

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS VETERINÁRIAS**

MATIAS DJALMA APPELT

NÍVEIS DE LISINA DIGESTÍVEL EM DIETAS PARA PERUS FÊMEAS

CURITIBA 2010

MATIAS DJALMA APPELT

NÍVEIS DE LISINA DIGESTÍVEL EM DIETAS PARA PERUS FÊMEAS

Dissertação apresentada como um dos requisitos à obtenção do grau de Mestre em Ciências Veterinárias, Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias, Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Fabiano Dahlke
Co-orientador: Prof. Dr. Alex Maiorka

CURITIBA 2010

Appelt, Matias Djalma
Níveis de lisina digestível em dietas para perus fêmeas /
Matias Djalma Appelt. – Curitiba, 2010.
68 f. : il.

Orientador: Fabiano Dahlke
Co-orientador: Alex Maiorka
Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) – Universidade
Federal do Paraná. Setor de Ciências Agrárias. Programa de
Pós-Graduação em Ciências Veterinárias, 2010

1. Lisina na nutrição animal. 2. Nutrição animal. 3. Aminoácido
na nutrição animal. 4. [Peru \(Ave\)](#). I. Dahlke, Fabiano. II. Maiorka, Alex.
III. Universidade Federal do Paraná. Setor de Ciências Agrárias.
Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias. IV. Título

CDU 636.592.084.5

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS VETERINÁRIAS



PARECER

A Comissão Examinadora da Defesa da Dissertação intitulada “NÍVEIS DE LISINA DIGESTÍVEL EM DIETAS PARA PERUS FÊMEAS” apresentado pelo Mestrando MATIAS DJALMA APPELT, declara ante os méritos demonstrados pelo Candidato, e de acordo com o Art. 79 da Resolução nº 65/09–CEPE/UFPR, que considerou o candidato APTO para receber o Título de Mestre em Ciências Veterinárias, na Área de Concentração em Ciências Veterinárias.

Curitiba, 11 de fevereiro de 2010

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Fabjano Dahlke', written over a horizontal line.

Prof. Dr. Fabjano Dahlke
Presidente/Orientador

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Alex Maionka', written over a horizontal line.

Prof. Dr. Alex Maionka
Membro

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Paulo Sergio Rosa', written over a horizontal line.

Dr. Paulo Sergio Rosa
Membro

AGRADECIMENTOS

À Deus pela vida, saúde, força e proteção.

Aos meus pais Dari e Renita pelo amor, compreensão, formação, amparo, por acreditar no meu potencial, investir na minha educação e pelo exemplo de seres humanos que são.

Aos meus irmãos Pablo e Tobias pelo companheirismo, amizade e apoio durante minha trajetória.

À minha namorada Keli Adriana Vidarenko da Rosa pelo apoio e companheirismo.

Ao orientador Professor Dr. Fabiano Dahlke pelos ensinamentos, estima, auxílio e confiança.

Ao Professor Dr. Alex Maiorka pela co-orientação e ensinamentos.

A Professora Dra. Marina I. M. De Almeida pelo grande auxílio nas análises estatísticas e pelos ensinamentos.

Aos colegas e amigos que conheci nesta jornada, pelo auxílio na condução dos experimentos, pela troca de experiências e pela união na superação dos desafios.

À Universidade Federal do Paraná e aos professores do Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias por disponibilizarem ensino de qualidade.

Ao REUNI pela concessão da bolsa de estudos.

À BRF - Brasil Foods pela parceria na condução dos experimentos, em especial ao nutricionista Keysuke Muramatsu e ao quadro de funcionários que tornaram possível a realização desta pesquisa.

À todos aqueles que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho ou para meu desenvolvimento profissional, muito obrigado!

