CDV calculado não diferia do determinado (90,4 x 91,4%, média), mesma observação feita quando se avaliou a dieta contendo milho e farelo de canola, exceto para os aminoácidos arginina, isoleucina e valina que apresentaram diferença significativa. Quando comparada a substituição do farelo de soja pelo farelo de canola, ocorreu uma redução no CDV médio calculado e determinado (87,7 x 85,5%).

O aumento das diferenças entre os CDV calculados e determinados com a inclusão do farelo de algodão segue a mesma observação feita por Furuya & Kaji (1991) em suínos, que ao avaliarem a aditividade da digestibilidade verdadeira dos aminoácidos das dietas formuladas com farelo de soja e milho ou cevada ou trigo, apresentaram diferenças de 0,3; 2,2 e -1,3 pontos percentuais, respectivamente. Isso permitiria inferir que diferentes composições alimentares podem fornecer diferentes valores aditivos. A menor variação observada para a dieta com M+FS pelos autores segue o observado neste trabalho.

A superioridade do coeficiente calculado em relação ao determinado pode ser justificado pelo efeito associativo, ou seja, a fatores presentes nos alimentos que juntos poderiam reduzir a digestibilidade. Dentre eles temos o tanino presente no sorgo, que foi considerado baixo neste estudo, mas pode ter reduzido a atividade de enzimas digestivas. Ahmed et al. (1991), mostraram que frangos de corte recebendo níveis crescentes de taninos apresentaram baixa atividade de tripsina e alfa-amilase e inibição das dipeptidases

e alfa-galactosidades com o aumento de tanino, levando ao aumento do pâncreas. Outros estudos mostram in vitro que o transporte de L-treonina, em meio contendo sódio é de 75% quando é 0% a concentração de tanino, mas é reduzida para 35 e 28% quando a concentração aumentava para 0,5 e 1%, respectivamente (King et al., 2000).

O gossipol livre, presente no farelo de algodão tem maior ou menor efeito sob os animais conforme seu processamento, se não feito corretamente pode apresentar teores consideráveis levando a complexação de nutrientes, infertilidade e redução do desempenho. Gamboa et al. (2001), mostraram que aves alimentadas com 7% de farelo de algodão apresentaram no plasma uma concentração de 2% de enantiômeros de gossipol e quando consumiram 28% de farelo de algodão a concentração passou para 7,2%, com redução no ganho de peso.

Outro fator que poderia ter influenciado na diferença dos CDV seria o teor de fibra das dietas que foram de 2,91; 3,45; 3,99; 3,67 e 4,23%, respectivamente para M+FS, M+FA6, M+FA12, S+FA6 e S+FA12. Uma vez que tem sido observado que os componentes da fibra, variável para cada alimento, poderia aumentar a produção de mucina no lúmen e a excreção endógena, através da adsorção de aminoácidos, peptídeos e enzimas digestivas (Coon et al., 1989; Choct et al., 2002; Pozza et al., 2003).

Stein et al. (2005), pesquisaram a aditividade de aminoácidos em dietas completas, as quais apresentaram coeficientes de variação (CV%) acima de 1,5%, o que pode ter contribuído para não observância das diferenças entre os coeficientes de digestibilidade calculado e determinado, pois quanto maior a variação dos dados em relação à média menor é a possibilidade de ser encontrado diferenças. Neste trabalho os CV% obtidos foram menores que 1%, com salvas exceções, demonstrando que as diferenças observadas entre os CDV calculado e determinado são devidos em parte a precisão experimental.

4 - RESUMO E CONCLUSÕES

Este experimento foi realizado com os objetivos de estimar e comparar a perda endógena de aminoácidos determinados pela dieta livre de proeína (DLP), pela dieta livre de proeína mais aminoácidos (DLP+AA) e pela caseína hidrolisada enzimaticamente (CHE). Determinar os coeficientes de digestibilidade verdadeira (CDV) da proteína bruta (PB) e dos aminoácidos do milho (M), do sorgo (S), do farelo de soja (FS), do farelo de algodão (FA), dos aminoácidos sintéticos e de dietas completas, obtidos nas diferentes metodologias e calcular o CDV dos aminoácidos das dietas completas, com base na no valor aditivo. Foram utilizados 462 frangos de corte machos, ROSS 308, de 17 a 22 dias idade, com peso médio inicial de 376 gramas. As aves foram alojadas em baterias frias, recebendo água e ração experimental à vontade e programa de luz contínuo. A distribuição das aves foi em delineamento inteiramente casualizado, totalizando 11 tratamentos (dietas) com 6 repetições e 7 aves por unidade experimental. As dietas experimentais seguiram as recomendações de Rostagno et al. (2000), exceto para proteína e aminoácidos, de modo que a dieta 1 e 6 foram formuladas com DLP e DLP+AA, respectivamente. As dietas de 2 a 5 continham somente os alimentos teste supra citados. A dieta 7 foi formulada com M+FS. As dietas 8 (M+FA6) e 9 (M+FA12) com milho e 6 ou 12 % de farelo de algodão, respectivamente. As dietas 10 (S+FA6) e 11 (S+FA12) com sorgo mais a inclusão de farelo de algodão. A dieta 6 também foi utilizada para determinar o CDV dos aminoácidos sintéticos. O dados de perda endógena com o uso da CHE, foram extraídos de Lemme et al. (2004). Com base nos dados experimentais observou-se que ao comparar as três metodologias, o uso da DLP+AA foi a que proporcionou às aves as maiores perdas endógenas de aminoácidos, exceto para lisina, isoleucina, valina e histidina (0,255; 0,390; 0,449 e 0,209mg/gMS, respectivamente) que foram maiores com o uso da CHE e da arginina (0,249mg/g MS) e leucina (0,417mg/gMS) que foram maiores com a DLP. Essas observações mostraram vantagens no uso da DLP+AA, confirmando a importância de fonte protéica no estímulo à produção de enzimas digestivas e possibilitando a redução de erros observados durante as análises com a CHE (Gabert et al., 2001 e Moughan et al., 2005). Os métodos da CHE e da DLP+AA foram os que proporcionaram em média os

maiores CDV para a proteína bruta, sendo para os aminoácidos sintéticos, milho, sorgo, farelo de soja e algodão de 99,6; 91,7; 90,7; 90,5 e 90,2%, respectivamente. A inclusão de 6 ou 12% de farelo de algodão nas dietas com milho ou sorgo reduziu a digestibilidade da PB, de modo que as dietas M+FA6, M+FA12, S+FA6 e S+FA12 apresentaram CDV da PB respectivamente de 85,5; 84,4; 86,4 e 85,3%, valores menores que os observados para a dieta controle com M+FS (86,9%). A avaliação dos alimentos mostrou que o sorgo foi o que apresentou os aminoácidos com os menores CDV e o milho com os maiores coeficientes, exceto para lisina, arginina, ácido glutâmico e aspártico. Tanto o coeficiente como o conteúdo de aminoácidos determinados pela DLP+AA tenderam serem maiores que os determinados pela DLP e CHE, seguindo a dinâmica das perdas endógenas. Como observado para a proteína, a inclusão de 12% de farelo de algodão nas dietas com milho ou sorgo reduziu em média a digestibilidade da metionina em 1,5 e 1,3%, respectivamente quando comparada à inclusão de 6% de farelo de algodão. Quando comparada à dieta com M+FS a redução no CDV da metionina foi respectivamente de 3,6 e 3,4%. Para a lisina, a inclusão de 12% farelo de algodão em comparação a 6%, teve em média o maior efeito negativo (3,4%) nas dietas contendo sorgo do que nas formuladas com milho (1,7%). Os CDV calculados dos aminoácidos das dietas, através da aditividade, mostraram se superiores aos CDV determinados ($P < 0,05$), com exceção de alguns aminoácidos. De modo que diferença média entre eles foram para a dieta a base de M+FS de 3,0 pontos percentuais. Quando foi incluído 6 e 12% de farelo de algodão essa diferença foi de 5,3 e 6,5 para a dieta com milho e de 4,1 e 5,7 para as dietas contendo sorgo, respectivamente. Com base nas informações obtidas conclui-se que a DLP+AA pode ser usada para a determinação das perdas endógenas de frangos de corte, com adequada estimativa da digestibilidade dos aminoácidos, os aminoácidos sintéticos e as dietas a base de milho e farelo de soja foram as que apresentaram os maiores CDV, o coeficiente de digestibilidade verdadeira da proteína bruta e dos aminoácidos das dietas são reduzidos com a inclusão de farelo de algodão e o coeficiente de digestibilidade verdadeiro das dietas podem ser calculados com boa acurácia através do valor aditivo dos aminoácidos dos alimentos que compõem a dieta.

CAPÍTULO II

USO DE DIFERENTES ALIMENTOS EM DIETAS FORMULADAS COM AMINOÁCIDOS TOTAIS E DIGESTÍVEIS SOBRE O DESEMPENHO DE FRANGOS DE CORTE

1 – INTRODUÇÃO

Produtores de frangos de corte são desafiados a todo o momento a buscarem a máxima produtividade com o mínimo custo, o que em muitas vezes requerem a utilização de alimentos alternativos ao milho e ao farelo de soja. O uso destes alimentos alternativos, sorgo, farelo de algodão e farelo de trigo, só serão possíveis se conhecido suas composições nutricionais e suas restrições nutricionais.

As metodologias utilizadas para determinar os aminoácidos presentes nos alimentos tem permitido a melhor utilização deste nutriente, pois tem sido observado que as aves alimentadas com formulações com base em aminoácidos digestíveis, apresentaram melhor desempenho que aves alimentadas com as formulações com base em aminoácidos totais (Rostagno et al., 1995), logo, contribuindo para a máxima produtividade desejada. O uso da formulação com base em aminoácidos digestíveis, além de permitir a maior inclusão de diferentes alimentos no binômio milho-soja (Fernandez et al., 1995), tem contribuído para a redução da excreção de nutrientes não utilizado pelo animal, que por sua vez contribui para a manutenção da qualidade do meio ambiente.

Com base nesta problematização, o objetivo deste experimento foi avaliar se frangos de corte alimentados com dietas à base de milho ou sorgo, com a inclusão de diferentes níveis de farelo de algodão e formuladas com base em aminoácidos totais ou digestíveis, apresentariam o mesmo desempenho e parâmetros de carcaça quando comparadas entre si e a uma dieta composta de milho e farelo de soja.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 - Local e duração

Este experimento foi conduzido no Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Viçosa (UFV), no período de março a abril de 2004.

2.2 - Animais

Foram utilizados 1584 frangos de corte, machos ROSS 308, de 15 a 35 dias idade, como peso médio inicial de 376 gramas.

2.3 - Instalações e manejo

As aves foram alojadas em galpão de alvenaria, telado e coberto com telhas de amianto, subdividido em boxes de 1,1 x 2,0 metros com cama de maravalha.

O manejo dos bebedouros, dos comedouros, das cortinas e das aves seguiu as recomendações do manual da linhagem, sendo a água e a ração fornecidas à vontade durante todo o período experimental. Durante os primeiros 14 dias de idade as aves receberam dieta comercial.

O programa de luz contínuo (24 horas de luz natural + artificial) foi adotado durante todo o período e o aquecimento artificial dos pintos foi feito utilizando-se uma lâmpada de infravermelho de 250w/box e com altura regulável, ajustada para proporcionar o maior conforto possível às aves.

2.4 - Delineamento experimental

As aves foram distribuídas em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2 x 2 x 2, sendo 2 alimentos (milho e sorgo), 2 níveis de farelo de algodão (6 e 12%) e 2 tipos de formulações (aminoácidos totais e digestíveis) e ainda uma dieta controle, totalizando nove tratamentos com 8 repetições e 22 aves por unidade experimental (Tabela 1).

Tabela 1 - Desenho experimental

Tratamento	Alimentos	Nível de inclusão Farelo de Algodão (%)	Tipo de formulação (Aminoácido)
1 (Controle)	Milho + Farelo Soja	-	Total
2	Milho + Farelo Soja	6	Total
3	Milho + Farelo Soja	12	Total
4	Milho + Farelo Soja	6	Digestível
5	Milho + Farelo Soja	12	Digestível
6	Sorgo + Farelo Soja	6	Total
7	Sorgo + Farelo Soja	12	Total
8	Sorgo + Farelo Soja	6	Digestível
9	Sorgo + Farelo Soja	12	Digestível

2.5 - Dietas experimentais

As dietas experimentais foram formuladas para atenderem as exigências das aves seguindo as recomendações de Rostagno et al. (2000), exceto para aminoácidos. As dietas (tratamentos) 2 e 3, bem como as dietas 6 e 7 formuladas com base em aminoácidos totais, tiveram o conteúdo de lisina, metionina+cistina e treonina total idênticos aos da dieta controle. Já as dietas 4, 5, 8 e 9 formuladas com base em aminoácidos digestíveis tiveram conteúdo de lisina, metionina+cistina e treonina digestível semelhantes (Tabela 2 e 3).

Tabela 2 - Composição percentual e química das dietas experimentais com milho

Ingredientes	D1	D2	D3	D4	D5
	Controle M+FS	FA 6% Total	FA 12% Total	FA 6% Digestível	FA 12% Digestível
Milho	58,881	57,252	55,587	57,319	55,723
Farelo de Soja	34,909	29,921	24,971	29,830	24,778
Farelo de Algodão	-	6,000	12,000	6,000	12,000
Sorgo	-	-	-	-	-
Óleo de Soja	2,443	2,999	3,563	2,974	3,510
Fosfato Bicálcico	1,819	1,767	1,715	1,768	1,716
Calcário	0,988	1,030	1,072	1,030	1,073
Sal	0,455	0,459	0,462	0,459	0,463
DL-Met 99%	0,190	0,182	0,173	0,194	0,198
L-Lis HCl 99%	-	0,054	0,107	0,082	0,165
L-Treonina	-	0,021	0,035	0,029	0,059
Salinomicina 12%	0,055	0,055	0,055	0,055	0,055
Vitaminas ¹	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Minerais ²	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
Cloreto Colina (60%)	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
BHT ³	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Energ. Met. (kcal/kg)	3000	3000	3000	3000	3000
Proteína Bruta (%)	20,40 (19,97) ⁴	20,40(19,70)	20,40(19,91)	20,40(19,47)	20,40 (19,90)
Cálcio, %	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96
Fósforo Disp. (%)	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45
Sódio (%)	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22
Lisina total (%)	1,100 (1,10)	1,100 (1,07)	1,100 (1,06)	1,120 (1,09)	1,141 (1,07)
Lisina dig. (%)	0,992	0,972	0,951	0,992	0,992
Met.+Cist. total (%)	0,830 (0,77)	0,830 (0,79)	0,830 (0,77)	0,841 (0,79)	0,853 (0,79)
Met.+Cist. dig. (%)	0,746	0,734	0,723	0,746	0,746
Metionina total (%)	0,486 (0,44)	0,481 (0,45)	0,476 (0,43)	0,493 (0,45)	0,499 (0,48)
Metionina dig. (%)	0,461	0,449	0,437	0,461	0,461
Treonina total (%)	0,780 (0,78)	0,780 (0,78)	0,780 (0,75)	0,787 (0,78)	0,800 (0,76)
Treonina dig. (%)	0,660	0,653	0,641	0,660	0,660
Triptofano total (%)	0,245 (0,25)	0,244 (0,23)	0,244 (0,23)	0,244 (0,24)	0,243 (0,25)
Triptofano dig. (%)	0,215	0,212	0,21	0,212	0,209
Arginina total (%)	1,376 (1,38)	1,492 (1,45)	1,609 (1,54)	1,489 (1,46)	1,603 (1,48)
Arginina dig. (%)	1,277	1,371	1,466	1,369	1,461
Valina total (%)	0,965 (0,92)	0,960 (0,90)	0,955 (0,93)	0,958 (0,91)	0,952 (0,92)
Valina Dig. (%)	0,857	0,837	0,818	0,835	0,814
Glicina+Serina, %	2,00 (1,87)	1,973 (1,84)	1,946 (1,77)	1,969 (1,82)	1,939 (1,74)

¹ Rovimix (Roche)- Níveis de garantia por quilo do produto: vit A - 10.000.000 UI; vit D3 - 2.000.000 UI; Vit E - 30.000 UI; Vit B1 - 2,0g; vit B6 - 4,0 g; Ac Pantotênico - 12,0g; Biotina - 0,10g; Vit K3 - 3,0 g ; Ácido fólico - 1,0 g ; Ácido nicotínico - 50,0 g ; Vit B12 - 15.000 mcg ; Selênio - 0, 25 g; e Veículo q. s. p - 1.000g.

² Rologomix (Roche) - Níveis de garantia por quilo do produto: Manganês - 16,0 g; Ferro - 100,0 g; Zinco - 100,0 g; Cobre - 20,0 g; Cobalto - 2,0 g; Iodo - 2,0 g; e Veículo q. s. p. - 1.000g. ³ Beta Hidroxi-butil Tolueno.

⁴Dados entre parênteses referem-se a valores analisados.

Tabela 3 - Composição percentual e química das dietas experimentais com sorgo

Ingredientes	D6	D7	D8	D9
	FA 6% Total	FA 12% Total	FA 6% Digestível	FA 12% Digestível
Milho	-	-	-	-
Farelo de Soja	28,357	23,453	28,258	23,248
Farelo de Algodão	6,000	12,000	6,000	12,000
Sorgo	57,133	55,469	57,202	55,612
Óleo de Soja	4,558	5,077	4,532	5,025
Fosfato Bicálcico	1,753	1,701	1,754	1,703
Calcário	1,038	1,079	1,038	1,080
Sal	0,474	0,478	0,475	0,478
DL-Met 99%	0,203	0,194	0,221	0,225
L-Lis HCl 99%	0,131	0,181	0,156	0,237
L-Treonina	0,038	0,052	0,049	0,077
Salinomicina 12%	0,055	0,055	0,055	0,055
Vitaminas ¹	0,100	0,100	0,100	0,100
Minerais ²	0,050	0,050	0,050	0,050
Cloreto Colina (60%)	0,100	0,100	0,100	0,100
BHT ³	0,010	0,010	0,010	0,010
Total	100,00	100,00	100,00	100,00
Energ. Met. (kcal/kg)	3000	3000	3000	3000
Proteína Bruta (%)	20,40 (20,19) ⁴	20,40 (20,02)	20,40 (19,65)	20,40 (19,88)
Cálcio, %	0,96	0,96	0,96	0,96
Fósforo Disp. (%)	0,45	0,45	0,45	0,45
Sódio (%)	0,22	0,22	0,22	0,22
Lisina total (%)	1,100 (1,09)	1,100 (1,06)	1,117 (1,09)	1,138(1,08)
Lisina dig. (%)	0,974	0,953	0,992	0,992
Met.+Cist. total (%)	0,830 (0,78)	0,830 (0,77)	0,848 (0,79)	0,859(0,80)
Met.+Cist. dig. (%)	0,728	0,717	0,746	0,746
Metionina total (%)	0,492 (0,46)	0,486 (0,46)	0,510 (0,48)	0,516 (0,48)
Metionina dig. (%)	0,457	0,445	0,476	0,475
Treonina total (%)	0,780 (0,780)	0,780 (0,76)	0,789 (0,77)	0,802 (0,78)
Treonina dig. (%)	0,651	0,639	0,660	0,660
Triptofano total (%)	0,252 (0,260)	0,252 (0,25)	0,252 (0,25)	0,251 (0,26)
Triptofano dig. (%)	0,220	0,217	0,220	0,216
Arginina total (%)	1,428 (1,390)	1,547 (1,49)	1,425 (1,40)	1,541 (1,50)
Arginina dig. (%)	1,302	1,399	1,299	1,393
Valina total (%)	0,971 (0,94)	0,966 (0,91)	0,969 (0,96)	0,962 (0,93)
Valina Dig. (%)	0,836	0,817	0,835	0,813
Glicina+Serina, %	1,880 (1,78)	1,856 (1,75)	1,876 (1,74)	1,848 (1,72)

¹ Rovimix (Roche)- Níveis de garantia por quilo do produto: vit A - 10.000.000 UI; vit D3 - 2.000.000 UI; Vit E - 30.000 UI; Vit B1 - 2,0g; vit B6 - 4,0 g; Ac Pantotênico - 12,0g; Biotina - 0,10g; Vit K3 - 3,0 g ; Ácido fólico - 1,0 g ; Ácido nicotínico - 50,0 g ; Vit B12 - 15.000 mcg ; Selênio - 0, 25 g; e Veículo q. s. p - 1.000g.

² Rologomix (Roche) - Níveis de garantia por quilo do produto: Manganês - 16,0 g; Ferro - 100,0 g; Zinco - 100,0 g; Cobre - 20,0 g; Cobalto - 2,0 g; Iodo - 2,0 g; e Veículo q. s. p. - 1.000g. ³ Beta Hidroxi-butil Tolueno.

⁴Dados entre parênteses referem-se a valores analisados.

2.6 - Temperatura interna no galpão

Os registros de temperatura interna dentro do galpão foram obtidos com a instalação de três termômetros de máxima e mínima, colocados em diferentes partes da instalação à altura das aves. Os dados foram tomados duas vezes ao dia, às 8 e 16 horas (Tabela 4).

Tabela 4 - Médias de temperaturas do ar mínima e máxima no interior do galpão durante o período experimental (°C)

Período	Mínima (menor)	Máxima (maior)
15-35 dias	24,3 (20,0)	27,1 (31,0)

2.7 - Características avaliadas

Os parâmetros avaliados foram: ganho de peso, consumo de ração, conversão alimentar; peso de carcaça, peso de peito com osso e pele, peso de filé de peito, peso de perna (coxa e sobre-coxa) e peso da gordura abdominal. Foram também calculados os rendimentos dos cortes da carcaça.

As aves e as dietas foram pesadas no início e no fim do período experimental para determinação do desempenho. A mortalidade foi registrada para ser considerada na correção dos dados de desempenho.

Aos 36 dias de idade, para a determinação dos parâmetros de carcaça, quatro aves de cada unidade experimental com peso médio da unidade, foram separadas e abatidas por deslocamento das vértebras cervicais.

2.8 - Análises estatísticas

O Modelo estatístico:

$$Y_{ijkl} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \delta_k + \alpha\beta\delta_{ijk} + e_{ijkl}$$

Sendo:

Y_{ijkl} = observação associada a unidade experimental que possui o i-ésimo nível de farelo de algodão, dentro da j-ésimo tipo de alimento, no k-ésimo tipo de aminoácido e na l-ésima repetição.

μ = média geral

α_i = efeito do i-ésimo nível do farelo de algodão, sendo $i = 6$ e 12%

β_j = efeito do j-ésimo tipo de alimento, sendo $j =$ milho e sorgo

δ_k = efeito do k-ésimo tipo de aminoácido, sendo $k =$ total e digestível

$\alpha\beta\delta_{ijk}$ = efeito da interação associada entre o i-ésimo nível de farelo de algodão, dentro da j-ésimo tipo de alimento, na k-ésimo tipo de aminoácido

e_{ijkl} = erro aleatório associada à observação Y_{ijkl}

Os parâmetros de desempenho, de carcaça e de rendimento dos parâmetros de carcaça avaliados, foram submetidos a duas avaliações estatísticas. Na primeira análise utilizou-se a comparação do tratamento controle com os demais tratamentos (contraste pela DMS ao nível $P < 0,05$) e na segunda, a análise de variância incluiu o fatorial $2 \times 2 \times 2$ (milho e sorgo x 6 e 12% da farelo de algodão x aminoácidos totais e digestíveis). Para a comparação de médias foi utilizado o teste de Student-Newman-Keul's (SNK), usando o programa estatístico SAEG (2000).

3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 - Desempenho

Com base nos dados de desempenho obtidos (Tabela 5), observou-se que não houve diferença no ganho de peso de frangos de corte alimentados com dieta controle, à base de milho e farelo de soja (M+FS) e os demais tratamentos, exceto para as aves alimentadas com dietas formuladas com milho e 12% de farelo de algodão e com base em aminoácidos totais (M+FA12 AAT), as quais apresentaram redução de 2,6% no ganho de peso quando comparada com a dieta M+FS (1444,6 x 1482,2g, respectivamente).

Para o consumo de ração e para a conversão alimentar (Tabela 5), não foi observado diferenças ($P < 0,05$) entre as aves alimentadas com dieta a base de M+FS e os demais tratamentos. Porém, realizando a comparação numérica entre as aves alimentadas com a dieta controle e as dietas formuladas com base em aminoácidos digestíveis, contendo milho ou sorgo mais a inclusão de 6% de farelo de algodão (M+FA6 AAD; S+FA6 AAD), observou-se a melhora na conversão alimentar de 0,53 e 0,94%, respectivamente. Essas observações estão de acordo com Rostagno et al (1995), os quais observaram que frangos de corte ROSS de 1 a 42 dias de idade alimentados com dieta a base de M+FS, apresentaram ganho de peso (2333g) e conversão alimentar (1,786) superiores e melhores que as das aves alimentadas com dieta contendo M + FS e alimentos alternativos (farinha de pena, farinha de carne e ossos e farelo de arroz). Porém, ao formularem a dieta que continha alimentos alternativos com base em aminoácidos digestíveis, o desempenho foi semelhante a dieta com M+FS.

O comparativo M+FS e a inclusão de alimentos alternativos também foi feita por Watkins & Waldroup (1995), onde incluíram 10 e 20% de farelo de algodão de baixo tanino em dietas formuladas com base em aminoácidos totais para frangos de corte de 21 a 42 dias de idade e não observaram diferenças no desempenho das aves alimentadas com dieta a base de M+FS, porém, quando foi incluído 30% de farelo de algodão o ganho de peso e o consumo de ração reduziram significativamente.

Tabela 5 - Deitas formuladas com milho ou sorgo, com 6 ou 12% de farelo algodão e com base em aminoácidos totais ou digestíveis sobre ganho de peso (g), consumo de ração (g) e conversão alimentar de frangos de corte dos 15 aos 35 dias de idade

Variável	Ganho peso				Consumo de Ração				Conversão Alimentar			
Ingrediente	Milho		Sorgo		Milho		Sorgo		Milho		Sorgo	
	Farelo Algodão				Farelo Algodão				Farelo Algodão			
Tipo de formulação	6%	12%	6%	12%	6%	12%	6%	12%	6%	12%	6%	12%
Total	1470,1	1444,6 *	1476,9	1468,6	2532,6	2533,4	2526,2	2530,3	1,723	1,754	1,710	1,723
Digestível	1502,6	1511,8	1468,5	1488,4	2560,5	2572,5	2491,8	2514,4	1,704	1,702	1,697	1,689
M+FS	1482,2 ¹				2539,0 ¹				1,713 ¹			
ANOVA ²												
Tratamento	0,008				0,431				0,134			
CV%	2,45				2,61				2,74			

¹ Contraste M+FS vs demais tratamentos (DMS): para ganho de peso = 36,2 g, consumo de ração = 60,1 g, conversão alimentar = 0,046g

² Anova geral baseada em 9 tratamentos

Avaliando o efeito de interação entre os nível de farelo de algodão, tipo de ingrediente e tipo de formulação utilizado sobre o desempenho das aves (Tabela 6), observou-se para o ganho de peso diferenças ($P < 0,05$) entre os tipos de formulações (total x digestível) e o efeito da interação entre o nível de farelo de algodão (6 x 12%) e ingredientes (milho x sorgo) com o tipo de formulação (Tabela 7). De modo que as aves alimentadas com dietas formuladas com base em aminoácidos digestíveis tiveram ganho de peso maior (1492,8 g) que as aves alimentadas com dietas a base de aminoácidos totais (1461,1 g).

Para o consumo de ração (Tabela 6), não foi observado efeito significativo entre as variáveis estudadas, porém, foi possível perceber que o consumo foi aumentado em 34; 10 e 4g quando as aves receberam dietas formuladas com milho, 12% de farelo de algodão e aminoácidos digestíveis, respectivamente. Com base no consumo de ração e no ganho de peso, a conversão alimentar mostrou-se significativa ($P < 0,05$) somente para o tipo de formulação, tendo as aves alimentadas com as dietas formuladas com aminoácidos digestíveis, melhor conversão alimentar (1,698) que as aves alimentadas com dietas contendo aminoácidos totais (1,723).

Pertilla et al (2002), avaliando a digestibilidade de alimentos protéicos (farelo de soja, colza e farinha de carnes e ossos) e a formulação com base em aminoácidos totais ou digestíveis, observaram que frangos de corte alimentados com dietas formuladas com base na lisina digestível apresentaram melhor ganho de peso e composição de carcaça que as aves alimentadas com aminoácidos totais. De modo semelhante, Douglas & Parson (1999) concluíram que as dietas para frangos de corte formuladas com base em aminoácidos digestíveis proporcionaram desempenho superior àquelas formuladas com base em aminoácidos totais. Observaram ainda, que o uso de aminoácidos digestíveis permitiram a inclusão de alimentos pouco usuais sem a perda de desempenho.

Tabela 6 - Efeito de ingredientes, de níveis de farelo algodão e do tipo de formulação sobre ganho de peso (g), consumo de ração (g) e conversão alimentar de frangos de corte dos 15 aos 35 dias de idade

	Ganho peso		Consumo de Ração			Conversão Alimentar			
	Ingrediente	Nível Farelo Algodão	Tipo de formulação	Ingrediente	Nível Farelo Algodão	Tipo de formulação	Ingrediente	Nível Farelo Algodão	Tipo de formulação
Milho	1482,3			2549,8			1,721		
Sorgo	1475,6			2515,7			1,710		
6%		1479,5		2527,8			1,708		
12%		1474,3		2537,6			1,722		
Total			1461,1 b			2530,6			1,732 b
Digestível			1492,8 a			2534,8			1,698 a
ANOVA ¹									
Ingrediente (I)		0,242		0,056			0,383		
Nível (N)		0,569		0,057			0,278		
Tipo (T)		0,009		0,813			0,008		
IxN		0,741		0,843			0,928		
IxT		0,050		0,099			0,936		
NxT		0,033		0,671			0,149		
IxNxT		0,794		0,916			0,876		
CV%		2,45		2,76			2,90		

^{a,b} Médias seguidas por letras distintas na mesma linha são diferentes pelo teste de SNK (P<0,05).

¹ Anova baseada em 8 tratamentos, em esquema fatorial

O efeito da interação entre o tipo de formulação e ingrediente mostrados na tabela 7, indicou que as aves que receberam dietas com milho ou sorgo e formuladas com aminoácidos totais não diferem entre si no ganho de peso. Porém, ao receberem a dieta com milho e aminoácidos digestíveis apresentaram melhora de 1,96 % no ganho de peso (1507,2g) em comparação as aves que receberam sorgo e aminoácidos digestíveis (1478,2g).

Para o efeito da interação entre ingredientes e tipo de formulação (Tabela 6), foi observado que o ganho de peso das aves que consumiram as dietas com sorgo e formuladas com aminoácidos totais ou digestíveis não diferiam entre si ($P>0,05$). Porém, o ganho de peso das aves que receberam dieta com milho e aminoácidos digestíveis foram maiores (1507g) que o das aves que se alimentaram com milho e aminoácidos totais (1457,4), perfazendo uma diferença de aproximadamente de 50 g.

Tabela 7 - Efeito da interação entre os tipos de formulações, ingredientes e níveis de farelo algodão sobre ganho de peso (g) de frangos de corte dos 15 aos 35 dias de idade

Tipo Formulação	Ingrediente		Nível de Farelo de Algodão	
	Milho	Sorgo	6%	12%
Total	1457,4 aB	1464,8 aA	1473,5 aA	1448,6 aB
Digestível	1507,2 aA	1478,2 bA	1485,6 aA	1500,1 aA

^{a,b} Médias seguidas por letras distintas na mesma linha são diferentes pelo teste de SNK ($P<0,05$).

^{A,B} Médias seguidas por letras distintas na mesma coluna são diferentes pelo teste de SNK ($P<0,05$).

As pequenas diferenças observadas no desempenho com o uso do milho ou sorgo seguem as observações realizadas por outros autores. Albino et al (1982), concluíram que o milho poderia ser substituído pelo sorgo em 100% para frangos de corte de 19 a 49 dias de idade sem a perda de ganho de peso (1174g x 1210g) e piora na conversão alimentar (2,39 x 2,31). Esse efeito esta possivelmente relacionado as características semelhantes existentes entre estes alimentos, com as devidas ressalvas. Para king et al (2000), patos de pekin alimentados com milho apresentaram a retenção verdadeira de nitrogênio semelhante às aves que receberam as dietas com sorgo de baixo tanino (1,33 x 1,31g, respectivamente). As observações destes autores parecem condizer com dados de digestibilidade, experimento anteriormente realizado, onde se observou que o conteúdo de proteína bruta e aminoácidos totais do milho e do sorgo bem como do farelo de da soja e do farelo de algodão, apresentaram-se muito próximos. Sterling et al. (2002), observaram que ao adequar os níveis de proteína entre duas dietas, é possível obter desempenho muito semelhantes. Estes autores encontram pequenas diferenças entre aves alimentadas com

dietas com 20% de proteína bruta e formuladas com milho e 26% de farelo de algodão ou milho e 23,% de farelo de soja.

Para o efeito da interação entre farelo de algodão (FA) e o tipo de formulação (Tabela 7), observou-se que as aves alimentadas com dietas contendo 6 ou 12% de FA e formuladas com aminoácidos totais ou digestíveis não diferem entre si, exceto para a inclusão de 12% de FA na dieta formulada com aminoácidos totais, que proporcionou menor ganho de peso (1448,6g) quando comparada às aves alimentadas com a dieta formulada com aminoácidos digestíveis (1500g), demonstrando que a formulação com base em aminoácidos digestíveis permitiu a inclusão de 12% de FA com aumento de 52g no ganho de peso.

A maior inclusão de alimentos alternativos a partir do conceito de aminoácidos digestíveis foram testadas por Pertilla et al. (2002), onde comprovaram que entre o período de 15 a 36 dias de idade, aves alimentadas com dietas formuladas com base em aminoácidos totais e contendo farelo de soja (FS), ou FS + farelo de Colza (FC) ou ainda FS+FC+ farinha de carne e ossos (FCO) apresentaram ganho de peso de 1436; 1408 e 1209g, respectivamente. Porém, quando as dietas foram formuladas com base em aminoácidos digestíveis proporcionaram às aves ganho de peso de 1413 e 1343g para as dietas com FS+FC e FS+FC+FCO, respectivamente.

3.2 - Parâmetros de Carcaça

A avaliação dos parâmetros de carcaça (Tabela 8) permitiram observar que as aves alimentadas com dietas a base de M+FA12 AAD apresentaram maior peso de carcaça (1397,4g) e maior peso de peito (446g) quando comparada com as aves alimentadas com dieta contendo M+FS (1352,1 e 430g, respectivamente), não diferindo esta dos demais tratamentos. Exceto o peso de peito das aves alimentadas com M+FA12 AAT que se apresentarm menores (415,6g) que o das aves que receberam M+FS. Para o peso das pernas não se observou diferença entre os tratamentos e a dieta controle.

Tabela 8 - Deitas formuladas com milho ou sorgo, com 6 ou 12% de farelo algodão e com base em aminoácidos totais ou digestíveis sobre o peso da carcaça (g), peso de pernas e peso de peito com osso de frangos de corte aos 36 dias de idade

Variável	Peso da carcaça				Peso de pernas				Peso de peito com osso			
	Milho		Sorgo		Milho		Sorgo		Milho		Sorgo	
Tipo de formulação	Farelo Algodão				Farelo Algodão				Farelo Algodão			
	6%	12%	6%	12%	6%	12%	6%	12%	6%	12%	6%	12%
Total	1354,9	1331,8	1358,8	1335,6	388,4	386,1	388,6	387,8	427,0	422,6	427,9	415,6*
Digestível	1375,4	1397,4*	1344,9	1351,9	397,1	400,4	388,8	381,4	432,9	446,0*	425,2	424,8
M+FS	1352,1 ¹				391,5 ¹				430,0 ¹			
ANOVA ²												
Tratamento	0,021				0,303				0,001			
CV%	2,67				3,75				2,72			

¹ Contraste M+FS vs demais tratamentos (DMS): para peso de carcaça = 36,2 g, peso de pernas = 14,6g g, Peso de peito com osso = 11,8 g

² Anova geral baseada em 9 tratamentos

O efeito das variáveis, milho, sorgo, farelo de algodão e tipo de formulação e a interação destas sobre o peso de carcaça, pernas e peito são mostrados na tabela 9. Para peso da carcaça observou-se que somente o tipo de formulação apresentou efeito significativo ($P < 0,05$), tendo as aves alimentadas com dietas formuladas com base em aminoácidos digestíveis aumentado em 1,6% (22 g) o peso da carcaça em comparação as dietas com aminoácidos totais.

Não se observou efeito das variáveis sobre o peso das pernas, mas interação entre os níveis de farelo de algodão aplicado e o tipo de formulação (Tabela 9). As aves alimentadas com dieta à base de milho tiveram maior peso do peito (432,1 g) que as aves que consumiram as dietas com sorgo (423,4 g). Mesmo efeito foi observado quando as aves receberam dietas formuladas com aminoácidos digestíveis em comparação as formuladas com aminoácidos totais (432,2 x 423,3 g). Para os níveis de farelo de algodão utilizado, não se observou diferenças no peso de peito.

O aumento do peso da carcaça foi também observado por Pertilla et al. (2002), quando forneceram para frangos de cortes, com 37 dias de idade, dieta formulada com base em aminoácidos digestíveis contendo farelo de soja, farelo de colza e farinha de carnes e ossos (1076g) em comparação às aves que receberam dietas contendo os mesmos alimentos, porém, com base em aminoácidos totais (951g). Rostagno et al. (1995) também observaram que frangos de corte aos 42 dias de idade alimentados com dieta contendo milho, sorgo, farelo de soja e alimentos alternativos (farinha de carne e ossos, farinha de penas e farelo de arroz) e formulada com base em aminoácidos digestíveis apresentaram o peso da carcaça (2301g) semelhante ao das aves alimentadas com a dieta a base de milho e farelo de soja (2309g) e ambas superiores ao peso da carcaça das aves que consumiram a dieta com os mesmos alimentos alternativos e com base em aminoácidos totais (2229g).

Tabela 9 - Efeito de ingredientes, de níveis de farelo algodão e do tipo de formulação sobre o peso da carcaça (g), peso de pernas e peso de peito com osso de frangos de corte aos 36 dias de idade

	Peso da carcaça			Peso de pernas			Peso de peito com osso		
	Ingrediente	Nível Farelo Algodão	Tipo de formulação	Ingrediente	Nível Farelo Algodão	Tipo de formulação	Ingrediente	Nível Farelo Algodão	Tipo de formulação
Milho	1364,8			393,0			432,1a		
Sorgo	1347,8			386,6			423,1 b		
6%		1358,5			390,7			428,3	
12%		1354,1			388,9			427,3	
Total			1345,3 b			387,7			423,3 b
Digestível			1367,4 a			391,9			432,2 a
ANOVA ²									
Ingrediente (I)		0,065			0,077			0,005	
Nível (N)		0,636			0,611			0,743	
Tipo (T)		0,017			0,243			0,004	
IxN		0,680			0,517			0,083	
IxT		0,024			0,044			0,067	
NxT		0,042			0,944			0,019	
IxNxT		0,680			0,401			0,638	
CV%		2,67			3,64			2,85	

^{a,b} Médias seguidas por letras distintas na mesma linha são diferentes pelo teste de SNK (P<0,05).

¹ Anova baseada em 8 tratamentos, em esquema fatorial

Os ajustes dos aminoácidos sempre serão necessários quando se pretende fazer uso de alimentos alternativos ao milho e farelo soja. Sterling et al. (2002), observaram que frangos de corte aos 49 dias de idade, alimentados com dietas formuladas com 20% de proteína e contendo milho e farelo de algodão (26% de inclusão) tiveram o peso da carcaça menor (2,15 kg) que as aves que receberam milho e farelo de soja (2,34 kg), porém, quando a proteína foi aumentada para 23% na dieta contendo farelo de algodão (34% de inclusão), o peso da carcaça aumentou para 2,27 kg. Indicando o melhor disponibilidade dos aminoácidos para a deposição protéica.

Para o efeito da interação entre ingredientes e o tipo de formulação sobre o peso da carcaça e das pernas (Tabela 10), observou-se que as aves alimentadas com aminoácidos totais e milho ou sorgo não apresentaram diferenças entre si para ambos os parâmetros ($P>0,05$). Porém, ao se alimentarem com as dietas formuladas com base em aminoácidos digestíveis e milho, o peso da carcaça foi em média de 38g e o peso de pernas de 13,7g superiores ao das aves alimentadas com as dietas contendo sorgo e formuladas com base em aminoácidos totais. O efeito dos ingredientes dentro do tipo de formulação mostrou que para ambos os parâmetros não houve diferença ($P>0,05$) nas aves alimentadas com dietas formuladas com aminoácidos totais ou digestíveis e sorgo. Porém, as aves que receberam a dieta com milho e aminoácidos digestíveis tiveram aumento de peso de carcaça de 43g e de peso de pernas de 11,6g quando comparada às aves alimentadas com milho e aminoácidos totais.

Tabela 10 - Efeito da interação entre os tipos de formulações e ingredientes sobre o peso da carcaça e das peso de pernas (g) de frangos de corte aos 36 dias de idade

Tipo Formulação	Peso da carcaça		Peso de pernas	
	Milho	Sorgo	Milho	Sorgo
Total	1343,3 aB	1347,2 aA	387,2 aB	388,2 aA
Digestível	1386,4 aA	1348,4 bA	398,8 aA	385,1 bA

^{a,b} Médias seguidas por letras distintas na mesma linha são diferentes pelo teste de SNK ($P<0,05$).

^{A,B} Médias seguidas por letras distintas na mesma coluna são diferentes pelo teste de SNK ($P<0,05$).

O efeito da interação entre o nível de farelo de algodão e o tipo de formulação e vice-versa (Tabela 11), mostrou que o consumo de dietas formuladas com aminoácidos digestíveis e inclusão de 12% de farelo de algodão foram as que proporcionaram às aves aumento de 41g nos pesos de carcaça (1375 - 1334g) e de 16g no peso de peito (435 - 419g) quando comparada com a dieta formulada com aminoácidos totais e 12% de farelo

de algodão. Para as demais comparações destes parâmetros não se observou efeito significativo.

Tabela 11 - Efeito da interação entre os tipos de formulações e níveis de farelo de algodão sobre o peso da carcaça e peso de pernas (g) de frangos de corte aos 36 dias de idade

Tipo Formulação	Peso da carcaça		Peso de peito com osso	
	6%	12%	6%	12%
Total	1356,8 aA	1333,7 aB	427,4 aA	419,1 aB
Digestível	1360,1aA	1374,6 aA	429,1 aA	435,4 aA

^{a,b} Médias seguidas por letras distintas na mesma linha são diferentes pelo teste de SNK ($P < 0,05$).

^{A,B} Médias seguidas por letras distintas na mesma coluna são diferentes pelo teste de SNK ($P < 0,05$).

Na tabela 12 é apresentado o efeito dos níveis de farelo de algodão, do tipo de formulação e dos ingredientes sobre o peso de filé de peito e da gordura abdominal de frangos de corte aos 36 dias de idade. Para gordura abdominal não se observou significância entre as aves alimentadas com dieta controle, à base de milho e farelo de soja, e os demais tratamentos. Porém, o menor peso de filé de peito foi observado nas aves que se alimentaram com dietas contendo milho ou sorgo, com 12% de inclusão de farelo de algodão e formuladas com base em aminoácidos totais; e o maior peso de filé foi para as aves que consumiram as dietas com M+FA 12 D ($P < 0,05$).

Tabela 12 - Dietas formuladas com milho ou sorgo, com 6 ou 12% de farelo algodão e com base em aminoácidos totais ou digestíveis sobre o peso de filé de peito (g) e da gordura abdominal de frangos de corte aos 36 dias de idade

Variável	Peso de filé de peito				Gordura abdominal			
	Milho		Sorgo		Milho		Sorgo	
	Farelo Algodão		Farelo Algodão		Farelo Algodão		Farelo Algodão	
Tipo de formulação	6%	12%	6%	12%	6%	12%	6%	12%
Total	320,2	315,3 *	319,4	308,7 *	27,4	25,3	26,9	26,6
Digestível	325,8	335,3 *	320,5	316,7	26,3	24,8	26,0	27,8
M+FS	323,8 ¹				23,1 ¹			
ANOVA ²								
Tratamento	0,001				0,390			
CV%	3,00				15,07			

¹ Contraste controle vs tratamento (DMS): para peso do filé de peito = 9,7 g, Gordura abdominal = 4,6 g.

² Anova geral baseada em 9 tratamentos

Sterling et al. (2002), observaram que frangos de corte dos 21 aos 49 dias de idade, alimentados com dieta contendo milho e farelo de soja, apresentaram maiores peso de filé de peito (498,6g) que as aves consumindo dieta à base de milho e farelo de algodão (446,6g). Semelhante ao observado neste trabalho, Sterling et al. (2002), quantificaram que a gordura abdominal foi maior quando as aves receberam a dieta com farelo de algodão em comparação à dieta contendo farelo de soja. Provavelmente devido a maior suplementação de aminoácidos sintéticos para a correção do perfil aminoacídico. Esse aumento da gordura abdominal foi também observado por Henry et al (2001), que ao fornecer dieta a base de milho e 20% de farelo algodão para frangos de corte de 7 a 21 dias de idades, apresentaram a deposição de 12,1g de gordura e aqueles que receberam a dieta a base de milho e farelo de soja a deposição foi de 9,2g.

Avaliando os efeitos das principais variáveis sobre o peso do filé de peito e da gordura abdominal (Tabela 13), foi observado que as aves que receberam dietas com milho ou dietas formuladas com aminoácidos digestíveis tiveram aumento no peso do filé de peito respectivamente de 2,4% (7,8g) e 2,8% (8,8g). Valores superiores aos das aves alimentadas com dietas com sorgo ou dieta formulada com aminoácidos totais. Para a gordura abdominal não se observou qualquer efeito nas variáveis estudadas ($P>0,05$).

Tabela 13 - Efeito de ingredientes, de níveis de farelo algodão e do tipo de formulação sobre o peso de filé de peito (g) e gordura abdominal de frangos de corte aos 36 dias de idade

Peso de filé de peito			Gordura abdominal		
Ingrediente	Nível Farelo Algodão	Tipo de formulação	Ingrediente	Nível Farelo Algodão	Tipo de formulação
Milho	324,3 a		25,9		
Sorgo	316,5 b		26,8		
6%	321,6		26,6		
12%	319,2		26,0		
Total		316,0 b			26,5
Digestível		324,8 a			26,1
ANOVA ¹					
Ingrediente (I)	0,002		0,389		
Nível (N)	0,320		0,613		
Tipo (T)	0,001		0,743		
IxN	0,051		0,225		
IxT	0,093		0,655		
NxT	0,032		0,532		
IxNxT	0,427		0,743		
CV%	3,00		15,86		

^{a,b} Médias seguidas por letras distintas na mesma linha são diferentes pelo teste de SNK ($P<0,05$).

¹ Anova baseada em 8 tratamentos, em esquema fatorial

O peso do filé de peito apresentou interação ($P<0,05$) entre os níveis de farelo de algodão aplicados e o tipo de formulação (Tabela 14). De modo que as aves alimentadas com as dietas contendo 12% de farelo de algodão e formuladas com aminoácidos totais tiveram o peso de filé menor (312,1g) que aquelas consumindo a dieta com 6% de farelo de algodão e aminoácidos totais (319,8 g), porém, não apresentaram diferenças quando se alimentaram com 6 ou 12 % de farelo de algodão e com aminoácidos digestíveis.

O tipo de formulação utilizada também mostrou ($P<0,05$) que as dietas contendo 12% de inclusão de farelo de algodão e aminoácidos digestíveis, proporcionaram o aumento do peso do filé de peito (326,2g) quando comparada às dietas com 12% de farelo de algodão e aminoácidos totais (312,1g).

Tabela 14 - Efeito da interação entre o tipo formulação e os níveis do farelo algodão sobre o peso de filé de peito (g) de frangos de corte aos 36 dias de idade

Tipo Formulação	Nível de Farelo de Algodão	
	6%	12%
Total	319,8 Aa	312,1 bB
Digestível	323,3 Aa	326,2 aA

^{a,b} Médias seguidas por letras distintas na mesma linha são diferentes pelo teste de SNK ($P<0,05$).

^{A,B} Médias seguidas por letras distintas na mesma coluna são diferentes pelo teste de SNK ($P<0,05$).

O uso do teste de contrastes na avaliação dos rendimentos dos parâmetros de carcaça, permitiu observar que para o peso da carcaça, da perna e do peito com osso (Tabela 15), não houve diferenças entre as aves alimentadas com as diferentes dietas, exceto as aves que receberam a dieta S+FA12 AAD que apresentaram a percentagem de perna significativamente menor (28,2%) que aquelas recebendo a dieta com M+FS (29,0%).

Tabela 15 - Dietas formuladas com milho ou sorgo, com 6 ou 12% de farelo algodão e com base em aminoácidos totais ou digestíveis sobre o rendimento do peso da carcaça (g), do peso de pernas e do peso de peito com osso de frangos de corte aos 36 dias de idade

Tipo Formulação	Carcaça (%)				Perna (%)				Peito com Osso (%)			
	Milho		Sorgo		Milho		Sorgo		Milho		Sorgo	
	Farelo de Algodão (%)		Farelo de Algodão (%)		Farelo de Algodão (%)		Farelo de Algodão (%)		Farelo de Algodão (%)		Farelo de Algodão (%)	
	6	12	6	12	6	12	6	12	6	12	6	12
Total	73,4	73,1	73,3	73,73	28,7	29,0	28,6	29,0	31,5	31,7	31,5	31,1
Digestível	73,7	73,5	73,1	73,4	28,9	28,7	28,9	28,2*	31,5	31,9	31,6	31,4
M+FS	73,0 ¹				29,0 ¹				31,7 ¹			
Anova ²												
Tratamento	0,960				0,252				0,606			
CV (%)	1,52				2,29				2,29			

¹ Contraste controle vs tratamento (DMS): para rendimento de carcaça = 1,16g , perna = 0,66 , peito com osso = 0,72

² Anova geral baseada em 9 tratamentos

Para a gordura abdominal (Tabela 16), foi observado que aves alimentadas com dietas à base de M+FA6 AAT, S+FA12 AAT e S+FA12 AAD apresentaram as maiores deposições de gordura abdominal (1,99; 1,97; 2,04%, respectivamente) que as aves alimentadas com dieta a base de M+FS (1,69%). Além do maior percentual de gordura abdominal, as dietas com S+FA12 AAT proporcionaram às aves os menores rendimentos de file de peito (23,1%), quando comparadas às aves que receberam a dieta M+FS (23,8%). Para as demais comparações não foi observado diferenças significativas ($P>0,05$).

Tabela 16- Deitas formuladas com milho ou sorgo, com 6 ou 12% de farelo algodão e com base em aminoácidos totais ou digestíveis sobre o rendimento de filé de peito e de gordura abdominal de frangos de corte aos 36 dias de idade

Tipo de Formulação	Filé de Peito (%)				Gordura Abdominal (%)			
	Milho		Sorgo		Milho		Sorgo	
	Níveis de Farelo de Algodão (%)				Níveis de Farelo de Algodão (%)			
	6	12	6	12	6	12	6	12
Total	23,6	23,7	23,5	23,1*	1,99*	1,88	1,96	1,97*
Digestível	23,7	24,0	23,8	23,4	1,91	1,71	1,92	2,04*
M+FS	23,8 ¹				1,69 ¹			
Anova	Probabilidade do teste F ²							
Tratamento	0,220				0,159			
CV (%)	2,7				14,37			

¹ Contraste controle vs tratamento (DMS): para filé de peito = 0,64g, Gordura abdominal = 0,29g

² Anova geral baseada em 9 tratamentos

Observações semelhantes foram feitas por Henry et al (2001) para a gordura abdominal, os quais comentaram que o uso de 20% de farelo de algodão (FA) em dietas para frangos de corte no período de 7 a 21 dias de idade não reduziu o desempenho em relação as aves que receberam a dieta com milho mais farelo de soja, porém, a deposição da gordura abdominal foi aumentada de 1,18% (M+FS) para 1,56% (M+FS+FA). Justificando tal efeito pelo uso de aminoácidos sintéticos, necessário para compensar a menor disponibilidade dos aminoácidos no alimento ou devido a sub valorização do valor de energia metabolizável do farelo de algodão, levando ao excesso de energia disponível.

A suplementação de maiores quantidades de aminoácidos sintéticos, observáveis nas formulações (Tabela 2 e 3) foi necessária em todas as dietas formuladas com farelo de algodão e sorgo, favorecendo a maior deposição de gordura sem redução dos rendimentos. A inclusão dos aminoácidos sintéticos pode tomar outra abordagem quando se tratar da digestibilidade de aminoácidos nos alimentos que compõem a dieta. Como quantificado no experimento de digestibilidade, as pequenas diferenças existentes nos coeficientes de

digestibilidade dos aminoácidos do milho, sorgo, farelo de soja e do farelo de algodão podem ter requerido maior ou menor suplementação, sem necessariamente refletir no desempenho e rendimento de carne magra. Observação semelhante foi feita Sterling et al (2002), ao comparar o desempenho de frangos de corte de 1 a 21 dias de idade, alimentados com dieta à base de farelo de soja ou farelo de algodão. Eles observaram que o rendimento de carcaça e de peito não diferiram entre as aves alimentadas com as duas dietas (75,0 e 21,3% x 71,4 e 2,8%, respectivamente), porém, a gordura abdominal foi de 1,93% para a dieta a base de farelo de soja e de 2,73% para a dieta a base de farelo de algodão.