NÍVEIS DE LISINA DIGESTÍVEL EM DIETAS PARA PERUS FÊMEAS

Autor: Matias Djalma Appelt

Orientador: Fabiano Dahlke

Co-Orientador: Alex Maiorka

RESUMO

No presente estudo foi avaliado o efeito da utilização de rações com diferentes níveis de lisina digestível no desempenho de perus fêmeas leves nas fases inicial, crescimento e final. Foram utilizados 2400 perus da linhagem híbrida comercial BUT, sendo 800 para cada fase, distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado no experimento 1 (fase inicial) e em um delineamento em blocos ao acaso nos experimentos 2 (fase crescimento) e 3 (fase final), composto por 5 tratamentos (níveis de lisina digestível), com 8 repetições de 20 perus por unidade experimental. No experimento 1 os níveis utilizados foram 1,36; 1,45; 1,58; 1,69 e 1,82% de lisina digestível. No experimento 2 foram testados os níveis 1,22; 1,32; 1,44; 1,54 e 1,62% de lisina digestível. Os níveis testados no experimento 3 foram 0,97; 1,04; 1,14; 1,21 e 1,37% de lisina digestível. As características de desempenho avaliadas foram peso corporal, ganho de peso, consumo de ração, conversão alimentar, conversão calórica, conversão protéica e índice de eficiência produtiva. A partir dos dados de peso corporal do experimento 1 foi utilizado o coeficiente de correlação de Pearson para avaliar o grau de associação entre os pesos das aves em diferentes idades. Além disso, no experimento 3 foi avaliado o rendimento de carcaça aos 68 dias de idade. A estimativa de exigência de

lisina digestível de perus fêmeas leves para a fase inicial foi de 1,69%, para melhor desempenho. Para a fase de crescimento os níveis preconizados são semelhantes aos recomendados pelo manual da linhagem, podendo utilizar o nível 1,22% de lisina sem causar redução de desempenho. Os níveis entre 1,21 e 1,37% de lisina digestível, na fase final, podem resultar em um melhor desempenho e rendimento de carcaça de perus fêmeas leves. Houve correlações entre o peso na primeira semana e o final da fase inicial (25 dias), bem como entre o peso aos 25 dias com o peso aos 68 dias de idade.

Palavras-chave: aminoácido digestível, desempenho, proteína ideal, rendimento de carcaça

DIGESTIBLE LYSINE IN DIETS FOR FEMALE TURKEYS

Author: Matias Djalma Appelt

Advisor: Fabiano Dahlke

Co-Advisor: Alex Maiorka

ABSTRACT

In the present study evaluated the effect of diets with different levels of digestible lysine on performance of female turkeys light in initial stages, growth and final. 2400 turkeys were used in commercial hybrid strain BUT, being 800 for each phase, distributed in a completely randomized design in experiment 1 (early stage) and in a randomized block design in 2 experiments (growing phase) and 3 (final stage) consisting of 5 treatments (levels of digestible lysine), with 8 repetitions of 20 turkeys per pen. In experiment 1 levels used foram1, 36, 1.45, 1.58, 1.69 and 1.82% digestible lysine. In experiment 2 tested the levels 1.22, 1.32, 1.44, 1.54 and 1.62% digestible lysine. Levels tested in experiment 3 were 0.97, 1.04, 1.14, 1.21, and 1.37% digestible lysine. The performance characteristics evaluated were body weight, weight gain, feed intake, feed conversion, calorie conversion, protein efficiency ratio and productive. From the data of body weight of experiment 1 coefficient was used Pearson correlation to assess the degree of association between the weights of birds at different ages. Furthermore, in experiment 3 evaluated the carcass after 68 days of age. The estimated digestible lysine requirement of female turkeys light for the initial phase was 1.69% for better performance. For the growth phase the levels achieved are similar to those recommended by the manual line and may use

the standard 1.22% lysine with no reduction in performance. Levels between 1.21 and 1.37% digestible lysine in the final stage, can result in better performance and carcass yield of turkey females light. There were correlations between the weight in the first week and late stage (25 days) and between weight at 25 days with weight at 68 days old.