Para as variáveis que compuseram o desenho experimental (níveis de farelo de algodão, tipo de formulação e ingredientes) e as interações entre elas, não foi observado diferenças significativas nos rendimentos dos parâmetros de carcaça das aves alimentados com as dietas com milho ou sorgo, com 6 ou 12% de farelo de algodão ou formuladas com base em aminoácidos totais ou digestíveis (Tabela 17 e 18). Porém, para o rendimento de perna foi observado interação entre níveis de farelo de algodão e tipo de formulação (Tabela 19), de modo que as aves alimentadas com dietas com 12% de inclusão de farelo de algodão e aminoácidos totais foram as que apresentaram os maiores percentuais de pernas (29,0%) quando comparada às que receberam 12% de farelo de algodão e aminoácidos digestíveis (28,4%). Para os demais tipo de comparação entre níveis e tipo de formulação não se observou efeito significativo.

Tabela 17 - Efeito de ingredientes, de níveis de farelo algodão e do tipo de formulação sobre o peso da carcaça (g), do peso de pernas e do peso de peito com osso de frangos de corte aos 36 dias de idade

	Carcaça (%)			Pernas (%)			Peito com osso (%)		
	Ingrediente	Nível Farelo Algodão	Tipo de formulação	Ingrediente	Nível Farelo Algodão	Tipo de formulação	Ingrediente	Nível Farelo Algodão	Tipo de formulação
Milho	73,4			28,6			31,6		
Sorgo	73,2			28,7			31,4		
6%		73,3			28,7			31,5	
12%		73,3			28,7			31,5	
Total			73,2			28,8			31,4
Digestível			73,4			28,6			31,6
ANOVA ¹									
Ingrediente (I)		0.604			0.517			0.188	
Nível (N)		0.891			0.841			0.861	
Tipo (T)		0.630			0.303			0.369	
IxN		0.475			0.622			0.100	
IxT		0.540			0.556			0.720	
NxT		0.704			0.015			0.632	
IxNxT		0.838			0.347			0.970	
CV%		1.53			2.27			2.36	

^{a,b} Médias seguidas por letras distintas na mesma linha são diferentes pelo teste de SNK (P<0,05).

¹ Anova baseada em 8 tratamentos, em esquema fatorial

Tabela 18 - Efeito de ingredientes, de níveis de farelo algodão e do tipo de formulação sobre o rendimento o peso de filé de peito (g) e gordura abdominal de frangos de corte aos 36 dias de idade

Peso de filé de peito			Gordura abdominal		
Ingrediente	Nível Farelo Algodão	Tipo de formulação	Ingrediente	Nível Farelo Algodão	Tipo de formulação
Milho	23,7		1,8		
Sorgo	23,4		1,9		
6%	23,6		1,9		
12%	23,5		1,9		
Total		23,4			1,9
Digestível		23,7			1,8
ANOVA ¹					
Ingrediente (I)	0,074		0,183		
Nível (N)	0,485		0,581		
Tipo (T)	0,093		0,457		
IxN	0,074		0,142		
IxT	0,666		0,350		
NxT	0,719		0,920		
IxNxT	0,704		0,519		
CV%	2,67		15,43		

^{a,b} Médias seguidas por letras distintas na mesma linha são diferentes pelo teste de SNK (P<0,05).

¹ Anova baseada em 8 tratamentos, em esquema fatorial

Tabela 19 - Efeito da interação entre os tipos Formulação e os níveis de farelo algodão sobre o rendimento de pernas (%) de frangos de corte aos 36 dias de idade

Tipo Formulação	Nível de Farelo de Algodão	
	6%	12%
Total	28,6 Aa	29,0 aA
Digestível	28,9 Aa	28,4 aB

^{a,b} Médias seguidas por letras distintas na mesma linha são diferentes pelo teste de SNK (P<0,05).

^{A,B} Médias seguidas por letras distintas na mesma coluna são diferentes pelo teste de SNK (P<0,05).

4 - RESUMO E CONCLUSÕES

Este experimento teve como objetivo avaliar se o desempenho e os parâmetros de carcaça de frangos de corte alimentados com dietas à base de milho (M) ou sorgo (S), com inclusão de 6 ou 12% de farelo de algodão (FA) e formuladas com base em aminoácidos totais (T) ou digestíveis (D), apresentariam diferenças quando comparadas entre si, bem como, quando comparadas a ao consumo de dieta padrão a base de milho e farelo de soja.

Foram utilizados 1584 frangos de corte machos, ROSS 308, de 14 a 35 dias idade, com peso médio inicial de 376 gramas. As aves foram alojadas em galpão de alvenaria, subdividido em boxes e com piso coberto com maravalha, recebendo água e ração experimental à vontade e programa de luz contínuo. As aves foram distribuídas em delineamento inteiramente casualizado, em arranjo fatorial 2 x 2 x 2 (milho ou sorgo x 6 ou 12% de farelo de algodão x aminoácidos totais ou digestíveis) e ainda uma dieta controle, totalizando nove tratamentos com 8 repetições e 22 aves por unidade experimental. As dietas experimentais seguiram as recomendações de Rostagno et al. (2000), exceto para aminoácidos. A dieta controle foi formulada com milho e farelo de soja (M+FS), as dietas 2, 3, 4 e 5 com milho e 6 ou 12 % de farelo de algodão (FA) e com base em aminoácidos totais (AAT) ou digestíveis (AAD) (M+FA6 T, M+FA12 T, M+FA6 AAD e M+FA12 AAD, respectivamente). As dietas 6, 7, 8 e 9 foram idênticas as anteriores, porém, o milho sendo substituído pelo sorgo (S+FA6 AAT, S+FA12 AAT, S+FA6 AAD e S+FA12 AAD). O conteúdo de lisina, metionina+cistina e treonina total das dietas 2 e 3, 6 e 7 foram idênticos aos da dieta controle. Para as dietas 4 e 5, 8 e 9 os conteúdos de aminoácidos digestíveis foram semelhantes à dieta controle. Os parâmetros avaliados foram: ganho de peso (GP), consumo de ração (CR), conversão alimentar (CA); peso de carcaça (PC), peso de peito (PP), peso de filé de peito (PFP), peso de perna (PPER) e peso da gordura abdominal (PGA). Foram também calculados os rendimentos dos cortes da carcaça. Com base nos dados de desempenho obtidos, não foi observado diferenças ($P>0,05$) no GP, CR e CA das aves alimentadas com dieta à base de M+FS e os demais tratamentos, exceto para as aves alimentadas com dieta formuladas M+FA12 AAT que apresentaram redução de 2,6% no GP (1444,6g) quando comparada com a dieta M+FS

(1482,2g). O comparativo entre as variáveis (M e S; 6 e 12% de FA; T e D) mostrou que as aves alimentadas com dietas formuladas com base em aminoácidos digestíveis apresentaram maior GP (1492,8g) e melhor CA (1,698) que as aves alimentadas com dietas à base de aminoácidos totais (1461g e 1,732, respectivamente). Para o efeito da interação entre ingredientes, níveis de FA e tipos de formulações, foi observado que o GP das aves que consumiram as dietas com sorgo e formuladas com aminoácidos totais ou digestíveis não diferiram entre si ($P>0,05$). Porém, o GP das aves que receberam dieta com milho e aminoácidos digestíveis foram maiores (1507g) que o das aves alimentaram com milho e aminoácidos totais (1457g), perfazendo uma diferença de 50g. A interação entre FA e o tipo de formulação mostrou que o uso de aminoácidos digestíveis permitiu a inclusão de 12% de FA, com aumento de 52g no GP. Para a avaliação dos parâmetros de carcaça não foram observado diferenças entre as aves alimentadas com dietas à base de M+FS e as demais dietas. Porém, as que receberam M+FA12 AAD apresentaram maior PC (1397g), PPEI (446g) e PFP (335g) que as aves alimentadas com M+FS (1352, 430 e 324g, respectivamente). Observação contrária foi feita para a formulação com base em aminoácidos totais e a inclusão de 12% de FA nas dietas com milho ou sorgo, as quais proporcionaram o menor PFP em relação à dieta com M+FS. O estudo das variáveis isoladamente mostrou que o uso das formulações com base em aminoácidos digestíveis permitiu maior PC, PPEI e PFP que as formulações com base em aminoácidos totais. Para peso das pernas e gordura abdominal não foi observado diferenças entre as variáveis milho ou sorgo, inclusão de farelo de algodão e tipo de formulação. Para o rendimento dos parâmetros de carcaça foram realizadas observações semelhantes. Com base nas observações realizadas pode se concluir o uso de dietas formuladas milho ou sorgo, contendo a inclusão de 6 ou 12% de farelo de algodão e com base em aminoácidos digestíveis proporcionaram ganho de peso, consumo de ração, conversão alimentar e rendimento de carcaça semelhante aos das aves alimentadas com dietas a base de milho e farelo de soja. O uso de formulações com base em aminoácidos digestíveis proporcionou às aves melhores desempenhos e rendimentos de carcaça que o uso de aminoácidos totais e ainda permitiu a inclusão de 12% de farelo de algodão sem a redução de destas variáveis.

CAPÍTULO III

DESENVOLVIMENTO CORPORAL, EFICIÊNCIA DE UTILIZAÇÃO E EXIGÊNCIA DE LISINA DIGESTÍVEL PARA FRANGOS DE CORTE ESTIMADOS POR EQUAÇÕES MATEMÁTICAS.

1. INTRODUÇÃO

O desenvolvimento da área computacional nas últimas décadas tem permitido às diversas áreas do conhecimento aumentar a precisão com que se afirma ou se garante dado acontecimento. Na avicultura o uso da matemática ou de equações matemáticas para estimar o desenvolvimento ou demanda nutricional dos animais iniciaram na década de 70, onde se percebeu que a antecipação de resultados, com base em dados estimados, poderia favorecer ao ganho econômico e ambiental.

Segundo Moughan (2003), o desenvolvimento de modelos matemáticos para prever o crescimento animal e o metabolismo de aminoácidos são importantes, pois prediz a taxa de deposição protéica que por sua vez influencia na massa corporal. Muitos são os processos que estão envolvidos com a manutenção e o crescimento animal, como o consumo de alimento, absorção e perdas de aminoácido na manutenção, deposição de proteína, catabolismo inevitável e a perda endógena de aminoácidos, o turnover protéico associado com a síntese de novas proteínas e à síntese de aminoácidos não essenciais. Com base nestes conhecimentos e nas relações alométricas existentes entre o peso vivo do animal, proteína, água e lipídios, as exigências nutricionais seriam preditas de maneira mais rápida e eficiente sobre condições ótimas e divergentes (Emmans, 1995a). Logo, o desenvolvimento deste trabalho teve como objetivos:

- 1) Avaliar o desempenho e a deposição corporal de nutrientes em frangos de corte, alimentados com níveis de lisina digestível estimados através de equações matemáticas.
- 2) Estimar através dos parâmetros das equações das Gompertz, o crescimento, o consumo de ração e a deposição de proteína, de gordura e de lisina corporal de frangos em corte machos e fêmeas, no período de 1 a 42 dias de idade.
- 3) Determinar a eficiência de utilização e a quantidade de lisina digestível verdadeira por quilo de ganho de peso de frangos de corte machos e fêmeas.

2 - MATERIAL E MÉTODOS

2.1 - Local e duração

Este experimento foi conduzido no Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Viçosa (UFV), no período de 14 de outubro a 02 de dezembro de 2004.

2.2 - Animais

Foram utilizados 1472 pintos de corte, machos e fêmeas, da linhagem ROSS, de 01 a 42 dias idade, com o peso médio inicial de 36 gramas para machos (variando de 33 a 40 gramas) e 38 gramas para fêmeas (variando de 36 a 42 gramas).

2.3 - Instalações e manejo

As aves foram alojadas em galpão de alvenaria, telado e coberto com telhas de amianto, subdividido em boxes de 1,1 x 2,0 metros com cama de maravalha.

O manejo dos bebedouros, dos comedouros, das cortinas e das aves seguiu as recomendações do manual da linhagem, sendo a água e a dietas fornecidas à vontade durante todo o período experimental.

O programa de luz contínuo (24 horas de luz natural + artificial) foi adotado durante todo o período e o aquecimento artificial dos pintos foi feito utilizando-se uma lâmpada de infravermelho de 250w/box e com altura regulável, ajustada para proporcionar conforto às aves.

2.4 - Delineamento experimental e estimativa da exigência de lisina digestível

As aves foram distribuídas num delineamento experimental inteiramente casualizado, num total de oito tratamentos com oito repetições e 23 aves por unidade experimental. Foram avaliados 2 sexos (macho e fêmea) e 3 porcentagens de lisina digestível (106, 100 e 94%) e ainda dois valores de lisina digestível verdadeira fixos, sendo um para macho e outro para fêmea, propostos por Rostagno et al. (2005).

As exigências de lisina digestível verdadeira (Lis. Dig.) consideradas como 100% (tratamento 2 e 6), foram obtidas a partir da equação proposta por Rostagno et al. (2005), $Lis. Dig. (\%) = [0,1 \times (PM_{kg})^{0,75} + \{14,28 + 2,0439 \times (PM_{kg}) \times GDP_{kg}\}] / CRD_g$. Sendo o PM = peso médio, em quilo, GDP = ganho de peso diário, em quilo e CRD = consumo de ração diário, em gramas, obtidos a partir de lotes de machos e fêmeas criados anteriormente sobre mesmas condições experimentais.

Considerando a exigência de lisina 6% acima (106%) e 6% abaixo (94%), obteve-se os tratamentos: 1, 3 e 5, 7 para machos e fêmeas respectivamente, conforme mostrado na tabela 01.

Tabela 01 - Tratamentos experimentais

Tratamentos	Período de criação (dias)			
	Pré-inicial 1 a 7	Inicial 8 a 21	Crescimento 22 a 35	Terminação 36 a 42
Machos		Lisina Digestível, %		
1 - Lisina digestível - 106%	1,170	1,112	1,105	0,999
2 - Lisina digestível - 100%	1,103	1,049	1,043	0,942
3 - Lisina digestível - 94%	1,040	0,986	0,980	0,885
4 - Lisina digestível fixa - LDF ¹	1,327	1,162	1,078	1,017
Fêmeas		Lisina Digestível, %		
5 - Lisina digestível - 106%	1,170	1,130	1,003	0,962
6 - Lisina digestível - 100%	1,103	1,062	0,946	0,909
7 - Lisina digestível - 94%	1,040	0,995	0,888	0,853
8 - Lisina digestível fixa - LDF ¹	1,327	1,145	1,002	0,904

¹ Valores extraídos das Tabelas Brasileiras para aves e suínos, pág. 85 e 86 (Rostagno et al., 2005), sendo dados médios para cada período experimental.

2.5 - Dietas experimentais

Para cada período experimental duas dietas foram formuladas, uma com alto e outra com baixo teor de lisina digestível, as quais combinadas entre si permitiram a obtenção dos tratamentos 1, 2 e 3 (machos) e 5, 6 e 7 (fêmeas). Estas dietas à base de milho e farelo de soja foram formuladas para serem isocalóricas e para atenderem as exigências nutricionais das aves preconizadas por Rostagno et al. (2005), exceto para lisina digestível verdadeira.

As dietas dos tratamentos 4 (machos) e 8 (fêmeas), também foram à base de milho e de farelo de soja, isocalóricas e formuladas para atenderem as exigências nutricionais das aves.

As dietas foram suplementadas com L-Lisina HCl (79%) para atender os níveis desejados e com os aminoácidos sintéticos DL-Metionina (99%), L-Treonina (98%) e L-Valina em quantidades necessárias para se obter o padrão de proteína ideal para aminoácidos digestíveis, onde a lisina equivaleu a 100%; metionina+cistina 71%; treonina 65% e valina 75%, seguindo o proposto por Rostagno et al. (2005).

As dietas com suas respectivas composições percentuais e químicas, para os períodos de 1 a 7, 8 a 21, 22 a 35 e 36 a 42 dias de idade, são apresentadas na Tabela 02, 03, 04 e 05. Para a fase pré-inicial, não houve diferenciação entre as exigências para machos e fêmeas.

Tabela 2 - Composição percentual e química das dietas basais utilizadas para a obtenção das dietas experimentais para machos e fêmeas, em fase pré-inicial (1 a 7 dias de idade)

Ingredientes	Machos e Fêmeas		
	Alta Lisina Dig.	Baixa Lisina Dig.	LDF ⁴
Milho	63,671	45,555	53,395
Farelo de soja 45 %	27,887	42,890	36,869
Glútem de milho 60%	4,000	4,000	4,000
Óleo de soja	0,000	2,892	1,544
Fosfato bicálcico	1,944	1,868	1,896
Calcário	0,903	0,841	0,867
Sal	0,784	0,771	0,459
DL-metionina 99%	0,171	0,348	0,266
L-lisina HCl 79%	0,290	0,363	0,316
L-treonina 98%	0,028	0,108	0,066
Valina	-	0,043	-
Coxistac	0,055	0,055	0,055
Cl. Colina	0,100	0,100	0,100
Vitaminas ¹	0,100	0,100	0,100
Minerais ²	0,050	0,050	0,050
Avilamicina 10	0,007	0,007	0,007
BHT ³	0,010	0,010	0,010
Total	100,00	100,00	100,00
Composição calculada			
Proteína bruta (%)	25,830	20,550	23,760
Energia Metabolizável (kcal/kg)	2.950	2.950	2.950
Cálcio (%)	0,939	0,939	0,939
Fósforo Disponível (%)	0,470	0,470	0,470
Sódio (%)	0,350	0,350	0,224
Lisina total (%)	1,633	1,204	1,448
Lisina dig. (%)	1,500	1,100	1,327
Metionina total (%)	0,758	0,517	0,652
Metionina dig. (%)	0,728	0,491	0,623
Metionina + Cistina total (%)	1,158	0,859	1,029
Metionina + Cistina dig. (%)	1,065	0,781	0,942
Treonina total (%)	1,105	0,818	0,982
Treonina dig. (%)	0,975	0,715	0,863
Triptofano dig. (%)	0,288	0,208	0,256
Arginina dig. (%)	1,591	1,183	1,429
Valina Dig. (%)	1,125	0,860	0,995

¹ Rovimix (Roche)- Níveis de garantia por quilo do produto: vit A - 10.000.000 UI; vit D3 - 2.000.000 UI; Vit E - 30.000 UI; Vit B1 - 2,0g; vit B6 - 4,0 g; Ac Pantotênico - 12,0g; Biotina - 0,10g; Vit K3 - 3,0 g; Ácido fólico - 1,0 g; Ácido nicotínico - 50,0 g; Vit B12 - 15.000 mcg; Selênio - 0,25 g; e Veículo q. s. p - 1.000g.

² Rologomix (Roche) - Níveis de garantia por quilo do produto: Manganês - 16,0 g; Ferro - 100,0 g; Zinco - 100,0 g; Cobre - 20,0 g; Cobalto - 2,0 g; Iodo - 2,0 g; e Veículo q. s. p. - 1.000g.

³ Beta Hidroxi-butyl Tolueno

⁴ Lisina Digestível Fixa (Rostagno et al., 2005)

Tabela 3 - Composição percentual e química das dietas basais utilizadas para a obtenção das dietas experimentais para machos e fêmeas, em fase inicial (8 a 21 dias de idade)

Ingredientes	Machos			Fêmeas		
	Alta Lisina Dig.	Baixa Lisina Dig.	LDF ⁴	Alta Lisina Dig.	Baixa Lisina Dig.	LDF ⁴
Milho	48,622	68,229	58,527	50,807	70,355	60,054
Farelo de soja 45 %	43,551	27,125	35,206	41,885	25,512	34,243
Óleo de soja	3,958	0,751	2,327	3,500	0,305	2,032
Fosfato bicálcico	1,742	1,826	1,785	1,631	1,715	1,670
Calcário	0,786	0,854	0,820	0,756	0,823	0,787
Sal	0,432	0,446	0,439	0,405	0,420	0,412
DL-metionina 99%	0,316	0,186	0,243	0,328	0,198	0,237
L-lisina HCl 79%	0,290	0,222	0,285	0,237	0,268	0,198
L-treonina 98%	0,066	0,040	0,045	0,088	0,061	0,045
Valina	0,017	-	-	0,041	0,021	-
Coxistac	0,055	0,055	0,055	0,055	0,055	0,055
Cl. colina	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Vitaminas ¹	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Minerais ²	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
Avilamicina 10	0,005	0,005	0,007	0,007	0,007	0,007
BHT ³	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Composição calculada						
Proteína bruta (%)	24,000	18,200	21,049	23,428	17,648	20,741
Energia Met. (kcal/kg)	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000
Cálcio (%)	0,888	0,888	0,888	0,844	0,844	0,844
Fósforo Disp. (%)	0,444	0,444	0,444	0,422	0,422	0,422
Sódio (%)	0,216	0,216	0,216	0,271	0,205	0,205
Lisina total (%)	1,482	1,100	1,350	1,479	1,097	1,259
Lisina dig. (%)	1,350	1,000	1,162	1,350	1,000	1,145
Metionina total (%)	0,679	0,477	0,527	0,683	0,481	0,559
Metionina dig. (%)	0,649	0,452	0,453	0,654	0,457	0,532
Met.+Cist. total (%)	1,049	0,781	0,959	1,045	0,780	0,891
Met.+Cist. dig. (%)	0,959	0,710	0,825	0,959	0,710	0,813
Treonina total (%)	1,001	0,748	0,878	1,000	0,747	0,852
Treonina dig. (%)	0,878	0,650	0,755	0,878	0,650	0,744
Triptofano dig. (%)	0,282	0,196	0,186	0,274	0,187	0,233
Arginina dig. (%)	1,547	1,101	1,220	1,503	1,058	1,295
Valina Dig. (%)	1,013	0,752	0,872	1,013	0,750	0,859

¹ Rovimix (Roche)- Níveis de garantia por quilo do produto: vit A - 10.000.000 UI; vit D3 - 2.000.000 UI; Vit E - 30.000 UI; Vit B1 - 2,0g; vit B6 - 4,0 g; Ac Pantotênico - 12,0g; Biotina - 0,10g; Vit K3 - 3,0 g ; Ácido fólico - 1,0 g ; Ácido nicotínico - 50,0 g ; Vit B12 - 15.000 mcg ; Selênio - 0, 25 g; e Veículo q. s. p - 1.000g.

² Rologomix (Roche) - Níveis de garantia por quilo do produto: Manganês - 16,0 g; Ferro - 100,0 g; Zinco - 100,0 g; Cobre - 20,0 g; Cobalto - 2,0 g; Iodo - 2,0 g; e Veículo q. s. p. - 1.000g.

³ Beta Hidroxi-butyl Tolueno

⁴ Lisina Digestível Fixa (Rostagno et al., 2005)

Tabela 4 - Composição percentual e química das dietas dietas basais utilizadas para a obtenção das dietas experimentais para machos e fêmeas (T5, T6, T7 e T8), em fase inicial (22 a 35 dias de idade)

Ingredientes	Machos			Fêmeas		
	Alta Lisina Dig.	Baixa Lisina Dig.	LDF ⁴	Alta Lisina Dig.	Baixa Lisina Dig.	LDF ⁴
Milho	53,468	71,509	60,281	55,591	73,616	65,266
Farelo de soja 45 %	38,247	23,214	32,675	36,750	21,720	28,715
Óleo de soja	4,580	1,664	3,523	4,192	1,274	2,640
Fosfato bicálcico	1,587	1,663	1,615	1,485	1,561	1,526
Calcário	0,750	0,812	0,773	0,720	0,782	0,753
Sal	0,405	0,418	0,410	0,381	0,394	0,388
DL-metionina 99%	0,301	0,157	0,216	0,274	0,131	0,189
L-lisina HCl 79%	0,220	0,212	0,163	0,199	0,191	0,181
L-treonina 98%	0,071	0,027	0,025	0,055	0,011	0,023
Valina	0,051	0,004	-	0,033	-	-
Coxistac	0,055	0,055	0,055	0,055	0,055	0,055
Cl. colina	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Vitaminas ¹	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Minerais ²	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
Avilamicina 10	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005
BHT ³	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Composição calculada						
Proteína bruta (%)	22,000	16,700	20,046	21,500	16,200	18,670
Energia Met. (kcal/kg)	3.100	3.100	3.100	3.100	3.100	3.100
Cálcio (%)	0,820	0,820	0,820	0,779	0,779	1,217
Fósforo Disp. (%)	0,409	0,409	0,409	0,389	0,389	0,389
Sódio (%)	0,203	0,203	0,203	0,193	0,193	0,193
Lisina total (%)	1,371	0,992	1,188	1,318	0,939	1,104
Lisina dig. (%)	1,250	0,900	1,078	1,200	0,850	1,002
Metionina total (%)	0,637	0,428	0,529	0,605	0,396	0,485
Metionina dig. (%)	0,610	0,405	0,503	0,578	0,373	0,460
Met.+Cist. total (%)	0,981	0,715	0,852	0,864	0,678	0,793
Met.+Cist. dig. (%)	0,900	0,648	0,776	0,944	0,612	0,721
Treonina total (%)	0,928	0,676	0,805	0,892	0,641	0,749
Treonina dig. (%)	0,813	0,585	0,701	0,780	0,553	0,651
Triptofano dig. (%)	0,253	0,174	0,224	0,246	0,166	0,203
Arginina dig. (%)	1,398	0,989	1,247	1,358	0,950	1,140
Valina Dig. (%)	0,963	0,693	0,830	0,924	0,668	0,772

¹ Rovimix (Roche)- Níveis de garantia por quilo do produto: vit A - 10.000.000 UI; vit D3 - 2.000.000 UI; Vit E - 30.000 UI; Vit B1 - 2,0g; vit B6 - 4,0 g; Ac Pantotênico - 12,0g; Biotina - 0,10g; Vit K3 - 3,0 g ; Ácido fólico - 1,0 g ; Ácido nicotínico - 50,0 g ; Vit B12 - 15.000 mcg ; Selênio - 0, 25 g; e Veículo q. s. p - 1.000g.

² Rologomix (Roche) - Níveis de garantia por quilo do produto: Manganês - 16,0 g; Ferro - 100,0 g; Zinco - 100,0 g; Cobre - 20,0 g; Cobalto - 2,0 g; Iodo - 2,0 g; e Veículo q. s. p. - 1.000g.

³ Beta Hidroxi-butílica Tolueno

⁴ Lisina Digestível Fixa (Rostagno et al., 2005)

Tabela 5 - Composição percentual e química das dietas basais utilizadas para a obtenção das dietas experimentais para machos e fêmeas, em fase inicial (36 a 42 dias de idade)

Ingredientes	Machos			Fêmeas		
	Alta Lisina Dig.	Baixa Lisina Dig.	LDF ⁴	Alta Lisina Dig.	Baixa Lisina Dig.	LDF ⁴
Milho	56,133	74,803	63,370	59,369	78,229	68,726
Farelo de soja 45 %	35,550	19,959	29,637	33,184	17,408	25,407
Óleo de soja	4,820	1,789	3,702	4,287	1,212	2,781
Fosfato bicálcico	1,441	1,520	1,470	1,348	1,429	1,388
Calcário	0,706	0,770	0,731	0,684	0,749	0,716
Sal	0,380	0,394	0,385	0,357	0,371	0,363
DL-metionina 99%	0,286	0,147	0,186	0,230	0,092	0,145
L-lisina HCl 79%	0,236	0,245	0,175	0,177	0,191	0,154
L-treonina 98%	0,074	0,037	0,024	0,034	0,000	0,001
Valina	0,054	0,016	-	0,011	-	-
Coxistac	0,055	0,055	0,055	0,055	0,055	0,055
Cl. colina	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Vitaminas ¹	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Minerais ²	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
Avilamicina 10	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005
BHT ³	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Composição calculada						
Proteína bruta (%)	21,000	15,500	18,928	20,200	14,632	17,460
Energia Met. (kcal/kg)	3.150	3.150	3.150	3.150	3.150	3.150
Cálcio (%)	0,759	0,759	0,759	0,721	0,721	0,721
Fósforo Disp. (%)	0,379	0,379	0,379	0,360	0,360	0,360
Sódio (%)	0,192	0,192	0,192	0,182	0,182	0,182
Lisina total (%)	1,315	0,935	1,121	1,211	0,830	1,000
Lisina dig. (%)	1,200	0,850	1,017	1,100	0,750	0,904
Metionina total (%)	0,610	0,402	0,484	0,544	0,337	0,425
Metionina dig. (%)	0,583	0,380	0,460	0,518	0,316	0,401
Met.+Cist. total (%)	0,943	0,676	0,795	0,868	0,601	0,720
Met.+Cist. dig. (%)	0,864	0,612	0,722	0,792	0,540	0,651
Treonina total (%)	0,891	0,639	0,760	0,820	0,568	0,680
Treonina dig. (%)	0,780	0,553	0,661	0,715	0,488	0,588
Triptofano dig. (%)	0,239	0,157	0,208	0,227	0,143	0,186
Arginina dig. (%)	1,322	0,899	1,162	0,260	0,831	1,048
Valina Dig. (%)	0,924	0,655	0,785	0,847	0,602	0,721

¹ Rovimix (Roche)- Níveis de garantia por quilo do produto: vit A - 10.000.000 UI; vit D3 - 2.000.000 UI; Vit E - 30.000 UI; Vit B1 - 2,0g; vit B6 - 4,0 g; Ac Pantotênico - 12,0g; Biotina - 0,10g; Vit K3 - 3,0 g ; Ácido fólico - 1,0 g ; Ácido nicotínico - 50,0 g ; Vit B12 - 15.000 mcg ; Selênio - 0, 25 g; e Veículo q. s. p - 1.000g.

² Rologomix (Roche) - Níveis de garantia por quilo do produto: Manganês - 16,0 g; Ferro - 100,0 g; Zinco - 100,0 g; Cobre - 20,0 g; Cobalto - 2,0 g; Iodo - 2,0 g; e Veículo q. s. p. - 1.000g.

³ Beta Hidroxi-butyl Tolueno

⁴ Lisina Digestível Fixa (Rostagno et al., 2005)

2.6 - Temperatura interna no galpão

Os registros de temperatura interna do galpão foram obtidos com a instalação de três termômetros de máxima e mínima, colocados em diferentes partes da instalação à altura das aves. Os dados foram tomados duas vezes por dia, às 8 e 16 horas.

Na Tabela 6, encontram-se as médias semanais de temperaturas máxima, mínima e média no galpão, durante o experimento.

Tabela 6 - Médias de temperaturas do ar máxima, mínima e média no interior do galpão durante o período experimental (°C)

Períodos (dias)	Temperatura (°C)		
	Máxima	Mínima	Média
01 a 07	28	23	26
08 a 14	30	24	27
15 a 21	29	24	26
22 a 28	29	23	26
29 a 35	25	21	23
36 a 42	25	21	23

2.7 - Características avaliadas

As características avaliadas foram: ganho de peso, consumo de ração, conversão alimentar; deposição diária de proteína, de gordura e de lisina e a deposição de proteína bruta e de lisina digestível por quilo de ganho de peso.

As aves e as dietas foram pesadas aos 1, 7, 21, 35 e 42 dias de idade para determinação do ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar. A mortalidade foi registrada durante os períodos para ser considerada na correção dos dados de desempenho.

Para a determinação da composição corporal, uma ave por unidade experimental foi selecionadas ao acaso. Após jejum de aproximadamente oito horas para o esvaziamento do trato digestivo, foi pesada e abatida por deslocamento das vértebras cervicais. Esta ave foi moída inteira por 15 minutos em “cutter” comercial e, após a homogeneização, retirada uma amostra que foi estocada em congelador a -10°C.

Na preparação das amostras para as análises laboratoriais, procedeu-se a pré-secagem em estufa com ventilação forçada, a ± 55 °C por 96/120 horas. Devido a alta concentração de gordura nas amostras, foi realizado o pré-desengorduramento, pelo método a quente, em aparelho extrator do tipo “SOXHLET”, por quatro horas.

As amostras pré-secadas e pré-desengorduradas foram então processadas em moinho tipo faca e acondicionadas em vidros devidamente identificados, para posteriores análises laboratoriais.

As análises de matéria seca, de proteína e de gordura das amostras foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da UFV, de acordo com o método descrito por Silva (2002). Uma amostra de 20 pintos de um dia de idade, metade de cada sexo, também foi processada conforme metodologia descrita acima.

A multiplicação do peso corporal (carcaça + vísceras + penas) pelas respectivas percentagens de proteína e gordura, obtida durante as pesagens e abate aos 1, 7, 21, 35 e 42 dias de idade, obteve-se a proteína e a gordura corporal.

A lisina corporal foi obtida pela multiplicação da proteína corporal pela percentagem de lisina presente na carcaça mais penas (Tabela 7), sendo a percentagem de lisina presente na carcaça mais penas ou percentagem de lisina corporal obtida pela fórmula: $[(100 - \% \text{ penas}) \times 7,6/100] + [(\% \text{ penas} \times 1,8)/100]$. Os valores 7,6 e 1,8% referem-se respectivamente a percentagem de lisina na carcaça e nas penas para todas as idades avaliadas, segundo a literatura (Hurwitz et al., 1980; Fatufe et al., 2004; Sklan & Noy, 2004 e 2005; Sakomura, 2005; Coello, 2005).

Tabela 7 - Percentagem de penas e de lisina corporal de frangos de corte machos e fêmeas, obtidas em diferentes idades¹

Idade (dias)	Machos		Fêmeas	
	% penas	% lisina corporal	% penas	% lisina corporal
01	0,90	7,548	0,90	7,548
07	1,71	7,501	1,71	7,501
21	3,73	7,384	4,44	7,342
35	4,70	7,327	5,45	7,284
42	5,20	7,298	5,20	7,298

¹Dados obtidos a partir dos valores médios de Hurwitz et al., 1980; Fatufe et al., 2004; Sklan & Noy, 2004 e 2005; Sakomura, 2005; Coello, 2005.

A deposição diária de proteína, de gordura e de lisina corporal foi determinada pela diferença entre os valores obtidos nas diferentes idades.

A quantidade de proteína bruta e de lisina digestível verdadeira por quilo de ganho de peso foi calculada pela fórmula:
 $[(\text{Proteína ou Lisina Depositada}_{\text{g/ave/dia}}/\text{Eficiência})/\text{Ganho Peso}_{\text{diário}} \times 1000]$. Para a proteína bruta levou-se em consideração a eficiência de utilização de 61%, segundo Leeson & Summers, (2001) e para a lisina digestível a eficiência de utilização foi calculada a partir

dos dados de deposição e consumo de lisina em cada fase experimental ($\text{Lisina consumida}_g / \text{Lisina Depositada}_g \times 100$)

2.8 - Estimativas das variáveis utilizando a equação de Gompertz

Os dados para consumo de ração, peso corporal e composição corporal obtidos em cada período estudado (médias de todos os tratamentos), foram utilizados para determinar os parâmetros da equação de Gompertz para o peso corporal (crescimento), deposição de proteína, de gordura, de lisina corporal e consumo de ração para machos e fêmeas. As derivadas destas variáveis permitiram estabelecer as curvas de ganho diário de peso, de proteína, de gordura e de lisina digestível e consumo diário de ração.

A equação de Gompertz utilizada foi:

$$M = A \cdot e^{-B \cdot (t - C)}$$

Onde:

M = peso corporal ou de tecido (g);

t = idade (dias);

A = peso corporal ou quantidade de tecido na idade adulta (g);

B = taxa máxima de crescimento ou de deposição de tecido (g/dia por g);

C = idade do máximo crescimento ou deposição de tecido (dias);

$e = 2,718282$ (base do logaritmo neperiano).

A partir das variáveis ganho de lisina (g/dia), consumo de lisina digestível para ganho e consumo de lisina para manutenção (g/dia) foi determinada diariamente a eficiência de utilização da lisina digestível (Efic. Utiliz. Lisina Dig), sendo:

$\text{Efic. Utiliz. Lisina Dig} = \frac{\text{Ganho Lisina Dig}}{(\text{Consumo Lisina Dig} - \text{Lisina Dig. Manutenção})} \times 100$.

Para a determinação da lisina digestível de manutenção, foi utilizada a equação de Y (g Lis. Dig. para manutenção) = $0,1 \times (\text{Peso Médio})^{0,75}$, segundo as observações de Fisher (1998) e Edwards et al. (1999),

A partir da eficiência de utilização da lisina e da lisina corporal determinada, foi obtida a quantidade diária de lisina digestível por quilo de ganho de peso, a qual relacionada a peso médio gerou-se equações de predição para machos e fêmeas.

2.9 - Análises estatísticas

O modelo estatístico utilizado no cálculo das análises de variância, foi:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + e_{ijk}, \text{ sendo:}$$

Y_{ijk} = observação associada a unidade experimental que possui a i -ésima percentagem de lisina digestível, dentro do j -ésimo sexo, na k -ésima repetição.

α_i = efeito da i -ésima percentagem de lisina digestível, sendo $i = 106, 100$ e 96%

β_j = efeito do j -ésimo sexo, sendo $j =$ macho e fêmea

e_{ijk} = erro aleatório associada à observação Y_{ijk}

As variáveis estudadas foram analisadas estatisticamente, por intermédio do software SAEG (Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas), desenvolvido pela Universidade Federal de Viçosa - UFV (2000). Para a comparação entre médias, foi adotado o teste de "Student Newman-Keuls" e para a determinação dos parâmetros das equações, foi utilizado o procedimento Gauss-Newton.

3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 – Desempenho

Avaliando os dados de desempenho na tabela 8, não foi observado diferença significativa no ganho de peso (GP) dos machos de 1 a 7 dias de idade. Porém, as aves alimentadas com NL1 e NL4 apresentaram consumo de ração (CR) semelhantes, bem como as aves alimentadas com os níveis NL2 e NL3, mas diferindo estes dois grupos entre si. A conversão alimentar (CA) observada neste período apresentou-se variada, sendo os machos alimentados com o valor de lisina digestível NL4 os que apresentaram a pior CA (1,758), seguindo as aves alimentadas com NL1 (1,648), o qual não diferiu ($P < 0,05$) do NL2 (1,550). O nível NL3, que continha 6% menos de lisina digestível foi o que apresentou a melhor CA (1,498), não sendo diferente do nível que atendia 100% da exigência (NL2).

Tabela 8 - Efeito de níveis de lisina digestível sobre o ganho de peso (GP, g), o consumo de ração (CR, g) e a conversão alimentar (CA, g/g) de frangos de corte machos de 1 a 7 e de 1 a 21 dias de idade

Níveis Lisina Dig. (%)	1 a 7 dias			1 a 21 dias		
	GP, g	CR, g	CA, g/g	GP, g	CR, g	CA, g/g
NL1 - 106	86,9	143,0 a	1,648 b	601,5	962,6	1,602
NL2 - 100	84,3	131,0 b	1,550 bc	594,1	933,2	1,572
NL3 - 94	85,1	127,2 b	1,498 a	582,6	963,3	1,653
NL4 - LDF ¹	83,7	147,1 a	1,758 c	607,3	958,3	1,578
Média	85,0	137,0	1,613	596,4	954,3	1,601
CV %	6,96	8,08	6,21	3,10	4,33	3,89

^{ab} Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna diferem entre si pelo teste de "Student Newman Keuls" ao nível de 5% de probabilidade; a ausência de letras indica efeito não significativo entre tratamentos.

¹ Lisina Digestível Fixa (Rostagno et al., 2005)

Para a fase de 1 a 21 dias de idade (Tabela 8), os machos alimentados com quatro variados níveis de lisina digestível não apresentaram diferença significativa no ganho de peso e no consumo de ração, mas a conversão alimentar das aves que receberam o NL3 foi a pior em comparação as demais, invertendo-se o efeito observado no período de 1 a 7 dias

de idade. Essa piora foi causada pela redução no ganho de peso das aves alimentadas com a dieta contendo a menor quantidade de lisina dietética.

O atendimento das exigências nutricionais são primordiais para o ótimo desempenho animal, corroborando com essa observação, Fatufe et al. (2004) avaliaram frangos de corte machos, da linhagem ROSS, de 8 a 21 dias de idade alimentados com dietas contendo 0,88; 1,08 e 1,28% de lisina, as quais apresentaram aumento no ganho de peso e consumo de ração e melhora na conversão alimentar ao receberem dietas com nível crescente de lisina. Porém, quando receberam 1,48% de lisina o ganho de peso e a conversão foram piorados. Sklan & Noy (2004) observaram que frangos de corte machos, de 7 a 21 dias de idade, ao receberem dieta com 0,94% de lisina digestível apresentaram ganho de peso de 508g e conversão de 1,85, mas a dieta com 1,14% de lisina proporcionava às aves 763g de ganho de peso e 1,60 de conversão. Demonstrando que a adequada quantidade de lisina é necessária para o ótimo desempenho.

Os machos alimentados com dietas formuladas com 6% menos de lisina digestível (NL3), no período de 1 a 35 dias de idade (Tabela 9) tiveram o menor ganho de peso e a pior conversão alimentar que os demais níveis aplicados, mas não diferindo estas variáveis entre os níveis NL1, 2 e 4. Para o período completo de 1 a 42 dias de idade (Tabela 9), observou-se que as aves alimentadas com as dietas formuladas com NL1 e 4 não apresentaram diferenças no ganho de peso (2383,7 x 2394,0g, respectivamente), os quais foram superiores ($P < 0,05$) ao das aves alimentadas com NL2 e 3 (2328,4 e 2273,3g). Para o consumo de ração, as aves alimentadas com variados níveis de lisina digestível não apresentaram diferença entre si, porém, a conversão alimentar seguiu as observações feitas nos períodos anteriores, nos quais as aves que receberam dieta com 6% menos de lisina digestível apresentaram piora na conversão alimentar (1,839) quando comparada com as demais (1,755; 1,768; 1,762), não diferindo estas entre si.

Tabela 9 - Efeito de níveis de lisina digestível sobre o ganho de peso (GP, g), o consumo de ração (CR, g) e a conversão alimentar (CA, g/g) de frangos de corte machos de 1 a 35 e de 1 a 42 dias de idade

Níveis Lisina Dig. (%)	1 a 35 dias			1 a 42 dias		
	GP, g	CR, g	CA, g/g	GP, g	CR, g	CA, g/g
NL1 – 106	1784,3 a	2871,6	1,609 a	2383,7 a	4190,6	1,755 a
NL2 – 100	1740,3 a	2810,3	1,615 a	2328,4 b	4116,0	1,768 a
NL3 – 94	1684,0 b	2856,1	1,697 b	2273,3 c	4180,8	1,839 b
NL4 – NDF ¹	1791,6 a	2899,5	1,619 a	2394,0 a	4216,8	1,762 a
Média	1750,1	2859,4	1,635	2345,8	4176,0	1,781
CV %	2,51	3,37	2,32	2,14	2,85	1,84

^{ab} Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna diferem entre si pelo teste de "Student Newman Keuls" ao nível de 5% de probabilidade; a ausência de letras indica efeito não significativo entre tratamentos.

¹ Lisina Digestível Fixa (Rostagno et al., 2005)

O menor desempenho das aves alimentadas com o menor teor de lisina para a fase de crescimento e terminação foi também observado por Summers et al. (1992) em frangos de corte machos, de 22 a 42 dias de idade, que consumindo dieta com 0,95% de lisina e 0,46% de metionina, formulada para atender a exigências apresentaram respectivamente o ganho de peso e a conversão alimentar de 1373g e 2,10. Porém, ao aumentar ou reduzir a concentração destes aminoácidos em 20%, o ganho foi de 1326 e 1248g e a conversão foi de 2,10 e 2,19, respectivamente. Han & Baker (1994), avaliando o desempenho de frangos de corte machos, 22 a 43 dias de idade alimentados com dietas contendo menos 6% de lisina digestível (0,81%), apresentaram ganho de peso de 624g, consumo de 1903g e conversão de 3,05. As aves que receberam dietas que atendiam a exigência de lisina digestível (1,11%) tiveram ganho de peso de 1274g e conversão de 1,97.

As fêmeas no período de 1 a 7 dias de idade (Tabela 10) não apresentaram diferenças ($P < 0,05$) no ganho de peso quando alimentadas com dietas com níveis variados de lisina digestível, semelhante ao observado nos machos. Porém, o menor consumo de ração ocorreu quando foi fornecido na dieta 6% menos de lisina digestível (NL7). O nível de lisina digestível NL5 não foi diferente do NL6 e este do NL8 quanto ao consumo de ração. Estas diferenças no consumo proporcionaram as aves alimentadas com 6% menos de lisina digestível (NL7) a melhor conversão alimentar, sendo os demais níveis semelhantes entre si para esta variável.

Para o período de 1 a 21 dias de idade (Tabela 10), as fêmeas não apresentaram diferenças no desempenho, semelhante ao observado nos machos. Mas para o período de 1 a 35 dias de idade (Tabela 11), o menor ganho de peso foi observado nas aves alimentadas com 6% menos de lisina digestível (NL7), não sendo observado diferenças no ganho de peso das aves alimentadas com o NL6 e NL5 e NL8 ($P < 0,05$), mas sim entre NL5 e NL8.

Tabela 10 - Efeito de níveis de lisina digestível sobre o ganho de peso (GP, g), o consumo de ração (CR, g) e a conversão alimentar (CA, g/g) de frangos de corte fêmeas de 1 a 7 e de 1 a 21 dias de idade

Níveis Lisina Dig. (%)	1 a 7 dias			1 a 21 dias		
	GP, g	CR, g	CA, g/g	GP, g	CR, g	CA, g/g
NL5 - 106	101,5	133,0 b	1,312 b	639,2	986,0	1,543
NL6 - 100	100,9	136,0 ab	1,348 b	621,0	981,4	1,581
NL7 - 94	99,6	109,6 c	1,101 a	612,7	946,1	1,541
NL8 - LDF ¹	103,4	141,8 a	1,373 b	602,4	930,8	1,547
Média	101,4	130,1	1,283	618,8	961,1	1,553
CV %	4,68	4,99	5,82	4,48	5,14	3,97

^{ab} Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna diferem entre si pelo teste de "Student Newman Keuls" ao nível de 5% de probabilidade; a ausência de letras indica efeito não significativo entre tratamentos.

¹ Lisina Digestível Fixa (Rostagno et al., 2005)

Apesar da variação no consumo de ração das fêmeas, não foi observado diferenças na conversão alimentar entre os tratamentos ($P < 0,05$), porém, a dieta com 6% menos de lisina digestível foi a que proporcionou a pior conversão.

Tabela 11 - Efeito de níveis de lisina digestível sobre o ganho de peso (GP, g), o consumo de ração (CR, g) e a conversão alimentar (CA, g/g) de frangos de corte fêmeas de 1 a 35 e de 1 a 42 dias de idade

Níveis Lisina Dig. (%)	1 a 35 dias			1 a 42 dias		
	GP, g	CR, g	CA, g/g	GP, g	CR, g	CA, g/g
NL5 - 106	1616,5 a	2729,1 a	1,688	2118,6 a	3793,3 a	1,791 a
NL6 - 100	1582,3 ab	2675,9 ab	1,691	2077,7 a	3764,1 ab	1,812 ab
NL7 - 94	1506,5 c	2601,0 b	1,727	2009,1 b	3714,4 ab	1,849 b
NL8 - LDF ¹	1555,6 a	2612,6 b	1,679	2018,9 b	3667,9 b	1,817 ab
Média	1565,2	2654,7	1,697	2056,1	3734,9	1,817
CV %	2,82	3,11	1,99	2,38	2,18	1,71

^{ab} Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna diferem entre si pelo teste de "Student Newman Keuls" ao nível de 5% de probabilidade; a ausência de letras indica efeito não significativo entre tratamentos.

¹ Lisina Digestível Fixa (Rostagno et al., 2005)

Para o período de 1 a 42 dias (Tabela 11), as fêmeas alimentadas com os níveis de lisina NL5 e NL6 apresentaram ganho de peso iguais entre si ($P < 0,05$), bem como as aves alimentadas como os níveis NL7 e NL8, porém, estes grupos apresentaram-se diferentes.

O aumento de 6% de lisina digestível (NL5) e o valor de lisina digestível fixa (NL8), proporcionaram às aves o maior e o menor consumo de ração, respectivamente. Porém, não diferindo das fêmeas alimentadas com os níveis NL6 e NL7. Essas diferenças refletiram sobre a conversão alimentar (CA), podendo ser observado que fêmeas que receberam a

dieta com NL5 e NL7 (Tabela 11) foram as que apresentaram a melhor e pior CA, respectivamente, seguindo a mesma tendência observada nos machos.

3.2 - Deposição de proteína, gordura e lisina corporal em diferentes períodos experimentais

A deposição de proteína e de gordura corporal é afetada por vários fatores, dentre eles os níveis nutricionais, a genética, o sexo e a temperatura ambiental. Para este estudo o fornecimento de dietas com variados níveis de lisina digestível não refletiram de forma significativa sobre a deposição diária de proteína corporal de frangos de corte machos, nos diferentes períodos de criação (Tabela 12). As aves alimentadas com dietas contendo 6% menos de lisina digestível (NL3) apresentaram a menor deposição de proteína corporal, comparada aos demais níveis.

Para a deposição diária de gordura corporal de machos (Tabela 12), observou-se que no período de 1 a 7 dias de idade a menor deposição ocorreu nas aves alimentadas com 6% menos de lisina digestível (NL3), diferindo ($P < 0,05$) do demais. Com exceção das aves alimentadas com o nível NL2. A deposição de gordura corporal das aves alimentadas com dietas que atendiam 100% da exigência de lisina digestível (NL2) não diferiu da deposição das aves que receberam o nível NL1 e este do nível NL4.

Para o período de 8 a 21 e de 22 a 35 dias de idade não houve diferença na deposição de gordura entre os níveis de lisina digestível aplicados. Na fase final de criação (36 a 42 dias), os machos alimentados com diferentes níveis de lisina digestível tiveram a deposição de gordura diária semelhante ($P < 0,05$), exceto para as aves que receberam 6% menos de lisina digestível (NL3), o qual apresentou a maior deposição.

Tabela 12 - Efeito dos níveis de lisina digestível sobre a deposição diária de proteína e de gordura (g/ave/dia) em frangos de corte machos, nos períodos experimentais estudados

Níveis Lisina Dig. (%)	Proteína				Gordura			
	1 a 7	8 a 21	22 a 35	36 a 42	1 a 7	8 a 21	22 a 35	36 a 42
	-----g/ave/dia-----							
NL1 - 106	1,5	4,6	14,7	15,4	0,6 ab	4,5	10,3	13,2 b
NL2 - 100	1,4	4,5	13,8	15,1	0,5 bc	4,8	11,5	18,3 b
NL3 - 94	1,4	4,3	13,3	14,0	0,4 c	4,9	9,8	24,1 a
NL4 - LDF ¹	1,4	4,5	13,8	16,5	0,7 a	4,6	10,4	14,7 b
Média	1,4	4,5	13,9	15,2	0,6	4,7	10,5	17,6
CV%	11,1	12,2	11,2	18,6	15,8	9,11	27,8	30,2

^{ab} Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna diferem entre si pelo teste de "Student Newman Keuls" ao nível de 5% de probabilidade; a ausência de letras indica efeito não significativo entre tratamentos.

¹ Lisina Digestível Fixa (Rostagno et al., 2005)

Para as fêmeas foi observado que a deposição diária de proteína corporal (Tabela 13) seguiu a mesma tendência dos machos, não apresentando diferenças entre os níveis de lisina digestível aplicado.

Tabela 13 - Efeito dos níveis de lisina digestível sobre a deposição diária de proteína e gordura (g/ave/dia) em frangos de corte fêmeas, nos períodos experimentais estudados

Níveis Lisina Dig. (%)	Proteína				Gordura			
	1 a 7	8 a 21	22 a 35	36 a 42	1 a 7	8 a 21	22 a 35	36 a 42
	-----g/ave/dia-----							
NL5 - 106	1,5	4,8	13,0	11,3	1,0	5,2 ab	9,1	16,9 b
NL6 - 100	1,6	4,2	12,9	11,9	0,7	6,1 a	9,5	23,3 a
NL7 - 94	1,5	4,6	11,4	11,0	0,9	6,0 a	10,0	22,1 ab
NL8 - LDF ¹	1,6	4,6	12,3	12,3	1,1	5,0 b	10,1	21,1 ab
Média	1,6	4,6	12,4	11,6	0,9	5,6	9,7	20,8
CV	9,9	6,7	10,7	34,1	29,9	9,6	26,2	21,2

^{ab} Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna diferem entre si pelo teste de "Student Newman Keuls" ao nível de 5% de probabilidade; a ausência de letras indica efeito não significativo entre tratamentos.

¹ Lisina Digestível Fixa (Rostagno et al., 2005)

A deposição diária de gordura corporal nas fêmeas (Tabela 13), não diferiu entre os níveis de lisina para o período de 1 a 7 e 22 a 35 dias de idade. Porém de 8 a 21 dias as aves alimentadas com os níveis de lisina NL5, NL6 e NL7, foram semelhantes entre se (P<0,05). Porém, as aves alimentadas com NL5 não apresentaram deposição de gordura diferente do das aves que receberam o nível de NL8.

Para a idade de 36 a 42 dias de idade, as fêmeas alimentadas com os níveis de lisina digestível NL6, NL7 e NL8 apresentaram a mesma deposição de gordura corporal, e estes dois últimos níveis não diferiram do nível NL5 quanto a deposição de gordura.

Tanto para os machos quanto para as fêmeas foi observado que a deposição de proteína e de gordura foi aumentando com o crescimento corporal das aves. Observação semelhante à obtida por Buyse et al. (1998), que quantificaram a retenção de proteína corporal de aves selecionadas para conversão alimentar de 4,4; 6,1; 7,9 e 11,1 g/ave/dia para a idade de 21, 28, 35 e 42 dias, respectivamente. Valores próximos aos encontrados neste trabalho para os diferentes períodos experimentais.