Key words: digestible amino acid, performance, ideal protein, carcass yield

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Fórmulas das cinco rações utilizadas para perus fêmeas leves na fase inicial (1 a 25 dias) do experimento 1.....	43
Tabela 2. Fórmulas das cinco rações utilizadas para perus fêmeas leves na fase crescimento (30 a 48 dias) do experimento 2.....	46
Tabela 3. Fórmulas das cinco rações utilizadas para perus fêmeas leves na fase final (48 a 68 dias) do experimento 3.....	49
Tabela 4. Fórmulas das rações padrão utilizadas nos três experimentos, nas fases em que os perus fêmeas não recebiam as rações experimentais...	52
Tabela 5. Peso corporal aos 7 dias (PC7), ganho de peso (GP), consumo de ração (CR), conversão alimentar (CA), conversão calórica (CC), conversão protéica (CP) e índice de eficiência produtiva (IEP) de perus fêmeas leves submetidos a cinco níveis de lisina digestível no período de 1 a 7 dias de idade.....	54
Tabela 6. Peso corporal aos 14 dias (PC14), ganho de peso (GP), consumo de ração (CR), conversão alimentar (CA), conversão calórica (CC), conversão protéica (CP) e índice de eficiência produtiva (IEP) de perus fêmeas leves alimentadas com ração contendo cinco níveis de lisina digestível no período de 8 a 14 dias de idade.....	55
Tabela 7. Peso corporal aos 25 dias (PC25), ganho de peso (GP), consumo de ração (CR), conversão alimentar (CA), conversão calórica (CC), conversão protéica (CP) e índice de eficiência produtiva (IEP) de perus fêmeas leves alimentadas com ração contendo cinco níveis de lisina digestível no período de 15 a 25 dias de idade.....	56
Tabela 8. Peso corporal aos 25 dias (PC25), ganho de peso (GP), consumo de ração (CR), conversão alimentar (CA), conversão calórica (CC), conversão protéica (CP) e índice de eficiência produtiva (IEP) de perus fêmeas leves alimentadas com ração contendo cinco níveis de lisina digestível na fase inicial (1 a 25 dias de idade).....	57
Tabela 9. Peso corporal aos 48 dias (PC48), ganho de peso (GP), consumo de ração (CR), conversão alimentar (CA), conversão calórica (CC), conversão protéica (CP) e índice de eficiência produtiva (IEP) de perus	

fêmeas leves na fase crescimento alimentadas com ração contendo cinco níveis de lisina digestível na fase inicial.....	58
Tabela 10. Peso corporal aos 68 dias (PC68), ganho de peso (GP), consumo de ração (CR), conversão alimentar (CA), conversão calórica (CC), conversão protéica (CP) e índice de eficiência produtiva (IEP) de perus fêmeas leves na fase final alimentadas com ração contendo cinco níveis de lisina digestível na fase inicial.....	59
Tabela 11. Coeficiente de correlação de Pearson em cada nível de lisina e no geral para os pesos corporais de perus fêmeas leves no período de 1 a 68 dias de idade.....	60
Tabela 12. Peso corporal aos 48 dias (PC48), ganho de peso (GP), consumo de ração (CR), conversão alimentar (CA), conversão calórica (CC), conversão protéica (CP) e índice de eficiência produtiva (IEP) de perus fêmeas alimentados com ração contendo cinco níveis de lisina digestível na fase crescimento.....	62
Tabela 13. Peso corporal aos 68 dias (PC68), ganho de peso (GP), consumo de ração (CR), conversão alimentar (CA), conversão calórica (CC), conversão protéica (CP) e índice de eficiência produtiva (IEP) de perus fêmeas na fase final alimentados com ração contendo cinco níveis de lisina digestível na fase crescimento.....	63
Tabela 14. Peso corporal aos 68 dias (PC68), ganho de peso (GP), consumo de ração (CR), conversão alimentar (CA), conversão calórica (CC), conversão protéica (CP) e índice de eficiência produtiva (IEP) de perus fêmeas alimentados com ração contendo cinco níveis de lisina digestível na fase final.....	64
Tabela 15 – Efeito dos níveis de lisina digestível da dieta (entre 48-68 dias de idade) sobre o peso vivo, peso de carcaça e rendimento de carcaça.....	65