Apesar dos níveis de lisina digestível aplicados para ambos os sexos serem diferentes, a comparação das deposições de tecidos corporais (proteína e gordura) entre os sexos permitiu observar que machos apresentaram em média maior deposição de proteína e menor de gordura que fêmeas, tendo os machos no final do período experimental 8% a mais de proteína e 18 % a menos de gordura que as fêmeas. Essas diferenças podem ser correlacionadas com as relações alométricas positivas ou negativas existentes entre os tecidos e os nutrientes, ou seja, quanto maior a quantidade de água na carcaça maior a quantidade de proteína depositada e menor a de gordura (Leeson, 1995; Kessler et al., 2000). Silva et al. (2003), observaram que para cada aumento de 1% na umidade da carcaça há uma queda correspondente de 1% de lipídio. Este autor observou que machos apresentaram carcaça com 71,1% de umidade e fêmeas 69,6%, logo diferentes teores de proteína. Eits et al. (2002b), observaram em frangos de corte uma relação de 99% entre o peso da proteína e a água na carcaça mais órgãos, sendo a umidade média de 60,6% para as aves com peso médio de 800g (10 a 21 dias) e 58,2% para as aves com peso vivo de 1600g (21 a 42 dias), respectivamente.

Para ambos os sexos, o menor nível de lisina digestível fornecida comparada aos demais níveis, foi a que proporcionou em média a menor deposição de proteína e a maior de gordura corporal. Segundo Eits et al.(2002 a), frangos de corte machos de 10 a 21 e de 22 a 49 dias de idade, alimentados com níveis crescentes de lisina, com base na proteína ideal, apresentaram deposição de proteína crescente com o aumento do consumo de lisina, sendo a deposição protéica corporal de 7,85 e 14,3 g/dia para consumo médio de lisina digestível de 0,75 e 1,55 g/dia para as duas fases estudadas, respectivamente.

Com base nos dados de Fatufe et al. (2004), que forneceram variados níveis de lisina (0,88; 1,08 e 1,28%) para frangos de corte machos, de 8 a 21 dias de idade, foi possível determinar que a quantidade média de proteína e gordura corporal depositada foi de 4,8 e

3,5 g/ave/dia, respectivamente. Valores muito próximos dos observados neste trabalho para o mesmo período de criação.

A melhor conversão alimentar observada nos machos em comparação à conversão das fêmeas, no período de 1 a 42 dias de idade (Tabela 9 e 12, respectivamente), pode também ter contribuído para melhores características de composição corporal. Segundo Buyse et al. (1998), linhagens selecionadas para melhor conversão alimentar apresentam menor retenção de gordura e maior retenção de proteína que linhagens selecionadas para ganho de peso, caracterizando diferenças na expedição de energia entre a manutenção e a produção, o que resulta em alterada eficiência de retenção de energia retida como proteína ou gordura.

Quantificada a deposição de proteína em cada período experimental, em ambos os sexos, foi possível estimar a quantidade de lisina depositada diariamente (Tabela 14). Essa estimativa foi baseada na participação da lisina dentro da composição aminoacídica da proteína corporal, observada na literatura (Hurwitz et al., 1980; Fatufe et al., 2004; Sklan & Noy, 2004 e 2005; Sakomura, 2005).

Para os machos e para as fêmeas nos diferentes períodos de criação não foi observado diferença significativa na deposição de lisina corporal quando receberam dietas com variados níveis de lisina digestível (Tabela 14), exceto em dois períodos de criação das fêmeas: de 8 a 21 dias, que ao receberem dieta que atendia 100% da exigência (NL6), apresentaram deposição de lisina semelhante ($P < 0,05$) aos das aves que receberam os níveis NL7 e NL8, mas não diferindo estes dois últimos níveis do NL5. Para o período de 22 a 35 dias de idade, as fêmeas alimentadas com os níveis de lisina NL6, NL7 e NL8 tiveram as deposições de lisina digestível iguais ($P < 0,05$), mas não diferindo as aves alimentadas com os níveis NL6 e NL8 das aves que receberam o nível NL5.

Nos machos, de forma mais nítida, é possível observar que o aumento de 6% de lisina digestível proporcionou as maiores deposições diárias de lisina. Demonstrando a importância da lisina como aminoácido específico da deposição protéica.

Tabela 14 - Efeito dos níveis de lisina digestível sobre a deposição diária estimada de lisina (g/ave/dia) em frangos de corte machos e fêmeas, nos períodos experimentais estudados

Níveis Lisina Dig. (%)	Machos				Fêmeas			
	1 a 7	8 a 21	22 a 35	36 a 42	1 a 7	8 a 21	22 a 35	36 a 42
	-----g/ave/dia-----							
NL1 / 5 - 106	0,109	0,349	1,104	1,152	0,114	0,359 a	0,974 a	0,848
NL2 / 6 - 100	0,103	0,334	1,016	1,116	0,119	0,310 b	0,945 ab	0,874
NL3 / 7 - 94	0,101	0,314	0,978	1,024	0,111	0,333 ab	0,830 b	0,804
NL4 / 8 - LDF ³	0,103	0,332	1,011	1,201	0,114	0,337 ab	0,897 ab	0,896
Média	0,104	0,332	1,027	1,123	0,115	0,335	0,912	0,855
CV	11,1	12,2	11,1	18,5	9,9	6,7	10,6	34,1

^{ab} Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna diferem entre si pelo teste de "Student Newman Keuls" ao nível de 5% de probabilidade; a ausência de letras indica efeito não significativo entre tratamentos.

³ Lisina Digestível Fixa (Rostagno et al., 2005)

A crescente deposição diária de lisina corporal em cada período de criação, seguiu a deposição de proteína e o ganho de peso. Até os 21 dias de idade a deposição média de lisina nos machos foi muito semelhante ao das fêmeas (Tabela 14), porém, a partir desta idade as fêmeas apresentaram menor deposição e ainda queda de 6,3 % entre o período de 22 a 35 e 36 a 42 dias de idade. Essas diferenças em relação aos machos podem estar correlacionadas com a eficiência de utilização da lisina para deposição de proteína ou de lisina, pois a síntese e a degradação da proteína pode ter consequência sobre eficiência de utilização dos aminoácidos (Fatufe et al. 2004).

Tesseraud et al. (2001), observaram que duas linhagens com diferentes capacidades de rendimento de peito, apresentaram diferentes eficiências de utilização de lisina para deposição de proteína. Eles justificaram essa observação avaliando o “turnover” protéico no músculo peitoral, de forma que o fornecimento de dieta com baixa lisina (0,75%), proporcionava às aves com maior capacidade de crescimento peitoral e para as aves de crescimento padrão, uma taxa de síntese protéica de 23 e 17,7% e uma taxa de degradação de 13,8 e 8,8%, respectivamente. Quando as aves foram alimentadas com dietas com adequada lisina (1,01%) não havia qualquer diferença no “turnover”. Podendo dizer que o genótipo e os nutrientes (aminoácidos dietéticos) são potentes reguladores do crescimento e do metabolismo.

A literatura mostra valores variados para a eficiência de utilização da lisina. Segundo Han & Baker, (1991) esse valor é de 69%, para Edwards et al., (1999) é de 76%, Sklan & Noy, (2004), 66% e Fatufe et al., (2004) de 71%. Neste trabalho foi determinada a eficiência de 55, 58, 78 e 68% para machos e de 58; 57; 83 e 66% para as fêmeas,

respectivamente para os períodos de 1 a 7; 8 a 21; 22 a 35 e 36 a 42 dias de idade. Possivelmente em função da redução da eficiência de utilização na fase final de criação foi que ocorreu a menor deposição de lisina nas fêmeas.

Os valores de eficiência observados neste trabalho seguem a mesma tendência de redução com a idade observada por Sklan & Noy, (2004). Estes autores determinaram que a eficiência média de utilização da lisina foi de 75; 64; 52 e 51% para as fases de 0 a 7; 7 a 14; 14 a 21 e 28 a 42 dias de idade, porém, seguindo um efeito linear decrescente.

Segundo Eits et al. (2002a), a eficiência de utilização da lisina para deposição protéica foi significativamente reduzida com o aumento do peso corporal, ou seja, a eficiência total de deposição de proteína (g PB/g lisina consumida) foi maior na fase inicial (10 a 21 dias) que na fase final (22 a 35 dias).

Considerando que a demanda total de proteína bruta ou de aminoácidos digestíveis é igual ao somatório da exigência para manutenção, para crescimento de carcaça e para empenamento, foi calculado a quantidade de proteína bruta e de lisina digestível por quilo de ganho de peso para ambos os sexos em cada período experimental. Na tabela 15 pode-se observar que não houve diferença significativa na deposição corporal de proteína bruta e lisina digestível por quilo de ganho de peso dos machos alimentados com variados níveis de lisina digestível, sendo estas deposições por quilo de ganho aumentadas a cada período de criação.

Tabela 15 - Efeito dos níveis de lisina digestível sobre a deposição de proteína bruta e lisina digestível (g/kg de ganho) em frangos de corte machos, nos períodos experimentais estudados

Níveis Lisina Dig. (%)	Proteína Bruta ¹				Lisina Digestível ²			
	1 a 7	8 a 21	22 a 35	36 a 42	1 a 7	8 a 21	22 a 35	36 a 42
	-----g/kg ganho-----							
NL1 - 106	192,1	207,3	285,9	292,0	16,0	16,4	16,8	19,6
NL2 - 100	190,2	203,5	275,6	294,8	15,6	15,8	15,9	19,5
NL3 - 94	185,0	197,0	277,5	267,6	15,0	15,2	15,9	17,6
NL4 - LDF ³	194,1	199,4	268,5	312,2	15,7	15,3	15,3	20,4
Média	190,3	201,8	276,9	291,7	15,6	15,7	16,0	19,3
CV	7,6	11,8	10,8	16,9	7,6	11,7	10,7	16,9

^{ab} Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna diferem entre si pelo teste de "Student Newman Keuls" ao nível de 5% de probabilidade

¹ Considerando a eficiência de utilização de 61%

² Considerando a eficiência de utilização de 55, 58, 78 e 68%

³ Lisina Digestível Fixa (Rostagno et al., 2005)

Os valores médios observados nos machos, 15,6; 15,7; 16,0 e 19,3g de lisina digestível/kg de ganho de peso, respectivamente para cada período experimental de 1 a 7, 8 a 21, 22 a 35 e 36 a 42 dias (Tabela 15), estão de acordo com os dados observados por Rostagno et al. (2005), os quais estimaram para machos e fêmeas, através de equação matemática, a quantidade de lisina digestível verdadeira por quilo de ganho de peso, respectivamente para a idade de 1 a 11, 1 a 21, 22 a 40 e 41 a 56 dias de idade a quantidade de lisina digestível de 14,57; 15,05; 16,97 e 19,05 g/kg de ganho de peso.

Baseado nos dados de Fatufe et al. (2004), a quantidade de proteína bruta e lisina para machos de 8 a 21 dias de idade, foram respectivamente de 163 e 15,2 g/kg de ganho de peso. O valor de proteína mostrou-se 23,8% (201,8g) menor e o de lisina muito próximo dos 15,7g observado no mesmo período experimental. De maneira similar, Summers et al. (1992), trabalhando com frangos de corte machos, alimentados com dietas formuladas com 20% a mais ou a menos de lisina e metionina, quantificaram que a proteína depositada na carcaça por quilo de ganho de peso para o período de 1 a 21 dias de idade foi em média de 146 g/kg e para o período de 21 a 42 dias de idade foi de 248 g/kg. Estes valores são menores que os observados para o período experimental de 8 a 21 e 36 a 42 dias de idade (201,8 e 291,7g, respectivamente), os quais levaram em consideração a proteína da pena.

Para as fêmeas, o efeito dos variados níveis de lisina digestível sobre a quantidade de proteína bruta e lisina digestível por quilo de ganho de peso (Tabela 16), não apresentaram efeito significativo nos diferentes períodos de experimentos estudados. Porém, para o período de 8 a 21 dias de idade, as fêmeas alimentadas com dietas formuladas para atender 100% da exigência (NL6), apresentaram ($P < 0,05$) a menor deposição de proteína bruta e lisina digestível que as fêmeas alimentadas com os níveis NL5, NL7 e NL8, sendo este níveis não diferentes entre si quanto as deposições das referidas variáveis.

Esta menor deposição de proteína por quilo de ganho de peso observada com o nível NL6, seguiu a menor deposição diária de proteína demonstrada na tabela 13, o que conseqüentemente levou a redução da deposição de lisina digestível.

Semelhante aos machos, tanto a proteína bruta quanto a lisina digestível por quilo de ganho observada nas fêmeas seguiram a mesma tendência crescente de deposição com o aumento da idade. Dos trabalhos que avaliaram deposição de proteína e/ou lisina, com os quais pode-se estimar a quantidade destes nutrientes por quilo, nenhum utilizou frangos de corte fêmeas (Summers et al., 1992; Edwards et al., 1999; Fatufe et al., 2004), mas as determinações realizadas nas fêmeas quanto a quantidade de lisina digestível por quilo de ganho de peso (Tabela 16) encontra-se muito próximos dos valores recomendados por

Rostagno et al. (2005), que foram de 14,57; 15,05; 16,97 e 19,05 g lisina digestível/kg de ganho de peso para os períodos de 1 a 11; 1 a 21; 22 a 40 e 41 a 56 dias de idade.

Tabela 16 - Efeito dos níveis de lisina digestível sobre a deposição de proteína bruta e de lisina digestível (g/kg de ganho) em frangos de corte fêmeas, nos períodos experimentais estudados

Níveis Lisina Dig. (%)	Proteína Bruta ¹				Lisina Digestível ²			
	1 a 7	8 a 21	22 a 35	36 a 42	1 a 7	8 a 21	22 a 35	36 a 42
	-----g/kg ganho-----							
NL5 - 106	171,4	204,6 a	305,6	258,8	13,5	16,4 a	16,8	17,9
NL6 - 100	184,7	186,6 b	307,5	274,3	14,3	14,7 b	16,6	18,6
NL7 - 94	175,4	205,3 a	292,5	254,5	13,4	16,0 a	15,7	17,1
NL8 - LDF ³	173,6	212,1 a	296,6	304,3	13,3	16,6 a	15,9	20,5
Média	176,2	202,1	300,5	273,0	13,6	15,9	16,3	18,6
CV	7,8	6,2	11,3	33,4	7,8	6,1	11,3	33,4

^{ab} Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna diferem entre si pelo teste de "Student Newman Keuls" ao nível de 5% de probabilidade

¹ Considerando a eficiência de utilização de 61%

² Considerando a eficiência de utilização de 58, 57, 83 e 66%

³ Lisina Digestível Fixa (Rostagno et al., 2005)

3.3 - Curvas de crescimento e de deposição de tecido corporal estimadas pelos parâmetros da equação de gompertz

A partir dos dados médios de todos os tratamentos, gerou-se os valores dos parâmetros da equação de Gompertz (A, B, C). Na tabela 17 é apresentado os parâmetros da equação para peso, proteína e gordura corporal de machos e fêmeas. Observou-se para todas as variáveis, coeficientes de determinação superiores (R^2) a 90%, indicando a confiabilidade dos dados. Hrubby et al. (1996), concluíram que a partir dos coeficientes de determinação de 0,949 a 0,989 para machos e de 0,967 a 0,982 para as fêmeas, que a função de Gompertz descrevia com maior precisão a quantidade de proteína nas diversas idades de frangos de corte machos e fêmeas.

Para Freitas (2005), o modelo Gompertz e o modelo Logístico também foram adequados para estimar o crescimento corporal de frangos de corte macho, pois os coeficientes de determinação foram superiores a 92%.

A partir do parâmetro C da equação (Tabela 17), observou-se nas fêmeas que a idade de máximo peso corporal (31 dias) e a idade de máxima deposição de proteína corporal (30 dias) foram atingidas antes que a idade de machos (33 e 35 dias respectivamente), mas a idade de máxima deposição de gordura corporal foi alcançada posteriormente. Isto

implica em dizer que machos ao atingirem a idade adulta teriam maior quantidade de proteína e menor de gordura depositada que fêmeas.

Tabela 17 - Parâmetros das equações de Gompertz ajustadas para peso corporal (g/ave), proteína (g/ave) e gordura corporal (g/ave) em frangos de corte machos e fêmeas, submetidos a diferentes níveis de lisina digestível no período de 1 a 42 dias de idade

Valores dos Parâmetros ²	Peso Corporal		Proteína Corporal		Gordura Corporal	
	Machos	Fêmeas	Machos	Fêmeas	Machos	Fêmeas
A	4356,35	3550,73	747,984	500,925	1368,88	1650,54
B	0,05355	0,0526	0,05396	0,0639	0,0382	0,0321
C	32,879	30,586	35,522	29,610	50,397	56,182
R ²	0,998	0,999	0,997	0,992	0,982	0,960

¹A = peso corporal ou tecido na ave adulta (g); B = taxa de máximo crescimento ou deposição de tecido (g/dia por g); C = idade do máximo crescimento ou ganho de tecido (dias).

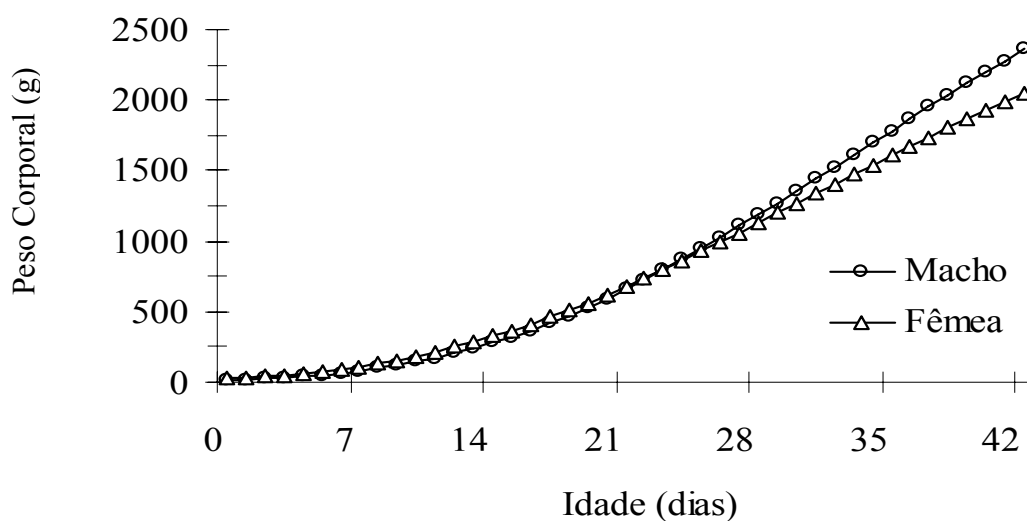
Gous et al. (1999), descreveram o desenvolvimento corporal de duas linhagens de frangos de corte através da curva de Gompertz. Os valores dos parâmetros da equação determinados para peso corporal foram: peso à maturidade (A) = 5888 e 6087g para machos e 4805 e 5217g para fêmeas; a taxa máximo de crescimento (B) = 0,0375 e 0,0382 para machos e 0,035 e 0,0367 nas fêmeas e a idade do ponto de inflexão (C) = 42,7 e 43,5 para os machos e 43,4 e 44,9 dias para as fêmeas. Para a composição química das carcaças, os valores dos parâmetros para proteína corporal foram: A = 1003 e 1010g para machos e 697 e 717g para fêmeas; B = 0,0354 e 0,0356 para machos e 0,0366 e 0,0372 para fêmeas; e C = 46,5 e 47,5 dias para machos e 43,3 e 43,6 dias para as fêmeas e para gordura foram: A = 923 e 1069 g para machos e 1221 e 1669 g para fêmeas; B = 0,0371 para machos e 0,0292 e 0,0320 para fêmeas; e C = 49,5 e 50,9 dias para machos e 60,5 e 65,7 dias para as fêmeas.

Buteri (2003), ajustou os parâmetros das equações de Gompertz para descrever o peso corporal, a deposição de proteína e a deposição de gordura de frangos de corte machos e fêmeas ROSS, submetidos a três níveis de lisina digestível, sendo para machos e fêmeas respectivamente, o peso corporal de: A = 5289,4; 5421,6; 5734,4 e 4453,0; 4467,4; 4678,2; B = 0,0459; 0,0454; 0,0429 e 0,0445; 0,0441; 0,0431 e C = 35,8; 36,1; 37,8 e 35,4; 35,4; 36,2. Para a deposição de proteína foram: A = 1299,0; 1196,8; 1304,8 e 999,7; 1062,1; 1073,8; B = 0,0462; 0,0518; 0,0471 e 0,0477; 0,0457; 0,0441 e C = 37,5; 35,1; 37,4 e 35,1; 36,3 e 36,8. Para a deposição de gordura os parâmetros foram: A = 1543,8; 1438,9; 1100,1 e 2153,2; 1924,4; 1986,0; B = 0,0271; 0,0291; 0,0332 e 0,0248; 0,0271; 0,0265 e C = 63,7; 59,6; 52,8 e 70,0; 65,5; 66,8.

Comparando os valores dos parâmetros B e C obtidos por Buteri (2003) com os observados neste trabalho, percebe-se certa aproximação. Ao passo que se comparados com os de Gous et al. (1999), principalmente para proteína e peso corporal, há certo distanciamento. As diferenças observadas no parâmetro B da equação indicam diferentes capacidades na taxa de máximo crescimento ou de deposição de tecido, uma vez que foi observado que os maiores valores de B fazem com que o crescimento seja menos distribuído ao longo do tempo (Fialho,1999), ou seja, quanto maior B menor C . Essas observações seguem o padrão de novas marcas comerciais de frangos de corte, que apresentam maior taxa de crescimento em curto espaço de tempo.

A partir da derivada dos valores dos parâmetros da equação de Gompertz, determinou-se o ganho diário de peso ou a deposição diária de tecido, em g/dia. Sendo apresentados os valores aos 7; 21; 35 e 42 dias de idade. No gráfico 1 é apresentado o peso corporal, onde foi observado que aos 7 dias de idade os machos apresentaram menor peso corporal (80g) que as fêmeas (112g), mas sendo superior a partir dos 24 dias de idade (872 x 863g, respectivamente). Com base nos dados de desempenho observado, os pesos corporais de machos nas mesmas idades foram respectivamente de 121; 633; 1787 e 2382g e para as fêmeas de 139; 657; 1603 e 2094g, demonstrando que os parâmetros da equação de Gompertz tem boa acurácia na determinação do peso corporal.

Gráfico 1 - Peso corporal (g/ave) de frangos de corte machos e fêmeas estimados a partir dos valores dos parâmetros da equação de Gompertz no período de 1 a 42 dias.

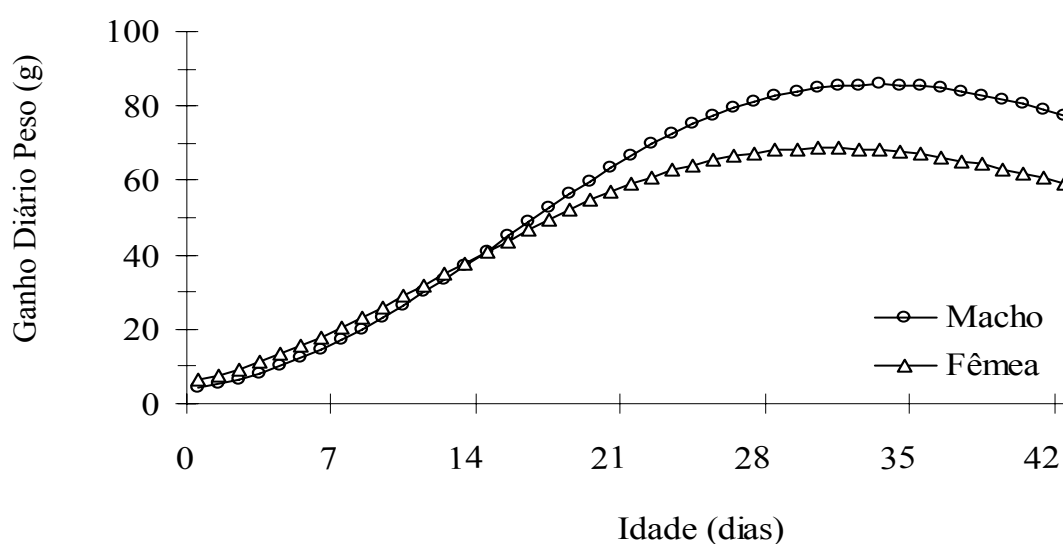


Idade	Machos				Fêmeas			
	7 dias	21 dias	35 dias	42 dias	7 dias	21 dias	35 dias	42 dias
Peso Corporal (g)	80	659	1784	2359	112	678	1607	2052

A diferença no peso inicial entre machos e fêmeas obtida a partir dos parâmetros da equação, pode ter sido influenciado pelo inicial dos animais durante a montagem experimental (36 x 38g para machos e fêmeas, respectivamente).

Para o ganho diário de peso (Gráfico 2), obtido a partir da derivada da equação de gompertz, os machos tiveram seu máximo ganho aos 33 dias e as fêmeas aos 31 dias de idade, reduzindo após estas idades. Realizando a comparação entre as idades de máximo ganho de peso e a idade aos 42 dias, observou-se que fêmeas tem redução de 13,8% (59,2/68,7g) e machos de 9,7% (77,5/85,8g) na taxa de ganho de peso diário.

Gráfico 2 - Ganho diário de peso (g/ave) de frangos de corte machos e fêmeas, estimados a partir da derivada dos valores dos parâmetros da equação de Gompertz no período de 1 a 42 dias.

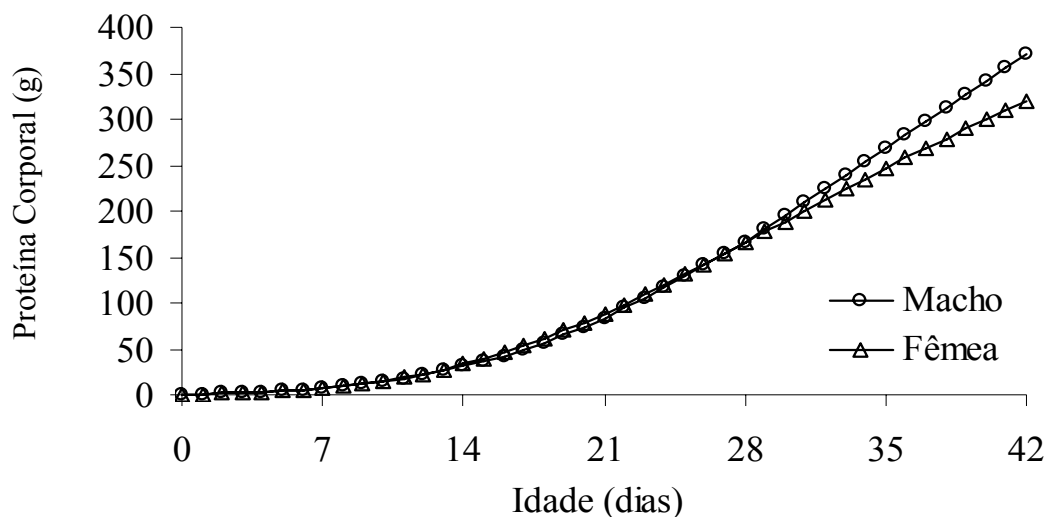


	Machos				Fêmeas			
Idade	7 dias	21 dias	35 dias	42 dias	7 dias	21 dias	35 dias	42 dias
Ganho Diário Peso (g)	17,1	66,6	85,3	77,5	20,3	59,1	67,0	59,2

A proteína corporal obtida a partir dos parâmetros *A*, *B* e *C* da equação (Gráfico 3), mostrou que a quantidade de proteína é crescente com o avançar da idade dos animais, acompanhando o crescimento corporal determinado. Como observado na redução do ganho de peso, a deposição diária de proteína corporal (Gráfico 4) também foi reduzida, ocorrendo nos machos aos 36 dias (14,8 g) e nas fêmeas aos 31 dias de idade (11,8 g), iniciando a inflexão da curva após estas idades. A partir do ponto de inflexão até aos 42 dias de idade, machos apresentam redução na deposição de 4,7% e fêmeas de 22,0%.

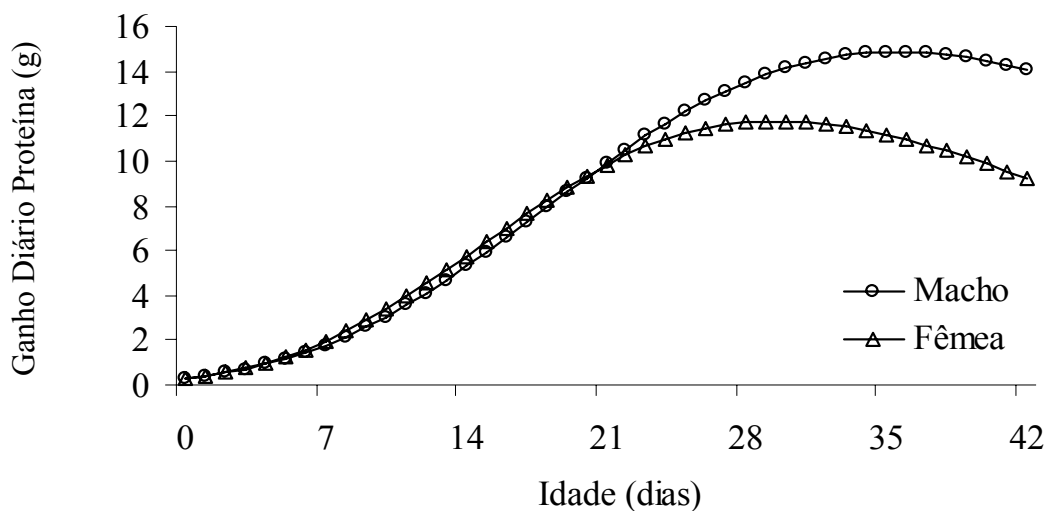
Fazendo o comparativo entre a deposição de proteína diária observada e a determinada, nota-se boa aproximação, sendo quantidade depositada de proteína por dia no período de 8 a 21 e 22 a 35 dias de 4,5 e 13,9g para machos e 4,6 e 12,4g para as fêmeas, respectivamente. Estando estas dentro dos dados observados no gráfico 4.

Gráfico 3 - Proteína Corporal (g/ave) de frangos de corte machos e fêmeas, estimados a partir dos valores dos parâmetros da equação de Gompertz no período de 1 a 42 dias.



Idade	Machos				Fêmeas			
	7 dias	21 dias	35 dias	42 dias	7 dias	21 dias	35 dias	42 dias
Proteína Corporal (g)	7,1	83,8	267,4	369,6	7,2	88,5	146,6	318,4

Gráfico 4 - Ganho diário de proteína (g/ave) de frangos de corte machos e fêmeas, estimados a partir da derivada dos valores dos parâmetros da equação de Gompertz no período de 1 a 42 dias.

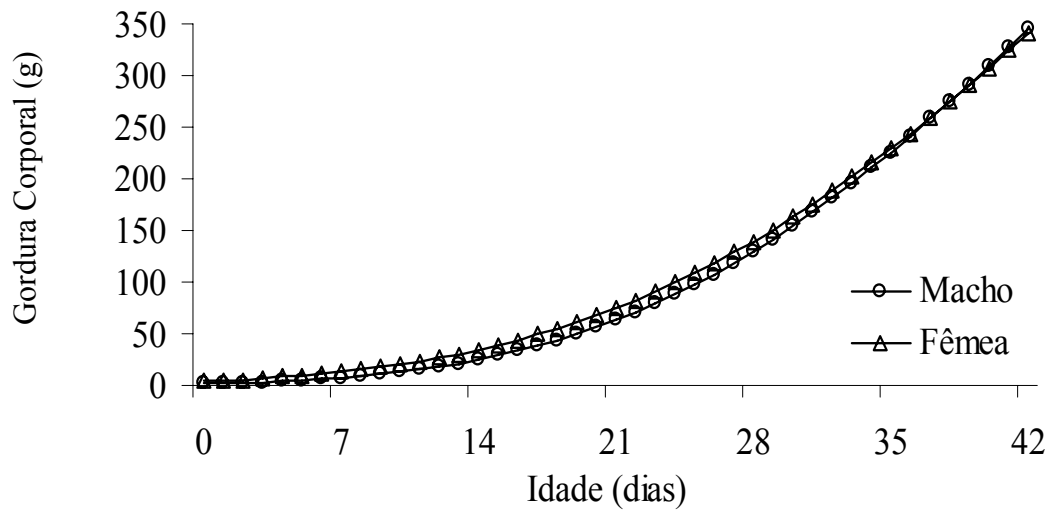


Idade	Machos				fêmeas			
	7 dias	21 dias	35 dias	42 dias	7 dias	21 dias	35 dias	42 dias
Ganho Diário Proteína (g)	1,8	9,9	14,8	14,1	2,0	9,8	11,2	9,2

A quantidade de gordura corporal depositada (g/ave/dia), determinada a partir dos valores da equação de Gompertz (Gráfico 5), estão muito próximos dos valores observados aos 7; 21; 35 e 42 dias de idade para machos e fêmeas, que foram respectivamente de 3,9; 69,7; 216,7; 339,7 e 6,5; 84,5; 220,0; 365,9. Aos 7 dias de idade, os parâmetros A , B e C da equação superestima em 50% a quantidade de gordura depositada em ambos os sexos.

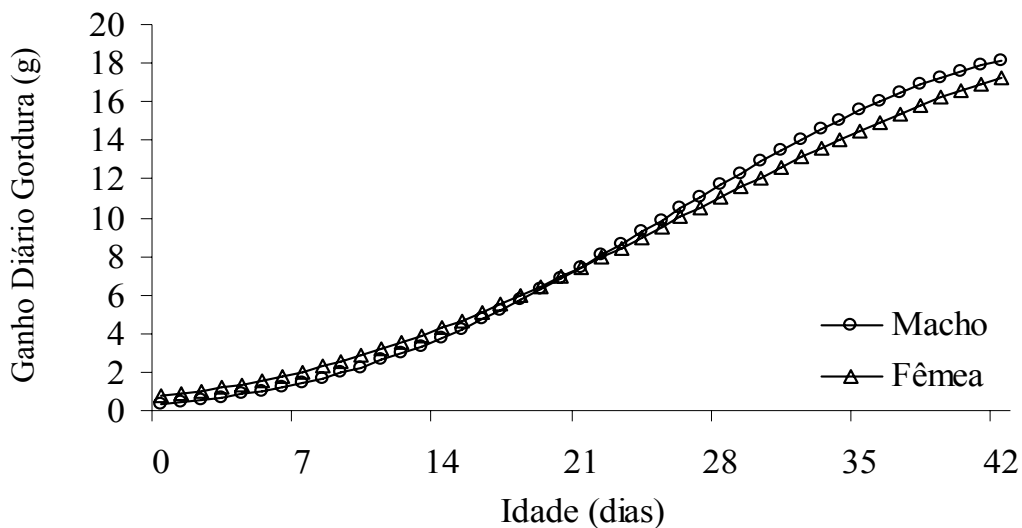
Quanto ao ganho diário de gordura (Gráfico 6), as curvas de deposição se mostraram semelhantes até os 24 dias de idade, a partir desta idade até a fase final de criação, os machos apresentam-se levemente superiores na quantidade de gordura depositada diariamente em relação às fêmeas. Com base nos valores dos parâmetros da equação para gordura corporal (Tabela 17), pode-se dizer que essa diferença é normal uma vez que a idade de máxima deposição só aconteceria por volta dos 50 e 56 dias de idade para machos e fêmeas, respectivamente. Logo, essa superioridade da deposição de gordura observada nos machos seria superada pela maior deposição nas fêmeas a partir deste idade. Principalmente se baseado nas informações de Fialho (1999), que informa que a taxa de crescimento (B) no ponto de inflexão (C) é dado por $A \times B/e$. O qual obteria-se que a quantidade de gordura depositada nos machos aos 50 dias de idade seria de 19,2 g/dia e nas fêmeas aos 56 dias seria de 19,5 g./dia

Gráfico 5 - Gordura corporal (g/ave) de frangos de corte machos e fêmeas, estimados a partir dos valores dos parâmetros da equação de Gompertz no período de 1 a 42 dias.



Idade	Machos				Fêmeas			
	7 dias	21 dias	35 dias	42 dias	7 dias	21 dias	35 dias	42 dias
Gordura Corporal (g)	7,2	63,1	225,9	344,9	13,0	75,0	229,5	341,3

Gráfico 6 - Ganho diário de gordura corporal (g/ave) de frangos de corte machos e fêmeas, estimados a partir da derivada dos valores dos parâmetros da equação de Gompertz no período de 1 a 42 dias.



Idade	Machos				Fêmeas			
	7 dias	21 dias	35 dias	42 dias	7 dias	21 dias	35 dias	42 dias
Ganho Diário Gordura (g)	1,4	7,4	15,6	18,2	2,0	7,4	14,5	17,6

Os valores observados neste trabalho, estão próximos dos determinados por Gous et al. (1999), que observaram deposição de 14,6 g/dia de gordura nos machos com 50 dias de idade e 17,9g/dia em fêmeas com 66 dias de idade. Sakomura et al. (2000), observaram que machos apresentaram a máxima deposição de gordura por volta dos 42 dias, com cerca de 13,8 g/dia e as fêmeas perto dos 56 dias com 13,6 g/dia.

Segundo as informações de Kessler et al. (2000), a taxa média de deposição de gordura corporal, em diferentes idades, é similar entre machos e fêmeas, mas quanto maior for a taxa de retenção protéica e mais prolongado o platô dessa deposição mais eficiente será a ave para produção de tecido magro, dando aos machos vantagens em relação às fêmeas. Confirmando tal observação quando se avalia as curva de deposição de proteína e gordura para machos e fêmeas..

Os valores dos parâmetros da equação de Gompertz para lisina corporal, gerados a partir da participação da lisina dentro da proteína corporal depositada (Tabela 18), mostraram que as idades de máxima deposição (*C*) para machos e fêmeas ocorram aos 33 e 30 dias respectivamente, acompanhado a idade de máxima deposição de proteína (Tabela 17). Porém, a taxa de máximo crescimento (*B*) entre os sexos foram semelhantes e maiores que o parâmetro *B* da deposição da proteína corporal. Essas diferenças nas taxa de deposição de lisina e de proteína, seguem o comportamento oxidativo intrínseco de cada aminoácido que compõe a proteína, uma vez que foi observado, por exemplo, o que a taxa de oxidação da lisina é muito menor que a da metionina e isoleucina (Baker, 1991).

Tabela 18 - Parâmetros das equações de Gompertz ajustadas para lisina digestível corporal (g/ave) e consumo de ração (g/ave) em frangos de corte machos e fêmeas, submetidos a diferentes níveis de lisina digestível no período de 1 a 42 dias de idade

Valores dos Parâmetros ¹	Lisina Corporal		Consumo de Ração	
	Machos	Fêmeas	Machos	Fêmeas
A	47,694	36,979	15.289,46	10.297,00
B	0,0602	0,0622	0,03632	0,04072
C	32,880	29,855	49,193	42,379
R ²	0,998	0,994	0,999	0,999

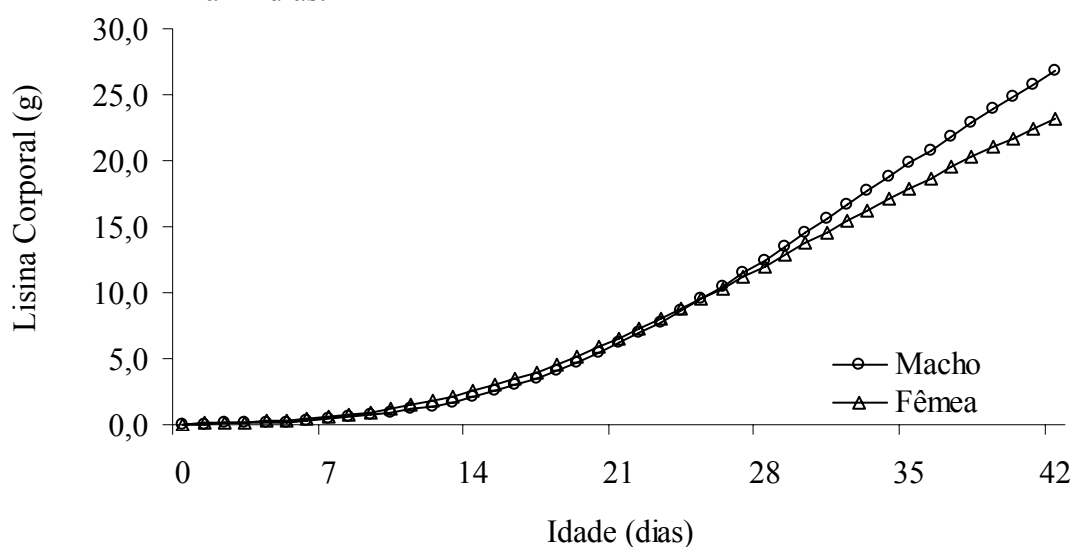
¹A = peso corporal ou tecido na ave adulta (g); B = taxa de máximo crescimento ou deposição de tecido (g/dia por g); C = idade do máximo crescimento ou ganho de tecido (dias).

Com exceção da primeira semana de idade, as deposições de lisina corporal obtidas pelas equações de Gormpertz (Gráfico 7), estimaram valores muito próximos dos observados, sendo de 0,729; 5,378; 19,757 e 27,621g para machos e 0,802; 5,493; 18,255 e 24,242 para as fêmeas, respectivamente para as idades de 1 a 7; 8 a 21; 22 a 35 e 36 a 42

dias de idade. Não foi encontrado na literatura, até o presente momento, nenhum trabalho que estima a quantidade de lisina corporal usando a equação de Gompertz.

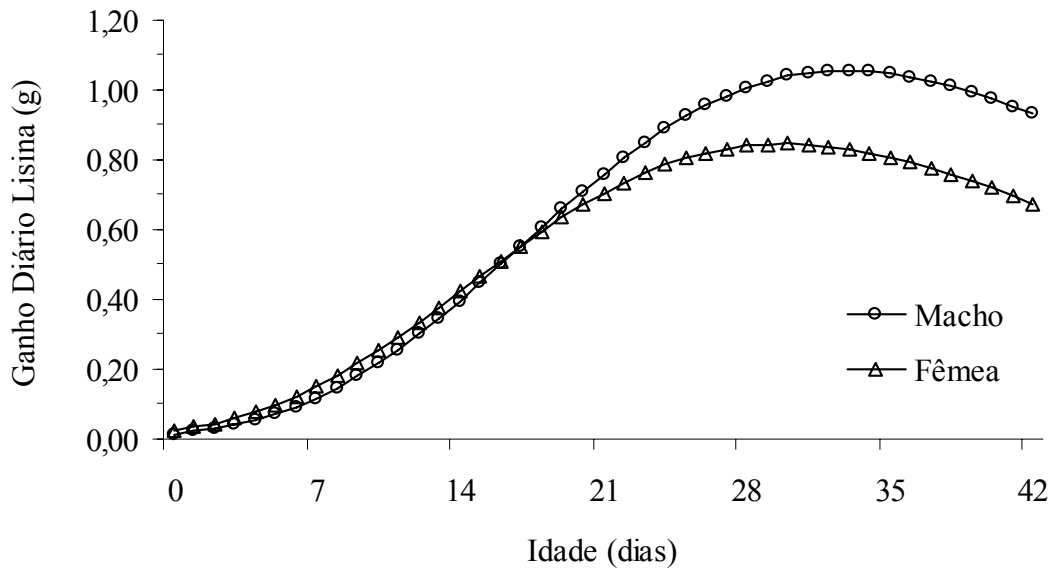
Para os machos (33 dias) e para as fêmeas (30 dias) após suas idades para máximo ganho diário de lisina corporal (Gráfico 8) até aos 42 dias de idade, ocorreu a redução de 11,8% e 20,2% na deposição diária de lisina.

Gráfico 7 - Lisina corporal (g/ave) de frangos de corte machos e fêmeas, estimados a partir dos valores dos parâmetros da equação de Gompertz no período de 1 a 42 dias.



Idade	Machos				fêmeas			
	7 dias	21 dias	35 dias	42 dias	7 dias	21 dias	35 dias	42 dias
Lisina Corporal (g)	0,413	6,173	19,780	26,772	0,585	6,523	17,892	23,121

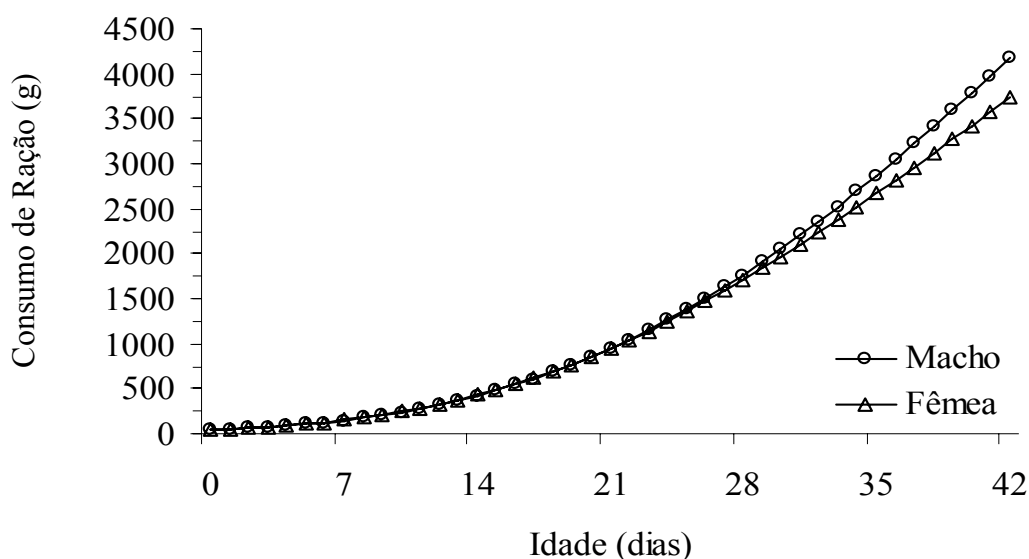
Gráfico 8 - Ganho diário de lisina digestível corporal (g/ave) de frangos de corte machos e fêmeas, estimados a partir da derivada dos valores dos parâmetros da equação de Gompertz no período de 1 a 42 dias.



Idade	Machos				fêmeas			
	7 dias	21 dias	35 dias	42 dias	7 dias	21 dias	35 dias	42 dias
Ganho Diário Lisina (g)	0,118	0,760	1,048	0,931	0,151	0,704	0,808	0,676

As curvas de consumo de ração (Gráfico 9), estimadas a partir dos valores das variáveis de Gompertz, descreveram se crescentes em ambos os sexos. Porém, machos a partir dos 29 dias de idade apresentaram o consumo de ração superior ao das fêmeas.

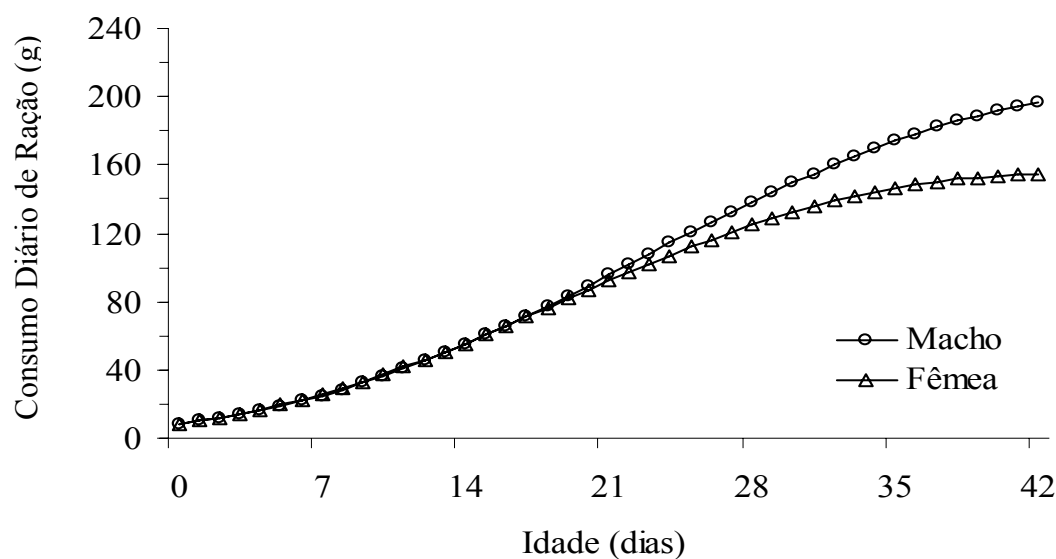
Gráfico 9 - Consumo de Ração acumulada (g/ave/dia) de frangos de corte machos e fêmeas, estimados a partir dos valores da equação de Gompertz no período de 1 a 42 dias.



Idade	Machos				fêmeas			
	7 dias	21 dias	35 dias	42 dias	7 dias	21 dias	35 dias	42 dias
Consumo de Ração (g)	149,2	944,5	2865,4	4172,9	150,8	945,1	2668,0	3279,5

Derivando os valores dos parâmetros da equação de Gompertz (Gráfico 10), observou-se que o consumo diário de ração cresce progressivamente até aos 42 dias de idade. Rostagno et al. (2005), observaram que o consumo foi crescente até os 56 dias de idade, sendo quantificado aos 7; 21; 35 e 42 dias de idade um consumo de ração de 32; 98; 164 e 189 g para os machos e 26; 92; 147 e 154 g pra fêmeas, respectivamente. Os valores observados por estes autores estão próximos dos observados no presente trabalho (Gráfico 10).

Gráfico 10 - Consumo Diário de Ração (g/ave/dia) de frangos de corte machos e fêmeas, estimados a partir da derivada dos valores da equação de Gompertz no período de 1 a 42 dias.



Idade	Machos				fêmeas			
	7 dias	21 dias	35 dias	42 dias	7 dias	21 dias	35 dias	42 dias
Consumo Diário Ração (g)	25,1	95,5	174,3	196,8	25,9	91,9	146,7	154,2

O maior consumo diário de ração pelos machos não implicou em piora na qualidade de carcaça aos 42 dias idade, medida pela participação da proteína e gordura no ganho de peso diário, ou seja, 19,1 e 23,5% do ganho de peso dos machos foi composto de proteína e gordura, respectivamente. Nas fêmeas essa participação foi de 15,5 e 29,7%. Segundo Kessler et al. (2000), o crescimento de proteína e gordura é equilibrado enquanto a capacidade de consumo de ração é suficiente para atender a taxa de máximo crescimento protéico (tecido magro), mas a partir do distanciamento entre capacidade de consumo e a taxa de deposição de proteína, ocorre maior deposição de gordura, geralmente observada nas fêmeas. Logo, como as demandas do crescimento estão reduzidas e o consumo alimentar está aumentando, provavelmente seria este um bom período para mudar a densidade da dieta (Yu, 1990).

A construção de um modelo que descreva as várias necessidades do animal deve levar em conta a manutenção, que é geralmente designada como uma função do peso metabólico corporal; o crescimento corporal de proteína e gordura, mas também de água e minerais e crescimento das penas. Como parte desta construção, correlacionou-se os ganhos diários de proteína ou lisina corporal com os pesos médios (PM, kg) determinados pelas curvas de crescimento para machos e fêmeas, os quais geraram equações que

estimam a quantidade de proteína bruta e lisina digestível por quilo de ganho de peso no período de 7 a 42 dias de idade.

Para proteína bruta as equações geradas foram:

$$\text{Macho: } Y (\text{g Prot. Bruta/kg Ganho}) = 166,03 + 130,053 \text{ PM} - 33,5874 \text{ PM}^2 \quad R^2 = 0,96$$

$$\text{Fêmea: } Y (\text{g Prot. Bruta /kg Ganho}) = 145,984 + 235,71 \text{ PM} - 93,7563 \text{ PM}^2 \quad R^2 = 0,91$$

Nestas equações e no peso médio (kg) das aves (Tabela 19 e 20), estimou-se a quantidade de proteína bruta por quilo de ganho de peso (g Prot. Bruta/kg Ganho) aos 7, 21, 35 e 42 dias de idade, sendo para machos de 176,2; 237,1; 291,2 e 285,9 g e para fêmeas de 171,2; 262,7; 282,7 e 235,0g, respectivamente. A partir dos dados de Gous et al (1999), a quantidade de proteína bruta por quilo de ganho foram para os machos de 136,2; 138,6; 147,3; 152,6 g e para fêmeas de 144,1; 145,7; 143,8; 142,2g, respectivamente no mesmo período. As diferenças entre as quantidades de proteína por quilo de ganho observada neste trabalho e o de Gous et al. (1999) estão relacionadas principalmente às curvas de deposição e crescimento. Summers et al. (1992), observaram que frangos de corte machos requeriam de 1 a 21 e 22 a 42 dias de idade cerca de 146 e 248 g de Proteína bruta/kg Ganho, respectivamente.