LISTA DE ABREVIATURAS

Arg:Lis	relação entre arginina e lisina
ATP	Adenosina tri-fosfato
BBD	γ -butirobetaina dioxigenase
BUT	British United Turkeys
Ca	Cálcio
CA	conversão alimentar
CC	conversão calórica
c-NOS	óxido nítrico-sintase constitutiva
CP	conversão protéica
CR	consumo de ração
CV	coeficiente de variação
EE	Extrato Etéreo
EB	Energia Bruta
EM	energia metabolizável
e-NOS	óxido nítrico-sintase endotelial
FB	Fibra Bruta
g	grama
GP	ganho de peso
IEP	índice de eficiência produtiva
i-NOS	óxido nítrico-sintase induzível
PB	proteína bruta
NRC	National Research Council
kcal	Quilocalorias
LPS	lipopolissacarídeos bacterianos
m	metro
MN	Matéria Mineral
n-NOS	óxido nítrico-sintase neuronal
NO	óxido nítrico
NOS	óxido nítrico-sintase
P	Fósforo
p	probabilidade
PAF	fator ativador de plaquetas
PÇ	peso de carcaça
PPM	partes por milhão
PV	peso vivo
RC	rendimento de carcaça
SNK	Student-Newman-Keuls
TML	trimeti-lisina
TMLD	trimeti-lisina dioxigenase
HTML	3-hidroxi- trimeti-lisina
TMABA	4-trimetil-aminobutiraldeído
TMABA-DH	4-trimetil-aminobutiraldeído -dehidrogenase
TNF α	fator de necrose tumoral
UBA	União Brasileira de Avicultura
UI	unidades internacionais
Vit	Vitamina

SUMÁRIO

RESUMO	i
ABSTRACT	iii
LISTA DE TABELAS	1
LISTA DE ABREVIATURAS	3
CAPÍTULO 1	5
1.1 INTRODUÇÃO GERAL	5
1.2 OBJETIVOS	6
CAPÍTULO 2	7
LISINA DIGESTÍVEL EM DIETAS PARA PERUS	7
- REVISÃO BIBLIOGRÁFICA -	7
RESUMO	7
DIGESTIBLE LYSINE IN DIETS FOR TURKEYS	9
ABSTRACT	9
2.1 INTRODUÇÃO	10
2.2 PROTEÍNA IDEAL	12
2.3 LISINA	13
2.4.1 Degradação da lisina	16
2.4.2 Antagonismo entre a lisina e arginina	18
2.4 ENERGIA	22
2.5 EXCREÇÃO DE NITROGÊNIO	23
2.6 IMPLICAÇÕES	24
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	25
CAPÍTULO 3	35
NÍVEIS DE LISINA DIGESTÍVEL EM DIETAS PARA PERUS FÊMEAS	35
RESUMO	35
DIGESTIBLE LYSINE IN DIETS FOR FEMALE TURKEYS	37
ABSTRACT	37
3.1 INTRODUÇÃO	39
3.2 MATERIAIS E MÉTODOS	41
3.2.1 Experimento 1	41
3.2.2 Experimento 2	44
3.2.3 Experimento 3	47
3.2.4 Rações Referência	52
3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	53
3.3.1 Experimento 1	53
3.3.2 Experimento 2	61
3.3.3 Experimento 3	63
3.3.3.1 Rendimento de Carcaça	65
3.4 CONCLUSÕES	66
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	67

CAPÍTULO 1

1.1 INTRODUÇÃO GERAL

A produção de perus vem crescendo no Brasil nos últimos anos está crescendo nos últimos anos, devido à vasta extensão territorial, grandes empresas avícolas e pesquisas relacionadas com a nutrição destas aves. Na busca por maior rentabilidade da produção, instituições de pesquisa e empresas atuam em parceria, realizando estudos na área da nutrição para melhorar os índices produtivos.