Para lisina digestível as equações geradas foram:

$$\text{Macho: } Y (\text{g Lisina Dig/kg Ganho}) = 13,815 + 0,5638 \text{ PM} + 1,1431 \text{ PM}^2 \quad R^2 = 0,99$$

$$\text{Fêmea: } Y (\text{g Lisina Dig/kg Ganho}) = 13,107 + 1,9773 \text{ PM} + 0,6571 \text{ PM}^2 \quad R^2 = 0,99$$

Ambas as equações estimaram que a demanda de lisina digestível por quilo de ganho de peso de machos e fêmeas foi crescente entre o intervalo de 7 a 42 dias de idade (Tabela 19 e 20). Em função das curvas de deposição diária de lisina, as quais descrevem uma função não linear (Gráfico 10), esperava-se que a quantidade de lisina digestível por quilo de ganho seguisse a mesma característica, porém, isso não foi observado. Certamente influenciado pela eficiência de utilização da lisina digestível para deposição de lisina, a qual nos machos (Tabela 19) e nas fêmeas (Tabela 20), apresentou a máxima de 78,5% e 81,0%, ocorrida aos 22 e 21 dias de idade, respectivamente. Após estas idades a eficiência de utilização decresceu, fazendo com que se mantivesse crescente a demanda de lisina digestível por quilo de ganho.

Tabela 19 – Peso médio, ganho de peso (GP), consumo de ração (CR), ganho de lisina, consumo de lisina, lisina digestível para manutenção, eficiência de utilização e lisina digestível/kg ganho para frangos de corte machos, no período de 7 a 42 dias de idades, utilizando valores ajustados das equações de Gompertz

Idade Dia	Peso Médio kg	Ganho Peso g/dia (a)	Consumo Ração g/dia	Ganho Lisina g/dia (b)	Consumo Lisina Dig. g/dia (c)	Lisina Manutenção g/dia (d)	Efic. Util. Lisina Dig. % (e)	g Lis Dig/kg Ganho ²
7	0,080	17,1	25,1	0,118	0,253	0,015	49,6	13,87
8	0,098	20,0	28,5	0,147	0,297	0,018	52,5	13,88
9	0,120	23,1	32,3	0,179	0,343	0,020	55,5	13,90
10	0,145	26,4	36,3	0,216	0,393	0,023	58,4	13,92
11	0,173	29,9	40,6	0,256	0,446	0,027	61,2	13,95
12	0,204	33,5	45,1	0,300	0,501	0,030	63,8	13,98
13	0,240	37,2	50,0	0,347	0,558	0,034	66,3	14,02
14	0,279	41,1	55,0	0,397	0,616	0,038	68,7	14,06
15	0,322	44,9	60,3	0,448	0,675	0,043	70,9	14,12
16	0,369	48,8	65,8	0,501	0,734	0,047	72,9	14,18
17	0,419	52,6	71,5	0,554	0,795	0,052	74,6	14,25
18	0,474	56,3	77,3	0,607	0,857	0,057	75,9	14,34
19	0,532	59,9	83,3	0,660	0,919	0,062	77,0	14,44
20	0,594	63,4	89,4	0,711	0,982	0,068	77,8	14,55
21	0,659	66,6	95,5	0,760	1,044	0,073	78,3	14,68
22	0,727	69,7	101,7	0,806	1,106	0,079	78,5	14,83
23	0,798	72,5	108,0	0,850	1,167	0,084	78,4	14,99
24	0,872	75,1	114,2	0,889	1,227	0,090	78,2	15,18
25	0,948	77,4	120,4	0,925	1,286	0,096	77,8	15,38
26	1,027	79,5	126,5	0,957	1,343	0,102	77,1	15,60
27	1,107	81,2	132,5	0,984	1,397	0,108	76,3	15,84
28	1,189	82,7	138,4	1,007	1,450	0,114	75,4	16,10
29	1,272	83,9	144,1	1,026	1,499	0,120	74,4	16,38
30	1,357	84,8	149,7	1,040	1,546	0,126	73,2	16,68
31	1,442	85,4	155,1	1,049	1,590	0,132	72,0	17,00
32	1,527	85,7	160,3	1,055	1,631	0,137	70,6	17,34
33	1,613	85,8	165,2	1,056	1,668	0,143	69,3	17,70
34	1,699	85,7	169,9	1,054	1,702	0,149	67,9	18,07
35	1,784	85,3	174,3	1,048	1,733	0,154	66,4	18,46
36	1,869	84,7	178,4	1,039	1,760	0,160	64,9	18,86
37	1,954	83,9	182,2	1,027	1,784	0,165	63,4	19,28
38	2,037	82,9	185,8	1,012	1,804	0,171	61,9	19,71
39	2,119	81,8	189,0	0,995	1,821	0,176	60,5	20,14
40	2,200	80,5	191,9	0,975	1,834	0,181	59,0	20,59
41	2,280	79,0	194,5	0,954	1,844	0,186	57,5	21,04
42	2,359	77,5	196,8	0,931	1,851	0,190	56,1	21,50

¹ Eficiência de utilização (%) = $b/(c-d) * 100$, ² obtida a partir da equação ou $(b/e)*1000/a$

Tabela 20 - Peso médio, ganho de peso (GP), consumo de ração (CR), ganho de lisina, consumo de lisina, lisina digestível para manutenção, eficiência de utilização e lisina digestível/kg ganho frangos de corte fêmeas, no período de 7 a 42 dias de idades, utilizando valores ajustados das equações de Gompertz

Idade dia	Peso Médio kg	Ganho Peso g/dia (a)	Consumo Ração g/dia	Ganho Lisina g/dia (b)	Consumo Lisina Dig. g/dia (c)	Lisina Manutenção g/dia (d)	Efic. Util. Lisina Dig. % (e)	g Lis Dig/kg Ganho ²
7	0,112	20,3	25,9	0,151	0,294	0,019	55,0	13,34
8	0,134	23,0	29,5	0,182	0,334	0,022	58,5	13,38
9	0,158	25,9	33,3	0,217	0,375	0,025	61,9	13,44
10	0,185	28,8	37,3	0,254	0,418	0,028	65,1	13,50
11	0,216	31,8	41,6	0,293	0,462	0,032	68,2	13,56
12	0,249	34,8	46,1	0,335	0,508	0,035	70,9	13,64
13	0,285	37,8	50,8	0,378	0,556	0,039	73,2	13,72
14	0,324	40,8	55,6	0,422	0,604	0,043	75,3	13,82
15	0,367	43,8	60,6	0,466	0,653	0,047	77,0	13,92
16	0,412	46,7	65,7	0,510	0,703	0,051	78,4	14,03
17	0,460	49,5	70,9	0,553	0,752	0,056	79,5	14,16
18	0,511	52,1	76,2	0,595	0,801	0,060	80,2	14,29
19	0,564	54,6	81,4	0,634	0,850	0,065	80,8	14,43
20	0,620	56,9	86,7	0,671	0,898	0,070	81,0	14,59
21	0,678	59,1	91,9	0,704	0,944	0,075	81,0	14,75
22	0,738	61,0	97,1	0,735	0,989	0,080	80,8	14,92
23	0,800	62,7	102,1	0,762	1,032	0,085	80,4	15,11
24	0,863	64,2	107,1	0,785	1,073	0,090	79,8	15,30
25	0,928	65,5	111,8	0,805	1,112	0,095	79,1	15,51
26	0,994	66,6	116,4	0,821	1,148	0,100	78,2	15,72
27	1,061	67,4	120,8	0,833	1,182	0,105	77,3	15,95
28	1,129	68,0	125,0	0,841	1,213	0,110	76,2	16,18
29	1,197	68,5	128,9	0,845	1,241	0,114	75,0	16,42
30	1,266	68,7	132,6	0,847	1,267	0,119	73,8	16,66
31	1,335	68,7	136,0	0,844	1,289	0,124	72,5	16,92
32	1,403	68,5	139,1	0,839	1,309	0,129	71,2	17,18
33	1,472	68,2	141,9	0,832	1,325	0,134	69,8	17,44
34	1,540	67,7	144,5	0,821	1,338	0,138	68,4	17,71
35	1,607	67,0	146,7	0,808	1,349	0,143	67,0	17,98
36	1,674	66,2	148,7	0,794	1,357	0,147	65,6	18,26
37	1,739	65,3	150,3	0,777	1,362	0,151	64,2	18,53
38	1,804	64,3	151,7	0,759	1,364	0,156	62,8	18,81
39	1,868	63,1	152,7	0,740	1,364	0,160	61,4	19,09
40	1,930	61,9	153,5	0,719	1,361	0,164	60,1	19,37
41	1,992	60,6	154,0	0,698	1,356	0,168	58,7	19,65
42	2,051	59,2	154,2	0,676	1,348	0,171	57,4	19,93

¹ Eficiência de utilização (%) = $b/(c-d) * 100$, ² obtida a partir da equação ou $(b/e)*1000/a$

Os valores de eficiência de utilização, determinada com base no ganho e consumo de lisina digestível, estimados a partir dos valores dos parâmetros das equações de Gompertz, seguiram a tendência da eficiência de utilização calculada a partir dos dados observados, sendo para os machos de 55, 58, 78 e 68 % e para as fêmeas de 58, 57, 83 e 63 %, respectivamente para os períodos de 1 a 7, 8 a 21, 22 a 35 e 36 a 42 dias de idade.

Segundo a literatura a eficiência de utilização da lisina digestível média, seria de 70%. Porém, este valor é estimado para um dado período de criação. Sklan & Noy (2004), observaram para o período de 7 a 21 dias de idade eficiência de 66%; Fatufe et al. (2004), para 8 a 21 dias foi de 71%, Edwards et al. (1999), para o período de 1 a 10 dias foi de 76% e Han & Baker (1991) a eficiência de utilização de 69%. Se utilize a eficiência média de 70% para estimar a quantidade de lisina digestível por quilo de ganho de peso, seguindo a curva de deposição diária de lisina, seria observado nos machos aos 35 e 42 dias de idade a demanda de 17,6 e 17,2g de Lisina Dig/kg Ganho e para as fêmeas valores de 17,2 e 16,3g Lisina Dig/kg Ganho, respectivamente. Valores que não corresponderia aos observados neste trabalho para os machos e para as fêmeas (18,07 e 21,5 e 17,71 e 19,93g Lisina Dig/kg Ganho), bem como dos valores citados por Rostagno et al (2005) para os períodos de 1 a 11, 1 a 21, 22 a 40 e de 41 a 56 dias de idade, que foram de 14,57; 15,05; 16,97 e 19,05g, respectivamente.

A exigências de lisina digestível (g/dia) para os machos e para as fêmeas poderiam ser estimadas utilizando o cálculo: $[(g \text{ Lis Dig./kg ganho}) \times GP_{kg} + g\text{Lis Manutenção}]$. Com base nos dados apresentados nas tabelas 19 e 20, para as idades de 7; 21; 35 e 42 dias, as exigências seriam respectivamente de 0,254; 1,051; 1,729 e 1,857g para os machos e de 0,289; 0,946; 1,348 e 1,351g para as fêmeas. Próximos aos encontrados por Rostagno et al. (2005), que observaram para os machos e para as fêmeas valores de 0,407; 1,089; 1,709; 1,873g e para as 0,393; 0,948; 1,312 e 1,353g, respectivamente.

4 – RESUMO E CONCLUSÕES

Os objetivos deste experimento foram avaliar o desempenho e a deposição corporal de nutrientes em frangos de corte machos e fêmeas, alimentados com diferentes níveis de lisina digestível. Estimar através dos parâmetros (A,B,C) da equações das Gompertz, o crescimento, a deposição de proteína, de gordura e de lisina corporal e o consumo de ração e determinar a eficiência de utilização e a quantidade de lisina digestível por quilo de ganho de peso em ambos para ambos os sexos. Foram utilizados 1472 frangos de corte da linhagem ROSS, distribuídos em um delineamento experimental inteiramente casualizado, num total de oito tratamentos com oito repetições e 23 aves por unidade experimental. Foram avaliados 2 sexos (macho e fêmea) e 3 porcentagem de lisina digestível (106, 100 e 94%) e ainda dois valores de lisina digestível verdadeira fixos, sendo um para macho e outro para fêmea, ambos propostos por Rostagno et al. (2005). Para os machos, estudados nas fases de 1 a 7, 8 a 21, 22 a 35 e de 36 a 42 dias de idade, os valores de lisina digestível (Lis. Dig.) de 100% foram respectivamente de 1,103; 1,049; 1,043; 0,942% e os valores fixos de 1,327; 1,162; 1,078; 1,017%. Para as fêmeas, nas mesmas fases, os valores foram de 1,103; 1,062; 0,946; 0,909% e 1,327; 1,145; 1,002; 0,904%, respectivamente. Os demais valores percentuais foram obtidos considerando a exigência de lisina 6% acima (106%) e 6% abaixo (94%). As dietas à base de milho e farelo de soja, foram isocalóricas, com 2.950, 3.000, 3.100 e 3.150 kcal de EM/kg, respectivamente para as fases estudadas. Efeitos mais expressivos dos diferentes níveis de Lis. Dig. aplicados foram observando no período de 1 a 42 dias de idade, onde percebeu-se que a redução de 6% nos níveis de Lis. Dig. reduziu o ganho de peso (GP) e piorou a conversão alimentar de machos e fêmeas, porém, os níveis aplicados não fizeram alterações significativas sobre a deposição de proteína e lisina corporal, mas a gordura corporal foi depositada em maiores quantidades quando as aves receberam 6% menos de Lis. Dig. O crescimento dos animais com a idade (7; 21; 35 e 42 dias) foi seguido pela deposição dos nutrientes corporais, sendo para os machos valores médios de 1,4; 4,5; 13,9 e 15,2g proteína e de 0,6; 4,7; 10,5 e 17,6g de gordura e para as fêmeas valores de proteína de 1,6; 4,6; 12,4 e 11,6g e de 0,9; 5,6; 9,7 e 20,8g de gordura. Com base na deposição de proteína em cada período experimental,

observou-se que a quantidade de lisina depositada diariamente e a demanda de lisina digestível por quilo de ganho de peso (g Lis. Dig/kg GP) foi aumentada com a idade. Os parâmetros (A , B , C) das equações de Gompertz, obtidos a partir dos dados experimentais, apresentaram R^2 acima de 90% e valores para o peso corporal de machos e fêmeas, respectivamente de: $A = 4356,35$ e $3550,73$; $B = 0,05355$ e $0,0526$; $C = 32,879$ e $30,586$. Para proteína $A = 747,984$ e $500,925$; $B = 0,05396$ e $0,0639$; $C = 35,522$ e $29,610$. Para a gordura $A = 1368,88$ e $1650,54$; $B = 0,0382$ e $0,0321$; $C = 50,397$ e $56,182$. Para lisina corporal $A = 47,694$ e $36,979$; $B = 0,0602$ e $0,0622$; $C = 32,880$ e $29,855$ e para o consumo de ração $A = 15.289,46$ e $10.297,00$; $B = 0,03632$ e $0,04072$; $C = 49,193$ e $42,379$. Com base nestes valores foi possível observar que a idade de máxima deposição de proteína ocorreu aos 36 dias para machos e aos 30 dias para as fêmeas, porém, as curvas de deposição de gordura continuaram crescentes, atingindo seu máximo aos 50 e 56 dias, respectivamente. Indicando que quanto maior a idade de abate maior o teor de gordura e menor o de proteína na carcaça, principalmente nas fêmeas. A eficiência de utilização da Lis. Dig. para deposição de lisina, tanto para machos como para as fêmeas, foram para a idade de 7; 21; 35 e 42 dias de idade respectivamente de 49,6; 78,3; 66,4; 56,1% e 55,0; 81,0; 67,0; 57,4%. A partir da deposição de lisina, da eficiência de utilização de lisina, do ganho de peso e do peso médio (PM), foram geradas as seguintes equações: Macho: Y (g Lis. Dig./kg GP) = $13,815 + 0,5638 PM + 1,1431 PM^2$, $R^2 = 0,99$ e Fêmea: Y (g Lis. Dig./kg GP) = $13,107 + 1,9773 PM + 0,6571 PM^2$, $R^2 = 0,99$, as quais estimaram que as quantidades de g Lis. Dig/kg de GP foram crescente, sendo em média de 13,9; 14,7; 18,5 e 21,5 g/kg de ganho para os machos e de 13,3; 14,8; 18,0 e 19,9 g/kg de ganho para as fêmeas, respectivamente para as idades de 1 a 7, 8 a 21, 22 a 35 e 36 a 42 dias. Pode-se concluir que níveis de lisina digestível abaixo da exigência reduz o desempenho de frangos de corte; a deposição de proteína, lisina e gordura corporal é crescente com a idade; as equações propostas, com base nas curvas de Gompertz e na eficiência de utilização de lisina pra ganho, permitem estimar com precisão a demanda de lisina digestível para frangos de corte machos e fêmeas nos período de 7 a 42 dias de idade.

3 - CONCLUSÕES GERAIS

Pode-se concluir que:

1 - A dieta livre de proteína mais aminoácidos (DLP+AA) se comparou à dieta com caseína hidrolisada enzimaticamente, podendo ser utilizada para a determinação das perdas endógenas de frangos de corte.

2 - O coeficiente de digestibilidade verdadeiro da proteína bruta dos aminoácidos sintéticos foi superior a 99% e do milho, do sorgo, do farelo de soja e do farelo de algodão na média de 91%.

3 - A inclusão do farelo de algodão diminui a digestibilidade dos aminoácidos das dietas a base de milho e sorgo.

4 - O coeficiente de digestibilidade verdadeiro dos aminoácidos das dietas completas podem ser obtidas pelo valor aditivo dos aminoácidos dos alimentos.

5 - Dietas formuladas com milho ou sorgo, contendo a inclusão de 6 ou 12% de farelo de algodão e com base em aminoácidos digestíveis proporcionaram ganho de peso, consumo de ração, conversão alimentar e rendimento de carcaça semelhante aos das aves alimentadas com dietas a base de milho e de farelo de soja.

6 - As equações de Gompertz foram eficientes em descrever o crescimento corporal e a deposição de nutrientes em frangos de corte. Sendo que os machos depositaram maiores quantidades de proteína e menores de gordura que as fêmeas.

7 - A eficiência de utilização da lisina digestível para deposição de lisina foi crescente até os 21 dias de idade. Tendo os machos e as fêmeas valores de 49,6; 78,3; 66,4; 56,1% e 55,0; 81,0; 67,0; 57,4%, respectivamente para a idade de 7; 21; 35 e 42 dias.

8 - As equações: $Y = 13,815 + 0,5638 PM + 1,1431 PM^2$, $R^2 = 0,99$ (Macho) e $Y = 13,107 + 1,9773 PM + 0,6571 PM^2$, $R^2 = 0,99$ (Fêmea), estimaram com precisão as quantidades de lisina digestível por quilo de ganho de peso entre as idades de 1 a 42 dias.

4 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AHMED, A. E.; SMTHARD, R.; ELLIS, M. Activities of enzymes of the pancreas, and the lumen and mucosa of the small intestine in growing broiler cockerels fed on tannin-containing diets. **British Journal Nutrition**, v.65, n.2, p.189-197, 1991.
- ANGKANAPORN, K.; RAVINDRAN, V.; BRYDEN, W. L. Additivity of Apparent and True Ileal Amino Acid Digestibilities in Soybean Meal, Sunflower Meal, and Meat and Bone Meal for Broilers. **Poultry Science**, v.75, p.1098-1103, 1996.
- ALBINO, L. F. T.; NERI, J. R.; SILVEIRA, J. J. N. et al. 1982. Substituição do milho pelo sorgo sacarino em rações de frangos de corte. p 1–2. EMBRAPA–CNPISA, Concordia.
- ALBINO, L. F. T.; ROSTAGNO, H. S.; SANT'ANNA, R. et al. Determinação dos Valores de Aminoácidos Metabolizáveis e Proteína Digestível de Alimentos para Aves. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.6, p.1059, 1992.
- ALETOR, V. A.; HAMID, I. I.; NIEB, E. et al. Low-protein amino acid-supplemented diets in broiler chickens: effects on performance, carcass characteristics, whole-body composition and efficiencies of nutrient utilisation. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.80, p.547-554, 2000.
- ANGKANAPORN, K.; RAVINDRAN, V.; BRYDEN, W. L. Additivity of Apparent and True Ileal Amino Acid Digestibilities in Soybean Meal, Sunflower Meal, and Meat and Bone Meal for Broilers. **Poultry Science**, v.75, p.1098-1103, 1996.
- ARAÚJO, A. E.; SILVA, C. A. D.; FREIRE, E. C. et al. 2003. Cultura do Algodão Herbáceo na Agricultura Familiar. In: EMBRAPA, 2003.
- BAKER, D. H. Partitioning of nutrients for growth and other metabolic functions: efficiency and priority considerations. **Poultry Science**, v.70, p.1797-1805, 1991.
- BAKER, D. H.; FERNANDEZ, S. R.; PARSONS, C. M. et al. Maintenance requirement for valine and efficiency of its use above maintenance for accretion of whole-body valine and protein in young chicks. **Journal of Nutrition**, v.126:, p.1844–1851, 1996.
- BAKER, D. H.; FERNANDEZ, S. R.; WEBEL, D. M. et al. Sulfur amino acid requirements and cystine replacement value of broiler chicks during the period three to six weeks posthatching. **Poultry Science**, v.75, n.6, p.737-742, 1996.
- BAKER, D. H. Animal models of human amino acid responses. **Journal of Nutrition**, v.134:S, p.1646-1651., 2004.

- BARBOZA, W. A.; ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T. et al. Exigência nutricional de lisina digestível para frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.4, p.1098-1102, 2000.
- BATTERHAM, E. S. Ileal digestibilities of amino acids in feedstuffs In: D’Mello, J. (ed.) *Amino Acids in Animal Farm Nutrition*. Wallingford: CAB International. 1994. p.113-131.
- BATTERHAM, E. S.; ANDERSEN, L. M.; BAIGENT, D. R. et al. Utilization of ileal digestible amino acids by growing pigs: effects of dietary lysine concentration on efficiency of lysine retention. **British Journal Nutrition**, v.64, p.81–94, 1990.
- BORGES, F. M. O. **Determinação de valores energéticos e dos aminoácidos digestíveis do grão de trigo e seus subprodutos para frangos de corte**. Belo Horizonte: UFMG, 1999. 135p. Doutorado - UFMG, 1999.
- BRITO, C. O.; ALBINO, L. F. T.; HOSTAGNO, H. S. et al. Adição de complexo multienzimático em dietas à base de diferentes sojas extrusadas sobre o desempenho de pintos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.3S, p.1047-1055, 2006.
- BUTERI, C. B. **Efeitos de diferentes planos nutricionais sobre a composição e o desempenho produtivo e econômico de frangos de corte**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2003. 151p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 2003.
- BUTTS, C. A.; MOUGHAN, P. J.; SMITH, W. C. et al. The effect of food dry matter intake on the endogenous ileal amino acid extraction determined under peptide alimentation in the 50kg live weight pig. **Journal Science Food Agriculture**, v.62, p.235-243, 1993.
- BUYSE, J.; MICHELS, H.; VLOEBERGHS, J. et al. Energy and protein metabolism between 3 and 6 weeks of age of male broiler chickens selected for growth rate or for improved food efficiency. **British Poultry Science**, v.39, p.264–272, 1998.
- CHUNG, T. K.; BAKER, D. H. Apparent and true amino acid digestibility of a crystalline amino acid mixture and of casein: comparison of values obtained with ileal-cannulated pigs and cecectomized cockerels. **Journal. Animal Science**, v.70, n.12, p.3781-3790, 1992.
- COELLO, C. L. Consideraciones del emplume em pollos de engorda. In: I FORUM INTERNACIONAL DE AVICULTURA, 2005, Foz do Iguaçu-PR. **Anais**. Foz do Iguaçu-PR: 2005. p.293-307.
- CONAB. Companhia nacional de Abastecimento - Produção de grãos no Brasil. 2007. <http://www.conab.gov.br/conabweb/index.php?PAG=131>. 10/01/2007
- CONHALATO, G. D. S.; DONZELE, J. L.; ROSTAGNO, H. S. et al. Níveis de lisina sigestível para pintos de corte machos na fase de 22 a 42 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.1, p.98 -104, 1999b.

- CHOCT, M. Non-starch polysaccharides: effect on nutritive value In: Poultry feedstuffs: supply, composition and nutritive value In: MACNAB, e. J. M. e BOORMAN, K. N. (eds.) **factors influencing nutritive value**. Edinburhg: CAB Internacional. 2002. p.221 - 235.
- COON, C. N.; LESKE, L. K.; AKAVANICHAN, O. et al. Effect of oligosaccharide-free soybean meal on true metabolizable energy and fiber digestion in adult roosters. **Poultry Science**, v.69, p.787-793., 1989.
- CONHALATO, G. S. **Exigência de lisina digestível para frangos de corte machos**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1998. 79p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1998.
- DE LANGE, C. F. M.; SAUER, W. C.; MOSENTHIN, R. et al. The effect of feeding different protein-free diets on the recovery and amino acid composition of endogenous protein collected from the distal ileum and feces end faces in pigs. **Journal Animal Science**, v.67, p.746–754, 1989a.
- DE LANGE, C. F. M.; SAUER, W. C.; SOUFFRANT, W. B. The effect of protein status of pigs of the recovery and amino acid composition of endogenous in digesta collected from the distal ileum. **Journal Animal Science**, v.67, p.755-803, 1989b.
- DINIZ, F. V.; FERNANDEZ, E. A.; MUNDIN, S. A. P. et al. Desempenho de frangos de corte submetidos adietas formuladas a base de milho e sorgo. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLA, 4, 2002, Campinas. **Anais**. Campinas: 2002. p.60.
- DOUGLAS, M. W.; PARSONS, C. M. Dietary formulation with rendered spent hen meals on a total amino acid versus a digestible amino acid basis. **Poultry Science**, v. 78, p.556–560., 1999.
- EDWARDS, H. M.; BAKER, D. H.; FERNADEZ, S. R. et al. Maintenance threonine requirement and efficiency of its use for accretion of whole-body threonine and protein in young chicks. **British Journal Nutrition**, v.78, p.111-119, 1997.
- EDWARDS, H. M.; DEMMAN, F.; ABOU-ASHOUR, A. et al. Influences of age, sex and type of dietary fat supplementation on total carcass and fatty acid composition. **Poultry Science**, v.52, p.934-948, 1973.
- EDWARDS, H. M.; FERNADEZ, S. R.; BAKER, D. H. Maintenance lysine requirements and efficiency of using lysine for accretion of whole-body lysine and protein in young chicks. **Poultry Science**, v.78, p.1412-1417, 1999.
- EITS, R. M.; KWAKKEL, R. P.; VERSTEGEN, M. W. A. et al. Protein and Lipid Deposition Rates in Male Broiler Chickens: Separate Responses to Amino Acids and Protein-Free Energy. **Poultry Science**, v.81, p.472–480, 2002a.
- EITS, R. M.; KWAKKEL, R. P.; VERSTEGEN, M. W. A. Nutrition Affects Fat-Free Body Composition in Broiler Chickens. **Journal of Nutrition**, v.132, p.2222-2228, 2002b.

- EMMANS, G. C. Problems in modelling the growth of poultry. **World's Poultry Science Journal**, v.51, p.77-89, 1995a.
- EMMANS, G. C.; KYRIAZAKIS, I. A general method for predicting the weight of water in the empty bodies of pigs. **Journal Animal Science**, v.61, p.103–108, 1995b.
- EMMERT, J. L.; BAKER, D. H. Use of the ideal protein concept for precision formulation of amino acid levels in broiler diets. **Journal of Applied Poultry Research**, v.6, p.462-470, 1997.
- EMMERT, J. L.; EDWARDS, H. M.; BAKER, D. H. Protein and body weight accretion of chicks fed widely varying levels of soybean meal supplemented or unsupplemented with its limiting amino acids. **British Journal Nutrition**, v.41, p.204–213, 2000.
- FAN, M. Z.; SAUER, W. C.; HARDIN, R. T. et al. Determination of apparent ileal amino acid digestibility in pigs: effect of dietary amino acid level. **Journal Animal Science**, v.72, p.2851-2859, 1994.
- FARRELL, D. J.; MANNION, P. F.; PEREZ-MALDONADO, R. A. A comparison of total and digestible amino acids in diets for broilers and layers. **Animal Feed Science and Technology**, v.82, n.1-2, p.131-142, 1999.
- FATUFE, A. A.; TIMMBER, R.; RODEHUTSCORD, M. Response to lysine in composition of body weight gain and efficiency of lysine utilization of growing male chickens from two genotypes. **Poultry Science**, v.83, p.1314-1324, 2004.
- FERNANDEZ, E. A. Utilização de grão de sorgo na nutrição de frangos de corte. In: II SIMPÓSIO SOBRE INGREDIENTES NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL, 2002, Uberlândia. **Anais**. Uberlândia: CBNA, 2002. p.59-84.
- FERNANDEZ, S. R.; ZHANG, Y.; PARSONS, C. M. Dietary formulation with cottonseed meal on a total amino acid versus a digestible amino acid basis. **Poultry Science**, v.74, p.1168 -1179, 1995.
- FIALHO, F. B. Interpretação da curva de crescimento de Gompertz . Comunicado Técnico 237. **Embrapa-CNPSA**, p.1-4, 1999.
- FIGUEIREDO, E. A. P. R., P.S.; SCHEURMANN, G.N. et al. Avaliação dos parâmetros de crescimento de oito genótipos comerciais de frangos de corte. www.sbz.org.br. Acessado em 10/06/2003.
- FISCHER Jr, A. A.; ALBINO, L. F. T.; ROSTAGNO, H. S. et al. Determinação dos coeficientes de digestibilidade e dos valores de aminoácidos digestíveis de diferentes alimentos para aves. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.27, n.2, p.307-313, 1998.
- FISHER, C. Amino acid requirements of broiler breeders. **Poultry Science**, v.77, p.124-133, 1998.

- FRANQUINELLO, P.; MUKARAMI, A. E.; CELLA, P. S. et al. High tannin sorghum in diets of Japanese Quails (*Cotornix cotornix Japonica*). **Brazilian Journal of Poultry Science**, v.6, n.2, p.81-86, 2004.
- FREITAS, A. R.; ALBINO, L. F.; ROSSO, L. A. Estimativas do peso de frangos machos e fêmeas através de modelos matemáticos. Comunicado Técnico 68 Embrapa-CNPSA. 1983. p.1-4.
- FREITAS, A. R. D. Curvas de Crescimento na Produção Animal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.3, p.786-795, 2005.
- FULLER, M. F. Amino acid requirements for maintenance, body protein accretion and reproduction in pigs In: D'Mello, J. (ed.) *Amino Acids in Farm Animal Nutrition*. Oxon: CAB International. 1994. p.155-184.
- FULLER, M. F.; MCWILLIAM, R.; WANG, T. C. et al. The optimum dietary amino acid pattern for growing pigs. 2. Requirements for maintenance and for tissue protein accretion. **British Journal of Nutrition**, v.62, p.255 -267, 1989.
- FURUYA, S.; KAJI, Y. Additivity of the apparent and true ileal digestible amino acid supply in barley, maize, wheat or soya-bean meal based diets for growing pigs. **Animal Feed Science and Technology**, v.32, n.4, p.321-331, 1991.
- GABERT, V. M.; JOGERSEN, H.; NYACHOTIC.M. Bioavailability of amino acids in feedstuffs for swine In: LEWIS, A. J. e SOUTHERN, L. L. (eds.) *Swine nutrition*. Florida: CRC Press. 2.ed. 2001. p.151-186.
- GAHL, M.; FINKE, M. D.; CRENSHAW, T. D. et al. Use of a four-parameter logistic equation to evaluate the response of growing rats to ten levels of each indispensable amino acid. **Journal of Nutrition**, v.121, p.1720-1729, 1991.
- GAMBOA, D. A.; CALHOUN, M. C.; KUHLMANN, S. W. et al. Tissue distribution of gossypol enantiomers in broilers fed various cottonseed meals. **Poultry Science**, v.80, p.920-925, 2001.
- GAMBOA, D. A.; CALHOUN, M. C.; KUHLMANN, S. W. et al. Use of expander cottonseed meal in broiler diets formulated on a digestible amino acid basis. **Poultry Science**, v. 80, p.789-794, 2001.
- GARCIA, R. G.; MANDES, A. A.; SARTORI, J. R. et al. Digestibility of feeds containing sorghum, with and without tanin, for broilers chickens submitted to three room temperatures. **Brazilian Journal of Poultry Science**, v.6, n.1, p.55-60, 2004.
- GOUS, R. M.; MORAN Jr, E. T.; STILBORN, H. R. et al. Evaluation of the parameters needed to describe the overall growth, the chemical growth, and the growth of feathers and breast muscles of broilers. **Poultry Science**, v.78, p.812-821, 1999.
- HAN, Y.; BAKER, D. H. Lysine requirements os fast and slow growing broiler chicks. **Poultry Science**, v.70, p.2018 -2114, 1991.

- HAN, Y.; BAKER, D. H. Effects of sex, heat stress, body weight, and genetic strain on the dietary lysine requirement of broiler chicks. **Poultry Science**, v.72, p.701-708, 1993.
- HAN, Y.; BAKER, D. H. Digestible lysine requirement of male and female broiler chicks during the period three to six weeks posthatching. **Poultry Science**, v.73, p.1739-1745, 1994.
- HANCOCK, C. E.; BRADFORD, G. D.; EMMANS, G. C. et al. The evaluation of the growth parameters of six strains of commercial broiler chickens. **British Poultry Science**, v.36, p.247-264, 1995.
- HEGER, J.; FRYDRYCH, Z. Efficiency of utilization of essential amino acids in growing rats at different levels of intake. **British Journal Nutrition**, v.54, p.399-408, 1985.
- HENDRIKS, W. H.; MOUGHAN, P. J.; TARTTELIN, M. F. Gut endogenous nitrogen and amino acid excretions in adult domestic cats fed a protein free diet or an enzymatically hydrolyzed casein-based diet. **Journal of Nutrition**, v.126, n.4, p.955-962, 1996.
- HENRY, M. H.; PESTI, G. M.; BAKALLI, R. et al. The performance of broiler chicks fed diets containing extruded cottonseed meal supplemented with lysine. **Poultry Science**, v.80, p.762-768, 2001.
- HODGKINSON, S. M.; MOUGHAN, P. J.; REYNOLDS, G. W. et al. The effect dietary peptide concentration on endogenous ileal amino acid loss in the growing pig. **British Journal Nutrition**, v.83, n.4, p.421-430, 2000.
- HOLSHEINER, J. P.; RUESINK, E. W. Effect on performance, carcass composition, yield and financial return of dietary energy and lysine levels in starter and finisher diets fed to broilers. **Poultry Science**, v.72, p.806-815, 1993.
- HONG, D.; RAGLAND, D.; ADEOLA, O. Additivity and associative effects of metabolizable energy and amino acid digestibility in barley and canola meal for white pekin ducks. **Poultry Science**, v.80, p.1600-1606, 2001.
- HONG, D.; RAGLAND, D.; ADEOLA, O. Additivity and associative effects of metabolizable energy and amino acid digestibility of corn, soybean meal, and wheat red dog for White Pekin ducks1. **Journal Animal Science**, v.80, p.3222-3229, 2002.
- HRUBY, M.; HAMRE, M. L.; COON, C. N. Non-linear and linear functions in body protein growth. **Journal of Applied Poultry Research**, v.5, p.109-115, 1996.
- HRUBY, M.; HANRE, M. L.; COON, C. N. Predicting amino acid requirements for broilers at 21,1°C and 32,2°C. **Journal of Applied Poultry Research**, v.4, p.395-401, 1996.
- HURWITZ, S.; PLAVNIK, I.; BARTOV, I. et al. The amino acid requirements of chicks: Experimental validation of model-calculated requirements. **Poultry Science**, v.59, p.2470-2479, 1980.

- HURWITZ, S.; FRISH, Y.; BAR, A. et al. The amino acid requirements of growing turkeys. 1. Model construction and parameter estimation. **Poultry Science**, v.62, p.2208-2217, 1983.
- HUANG, K. H.; RAVINDRAN, V.; LI, X. et al. Influence of age on the apparent ileal amino acid digestibility of feed ingredients for broiler chickens. **Poultry Science**, p.236-245, 2005.
- IZQUIERDO, O. A.; PARSONS, C. M.; H, B. D. Bioavailability of lysine in L-lysine HCl. **Journal Animal Science**, v.86, p.2590, 1988.
- KANDIM, I. T.; MOUGHAN, P. J.; RAVINDRAN, G. Ileal amino acid digestibility assay for the growing meat chicken - comparasion of ileal and excreta amino acid digestibility in the chicken. **British Poultry Science**, v.44, p.588-597, 2002.
- KESSLER, A. M.; JUNIOR, P. N. S.; BRUGALI, I. Manipulação da qualidade de gordura na carcaça de frangos. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLA, 2000, Campinas. **Anais**. Campinas: APINCO, 2000. p.107-133.
- KIDD, M. T.; FANCHER, B. T. Lysine needs of starting chicks and subsequent effects during the growing period. **Journal Apply Poultry Res.**, v.10, p.385 - 393, 2001.
- KING, D.; FAN, M. Z.; EJETA, G. et al. The effects of tannins on nutrient utilization in the White Pekin duck. **British Poultry Science**, v.41, p.630-639, 2000.
- KOLLING, A. V.; KESSLER, A. D. M.; RIBEIRO, A. M. L. Desempenho e composição corporal de frangos de corte alimentados com diferentes níveis de proteína e de aminoácidos ou com livre escolha das dietas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.1, p.98-103, 2005.
- LEENSTRA, F. R. Effect of age, sex, genotype and environment on fat deposition in broiler chickens - A review. **World's Poultry Science Journal**, v.42, p.12-25, 1986.
- LEESON, S. Nutrição e qualidade da carcaça de frangos de corte. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLA, 1995, Curitiba. **Anais**. Curitiba: APINCO,1995. p.111 - 118.
- LEESON, S.; SUMMERS, J. D. **Nutrition of the chickens**. Guelph: University Books, 2001. 591p.
- LEESON, S.; WALSH, T. Feathering in comercial poultry. I Feather growth and composition. **World's Poultry Science Journal**, v.60, p.42-63, 2004.
- LEMME, A.; RAVINDRAN, V.; BRYDEN, W. L. Ileai digestibility of amino acids in feed ingredients for broilers. **World's Poultry Science Journal**, v.60, n.4, p.423-438, 2004.
- LISBOA, J. S.; SILVA, D. J. D.; SILVA, M. A. et al. Rendimento de Carcaça de Três Grupos Genéticos de Frangos de Corte Alimentados com Rações contendo Diferentes Teores de Proteína. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.3, p.548-554, 1999.

- MIORKA, A.; DAHLKE, F.; SANTIN, E. et al. Effect energy levels of diets formulated on total or digestible amino acids on broiler performance. **Brazilian Journal of Poultry Science**, v.6, n.2, p.87-91, 2004.
- MIRATU, B. N.; REICCHERT, R. D.; BLAIR, R. Improvement of the nutritive value of right tanini-sorghums for broiler chickens by hight moisture storage. **Poultry Science**, v.62, p.2065-2072, 1984
- MOUGHAN, P. J. Simulating the partitioning of dietary amino acids: New directions. **Journal Animal Science**, v.81, Suppl 2, p.E60–E67, 2003.
- MYER, R. O.; GOBERT, D. W.; COMBS, G. E. Nutritive value of high and low-tannin grain sorghum harvested in the high-moiture state for growing-finishing swine. **Journal Animal Science**, v.62, n.3, p.1290-1297, 1986.
- NEME, R.; ALBINO, L. F. T.; ROSTAGNO, H. S. et al. Digestibilidade verdadeira da lisina HCl e da lisina sulfato determinada com galos cecectomizados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.5, p.1531-1535, 2001.
- POZZA, P. C.; GOMES, P. C.; ROSTAGO, H. S. et al. Avaliação da perda endógena de aminoácidos, em função de diferentes níveis de fibra para suínos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.6, p.1354-1361, 2003.
- PERTTILA, S.; VALAJA, J.; PARTANEN, K. et al. Apparent ileal digestibility of amino acids in protein feedstuffs and diet formulation based on total vs digestible lysine for poultry. **Animal Feed Science and Technology**, v.98, n.3-4, p.203-218, 2002.
- RAVINDRAN, V.; HEW, L. I.; RAVINDRAN, G. et al. A comparison of ileal digesta and excreta analysis for the determnation of amino acid digestibility in food ingredients for poultry. **British Poultry Science**, v.40, p.266–274, 1999.
- RAVINDRAN, V.; HEW, L. I.; RAVINDRAN, G. et al. Endogenous amino acid flow in the avian ileum: quantification using three techniques. **British Journal of Nutrition**, v.92, p.217-223, 2004.
- ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; DONZELE, J. L. et al. **Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos : Composição de Alimentos e Exigências Nutricionais**. 1.ed. VIÇOSA: UFV, Departamento de Zootecnia, 2000. 141p.
- ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; DONZELE, J. L. et al. **Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos : Composição de Alimentos e Exigências Nutricionais**. 2.ed. VIÇOSA: UFV, Departamento de Zootecnia, 2005. 186p.
- ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; NASCIMENTO, H. A. et al. Digestibilidade de aminoácidos. In: I WORKSHOP LETINO-AMERICANO DE NUTRIÇÃO ANIMAL, 2000, Foz do Iguaçu. **Anais**. Foz do Iguaçu: 2000. p.41-45.
- ROSTANGO, H. S.; PUPA, J. M. R.; PACK, M. Diet formulation for broilers based on total versus digestible amino acids. **Journal Apply Poultry Res.**, v.4, p.293- 299, 1995.

- RODRIGUES, P. B.; ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T. Aminoácidos digestíveis verdadeiros do milheto, do milho e subprodutos do milho, determinados com galos adultos cecectomizados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, (6S), p.2046-2058, 2001.
- RODRIGUES, P. B.; ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T. Aminoácidos digestíveis verdadeiros da soja e subprodutos, determinados com galos cecectomizados1. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.2 (suplemento), p.970-981, 2002.
- SAEG - **Sistema de análises estatísticas e genéticas**. UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA - UFV. Versão 8.0. Viçosa, MG: 2000. 59p. (Manual do usuário).
- SAKOMURA, N. K. Uso de modelos para estimar as exigências nutricionais de aves. In: II SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE EXIGÊNCIAS NUTRIONAIS DE AVES E SUÍNOS, 2005, Viçosa-MG. **Anais**. Viçosa-MG: UFV, 2005. p.253-292.
- SAKOMURA, N. K.; COON, C. Amino acid requirements for maintenance of broiler breeder pullets. In: 14th European Symposium on Poultry Nutrition, 2003, Lillehammer. **Anais**. Lillehammer: World's Poultry Science Association Proceedings, 2003. p.280-281.
- SAKOMURA, N. K.; LONGO, F. A.; FERALDO, A. S. et al. Desenvolvimento corporal, de penas e de deposição de tecido magro e de gordura em frangos de corte. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v.2, n.(Supl 2), p.34, 2000.
- SAUER, W. C.; MOSENTHIN, R.; H E N, F. et al. The effect of source of fiber on ileal and fecal amino acid digestibility and bacterial nitrogen excretion in growing pigs. **Journal Animal Science**, v.69, p.4070-4077, 1991.
- SILVA, D. J. **Análises de alimentos (métodos químicos e biológicos)**. 3.ed. Viçosa: UFV-Imprensa Universitária, 2002. 235p.
- SILVA, J. H. V. D.; ALBINO, L. F. T.; NASCIMENTO, A. H. D. Estimativas da composição anatômica da carcaça de frangos de corte com base no nível de proteína da ração e peso da carcaça. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.2, p.344-352, 2003.
- SHAFEY, T. M.; MCDONALD, M. W. The effects of dietary concentrations of minerals, source of protein, amino acids and antibiotics on the growth of and digestibility of amino acids by broiler chickens. **British Poultry Science**, v.32, n.3, p.35-44, 1991.
- SIBBALD, I. R.; WOLYNETZ, M. S. The bioavailability of supplementary lysine and its effects on the energy and nitrogen excretion of adult cockerels fed diets diluted with cellulose. **Poultry Science**, v.64, p.1972., 1985.
- SIBBALD, J. R.; WOLYNETZ, M. S. Effects of dietary lysine and feed intake on energy utilization and tissue synthesis by broiler chicks. **Poultry Science**, n.65, p.98-105, 1986.

- SMITHARD, R. Secondary plant metabolites in poultry nutrition In: MACNAB, J. M. e BOORMAN, K. N. (eds.) Poultry feedstuffs: supply, composition and nutritive value - factors influencing nutritive value. CAB Internacional. 2002. p.237 - 278.
- SIRIWAN, P.; BRYDEN, W. L.; MOLLAH, Y. et al. Measurement of endogenous amino acid losses in poultry. v.34., n.5, p. 939-949, 1993.
- SKLAN, D.; NOY, Y. Catabolism and Deposition of Amino Acids in Growing Chicks: Effect of Dietary Supply. **Poultry Science**, v.83, p.952–961, 2004.
- SKLAN, D.; NOY, Y. Direct determination of optimal amino acid intake for maintenance and growth in broilers. **Poultry Science**, v.84, p.421-418, 2005.
- SOTO-SALANOVA, M. F.; GARCIA, O.; GRAHAN, H. et al. uso d e enzimas em dietas de milho e soja para frangos de corte. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍOLA, 1996, campinas. **Anais**. campinas: 1996. p.71-76.
- STEIN, H.; PEDERSEN, C.; WIRT, A. et al. Additivity of values for apparent and standardized ileal digestibility of amino acids in mixed diets fed to growing pigs. **Journal Animal Science**, v.83, n.10, p.2387-2395, 2005.
- STERLING , K. G.; COSTA , E. F.; HENRY , M. H. et al. Responses of broiler chickens to cottonseed- and soybean meal-based diets at several protein levels. **Poultry Science**, v.81, p.217–226, 2002.
- SUMMERS, J. D.; SPRATT, D.; ATKINSON, J. L. Broiler weight and carcass composition when fed diets varying in amino acid balance, dietary energy, and protein level. **Poultry Science**, v.71, p.263-273, 1992.
- TESSERAUD, S.; TEMIM, S.; BIHAN-DUVAL, E. L. et al. Increased responsiveness to dietary lysine deficiency of pectoralis major muscle protein turnover in broilers selected on breast development. **Journal Animal Science**, v.79, p.927–933, 2001.
- TOLEDO, G. S. P.; LÓPEZ, J.; COSTA, P. T. C. Yeld and carcass composition of broilers fed with diets based on the concept of crude protein or ideal protein. **Brazilian Journal of Poultry Science**, v.6, n.4, p.219-224, 2004.
- TRINCO, I. D.; SOUZA, G. A.; FRANO, S. G. et al. Substituição do milho pelo sorgo com e sem adição de enzimas em rações pra frangos de corte. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLA, 2003, Campinas. **Anais**. Campinas: 2003. p.40.
- VALÉRIO, S. R.; OLIVEIRA, R. F. M. D.; DONZELE, J. L. et al. Níveis de lisina digestível em rações, em que se manteve ou não a relação aminoacídica, para frangos de corte de 22 a 42 dias de idade, mantidos em estresse por calor1. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.2, p.372-382, 2003.
- VELU, J. G.; BAKER, D. H.; SCOTT, H. M. Protein and energy utilization by chicks fed graded levels of a balanced mixture of crystalline amino acids. **Journal of Nutrition**, v.101, p.1249–1256, 1971.

- YU, M. W.; ROBINSON, F. E.; CLANDININ, M. T. et al. Growth and body composition of broiler chickens in response to different regimes of feed restriction . **Poultry Science**, v.69, p.2074-2081, 1990.
- WALLIS, I. R.; BALNAVE, D. The influence of environmental temperature, age and sex on the digestibility of amino acids in growing broiler chickens. **British Poultry Science**, v.25, n.3, p.401 - 407, 1984.
- WATIKNS, S.; WALDROUP, P. M. Utilization of high protein cottonseed meal in broiler diets. **Journal of Applied Poultry Research**, v.4, p.310-318, 1995.
- WISEMAN, J.; LEWIS, C. E. Influence of dietary energy and nutrient concentration on the growth of body weight and of carcass components of broiler chickens. **Journal of Agricultural Science**, v.131, p.361-371, 1998.
- ZANELLA, I.; SAKOMURA, N. k.; PIZAURO, J. A. et al. Efeito da adição de enzimas exógenas na dieta sobrea atividade enzimática da amilase e tripsina pancreática em frangos de corte. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIAS AVÍCOLAS, 1999a, Campinas. **Anais**. Campinas: 1999a. p.45.

5 - APÊNDICE

Fórmulas utilizadas nos cálculos dos coeficientes de digestibilidade verdadeira de aminoácidos e proteína bruta:

DLP = Dieta livre de proteína

$$\text{Coef. Dig. Verd PB (\%)} = \frac{\text{CP}_{\text{dieta}} - (\text{CP}_{\text{digesta dieta}} \times \text{FI}_1 - \text{CP}_{\text{digesta DLP}} \times \text{FI}_2) \times 100}{\text{CP}_{\text{dieta}}}$$

$$\text{Coef. Dig. verd AA (\%)} = \frac{\text{AA}_{\text{dieta}} - (\text{AA}_{\text{digesta dieta}} \times \text{FI}_1 - \text{AA}_{\text{digesta DLP}} \times \text{FI}_2) \times 100}{\text{AA}_{\text{dieta}}}$$

$$\text{FI}_1 = \text{Cr}_{\text{dieta}} / \text{Cr}_{\text{digesta}}$$

$$\text{FI}_2 = \text{Cr DLP}_{\text{dieta}} / \text{Cr}_{\text{digesta DLP}}$$

CHE = Caseína Hidrolisada Enzimaticamente

$$\text{Coef. Dig. verd PB (\%)} = \frac{\text{PB}_{\text{dieta}} - (\text{PB}_{\text{digesta dieta}} \times \text{FI}_1 - \text{PB}_{\text{digesta CHE}}) \times 100}{\text{PB}_{\text{dieta}}}$$

$$\text{Coef. Dig. verd AA (\%)} = \frac{\text{AA}_{\text{dieta}} - (\text{AA}_{\text{digesta dieta}} \times \text{FI}_1 - \text{AA}_{\text{digesta CHE}}) \times 100}{\text{AA}_{\text{dieta}}}$$

DLP+AA= Dieta livre de proteína mais aminoácidos

$$\text{Coef. Dig. verd PB (\%)} = \frac{\text{PB}_{\text{dieta}} - (\text{PB}_{\text{digesta dieta}} \times \text{FI}_1 - \text{PB}_{\text{digesta DLP+AA}}) \times 100}{\text{PB}_{\text{dieta}}}$$

$$\text{Coef. Dig. verd AA (\%)} = \frac{\text{AA}_{\text{dieta}} - (\text{AA}_{\text{digesta dieta}} \times \text{FI}_1 - \text{AA}_{\text{digesta DLP+AA}}) \times 100}{\text{AA}_{\text{dieta}}}$$

Aminoácido Total (AAT) ou Digestível Verdadeiro (AADV) Determinado:

$$\text{AAT}_{\text{Alim}} = \frac{\text{AA}_{\text{Dieta Teste}} \times 100}{\text{Alimento}_{\text{Dieta Teste}}} \quad \text{AADV}_{\text{Alim}} = \frac{\text{AAT}_{\text{Alim}} \times \text{Coef. Dig. Verdadeiro}}{100}$$

$$\text{AAD}_{\text{Dieta Completa}} = \frac{\text{AAT}_{\text{Dieta Completa}} \times \text{Coef. Dig Verdadeiro}}{100}$$

Aminoácido Total (AAT) ou Digestível Verdadeiro (AADV) Calculado:

$$\text{AAT}_{\text{Dieta Completa}} = (\text{AAT}_{\text{Alim}_1} \times \text{Alim}_1 + \text{AAT}_{\text{Alim}_2} \times \text{Alim}_2 + \dots + \text{AAT}_{\text{Alim}_n} \times \text{Alim}_n) / 100 + \text{AA sintético puro}$$

$$\text{AAD}_{\text{Dieta Completa}} = (\text{AAD}_{\text{Alim}_1} \times \text{Alim}_1 + \text{AAD}_{\text{Alim}_2} \times \text{Alim}_2 + \dots + \text{AAD}_{\text{Alim}_n} \times \text{Alim}_n) / 100 + \text{AA sintético puro}$$

Fórmulas utilizadas nos cálculos da percentagem de matéria seca, de proteína bruta e de gordura corporal:

$$1) \text{ Proteína Bruta Corporal (\%)} = \frac{\% \text{ Proteína Bruta} \times \% \text{ Amostra Desengordurada} \times \% \text{ A SA}}{10.000}$$

$$2) \text{ Gordura Corporal (\%)} = \frac{\% \text{ Gordura} \times \% \text{ A SA}}{100}$$

$$3) \text{ Umidade (\%)} = \frac{(100 - \% \text{ ASE}) \times \% \text{ Amostra Desengordurada} \times \% \text{ ASA} + \% \text{ Umidade Amostra}}{10.000}$$

$$4) \text{ Matéria Seca (\%)} = 100 - \text{Umidade (\%)}$$

Sendo: ASA = Amostra Seca ao Ar (65°C) / ASE = Amostra Seca em Estufa (105°C)

Percentagem de lisina presente na carcaça mais penas ou percentagem de lisina corporal:

$$\% \text{ Lisina corporal} = [(100 - \% \text{ penas}) \times 7,6/100] + [(\% \text{ penas} \times 1,8)/100]$$

Quantidade lisina digestível por quilo de ganho de peso:

$$\text{gLisina Dig/kg ganho} = [(\text{Lisina Depositada}_{\text{g/ave/dia}}/\text{Eficiência})/\text{Ganho Peso}_{\text{diário}} \times 1000].$$

$$\text{Eficiência de utilização da lisina} = \text{Ganho Lisina Dig.} / (\text{Consumo Lisina Dig.} - \text{Lisina Dig. Manutenção}) \times 100$$

Demanda de lisina digestível para manutenção:

$$Y \text{ (g Lis. Dig. para manutenção)} = 0,1 \times (\text{Peso Médio})^{0,75}$$