Com o surgimento do conceito de proteína ideal e a utilização deste na formulação de rações para aves, as pesquisas com objetivo de definir o balanço exato dos aminoácidos se tornaram essenciais para melhorar a produtividade. No entanto, as necessidades nutricionais de perus não são totalmente conhecidas, principalmente as exigências de aminoácidos.

Dentre os aminoácidos mais importantes, a lisina é o aminoácido referência quando utilizado o conceito de proteína ideal, tem funções cruciais na síntese protéica, sendo amplamente utilizado na forma sintética em rações para aves. Contudo, é necessário entender como este aminoácido é degradado, quais suas funções e os fatores que podem interferir na sua absorção, bem como a sua excreção, para auxiliar na determinação das exigências e recomendações nutricionais de lisina para perus.

O Brasil, juntamente com alguns países europeus é um dos poucos produtores que abatem perus fêmeas classificadas como leves (4-5 kg de peso vivo). Desta forma, pesquisas envolvendo estas aves são escassas e apresentam grandes variações nos resultados, referentes principalmente às linhagens genéticas utilizadas.

Tendo o conhecimento das exigências nutricionais de perus fêmeas leves, podem-se acurar as recomendações de lisina digestível e consequentemente dos outros aminoácidos para estas aves, melhorando a produção e seu rendimento.

1.2 OBJETIVOS

Avaliar os efeitos de cinco níveis de lisina digestível na ração de perus fêmeas leves nas fases inicial, crescimento e final sobre o desempenho zootécnico e rendimento de carcaça.

CAPÍTULO 2

LISINA DIGESTÍVEL EM DIETAS PARA PERUS

- REVISÃO BIBLIOGRÁFICA -

RESUMO

A cadeia de produção de perus no Brasil ocupa posições importantes como 3º produtor e 2º exportador mundial, havendo uma grande capacidade de expansão desta produção. As especificações nutricionais apresentam variações entre as tabelas de exigências disponíveis e os resultados de pesquisas, pois avaliam perus fêmeas classificadas como pesadas, sendo que o Brasil é um dos poucos países a produzir fêmeas leves. Para aumentar a produção destas aves e diminuir seus custos é necessário o correto balanceamento das rações, pois os gastos com nutrição representam de 60 a 65% dos custos de produção. Dentre os aminoácidos, a lisina é de grande importância, pois atua na deposição protéica e sua utilização como aminoácido referência, no conceito de proteína ideal, influencia as exigências dos outros aminoácidos. Além disso, se a lisina estiver em excesso pode ocorrer o processo de antagonismo com a arginina, aumentando as exigências desse aminoácido e diminuindo o desempenho das aves. Assim, esta revisão bibliográfica tem como objetivos demonstrar a importância da lisina na nutrição de peruas leves e as variações das recomendações deste aminoácido, bem como descrever os processos de degradação da lisina e aqueles em que esse aminoácido atua.

Palavras-chave: aminoácido digestível, desempenho, consumo de ração, proteína ideal

DIGESTIBLE LYSINE IN DIETS FOR TURKEYS

ABSTRACT

The chain of production of turkeys in Brazil is large as 3 producer and 2nd world exporter, with a great capacity for expansion of this production system. However, most tables of requirements and research aims to evaluate female turkeys classified as heavy. To increase production and reduce the cost of it is necessary to the proper balancing of rations, as the food expenditure account for the majority of production costs. The protein (amino acids) and energy directly influence the performance of turkeys and nutritional specifications have large variations between the requirements of tables available and the search results. Among amino acids, the lysine is of great importance because it operates in protein deposition and its use as a reference amino acid, the concept of ideal protein, influences the demands of other amino acids. Moreover, if the lysine is in excess can occur the process of antagonism with arginine, increasing the requirements of this amino acid and reducing the performance of birds. Thus, this review aims to demonstrate the importance of lysine in the nutrition of light vans and large variation of this amino acid requirement, and describe the processes of degradation of lysine, and those in which this amino acid acts.

Key words: digestible amino acid, performance, feed intake, ideal protein

2.1 INTRODUÇÃO

A cadeia de produção de perus no Brasil está em franca expansão. O país ocupa hoje a 3º posição no ranking mundial, com a produção anual de 458 mil toneladas desta carne, sendo 61% destinado ao mercado interno e 39% embarcadas para o exterior. As exportações brasileiras foram responsáveis por 27% do comércio mundial de peru tornando-se o segundo maior exportador do produto, superando pela primeira vez, os países integrantes da União Européia (Benício et al., 2009). O estado do Paraná é hoje o maior produtor entre os Estados Federativos, sendo responsável pelo abate de 36,28% dos perus produzidos no país.

O ponto crítico da produção avícola é o gasto com alimentação, especialmente com as especificações nutricionais de energia e proteína (aminoácidos), que contribuem com a maior parte do preço da ração e são diretamente responsáveis pelo desempenho animal e preço final do produto. Assim, para auxiliar no aumento da produção e diminuição dos seus custos é essencial à utilização de rações balanceadas de acordo com cada categoria e fase de vida.

Os perus, em comparação com os frangos, têm exigências altas de proteína bruta (PB) na dieta, porém, estes níveis podem ser reduzidos se houver um conhecimento adequado dos níveis mínimos de aminoácidos necessários para suprir as exigências de manutenção e produção (Kidd et al., 1998), reduzir os custos com alimentação (Noble et al., 1996) e as anormalidades nas pernas (Ferket & Sell, 1989).

Desta forma, é recomendável manter uma relação entre os aminoácidos para evitar problemas de desempenho, resultante do desbalanço entre eles

(Silva Junior et al., 2005). Porém, considerando a importância da produção de perus, são escassas e antigas a maioria das informações disponíveis na literatura sobre exigências nutricionais e não é raro encontrar grandes variações impostas aos níveis de lisina e os demais aminoácidos.

O NRC (1994), por exemplo, é a mais recente tabela de recomendações nutricionais de aminoácidos para perus, porém, seu uso apresenta diversas restrições: os níveis recomendados não diferenciam por sexo, os dados são baseados principalmente em ensaios clássicos de alimentação e as linhagens estudadas são menos desenvolvidas que as utilizadas nos dias de hoje. Contudo, sabe-se que houve uma evolução genética das linhagens nas últimas décadas e as recomendações de aminoácidos sugeridos pela literatura podem ser insuficientes para o ótimo crescimento das linhagens comerciais atuais.

Além disso, as pesquisas mais recentes com nutrição de perus fêmeas avaliam animais que se situam na faixa de peso classificada como fêmeas pesada (9-12 kg de peso vivo). O Brasil é um dos poucos produtores que abatem peruas classificadas como fêmeas leves ou *roaster* (4-5 kg de peso vivo). Normalmente, procura-se utilizar exigências nutricionais determinadas para peruas pesadas na formulação de dietas para peruas leves de mesma linhagem, entretanto esse procedimento é questionável uma vez que se trata de aves com finalidades diferentes (cortes ou carcaça inteira, respectivamente).

Embora a lisina seja o segundo aminoácido limitante para aves, ela é usada como aminoácido referência (padrão = 100) na formulação de rações com base na proteína ideal, pois, é utilizada quase que exclusivamente na deposição de proteína corporal e na síntese de carnitina, que atua no transporte de ácidos graxos para a β -oxidação na mitocôndria (Costa et al.,

2008), em contraste com a metionina e a cistina, que são utilizadas por diferentes caminhos metabólicos, como manutenção e plumagem (Pack, 1995). Desta forma, é necessário o conhecimento da exigência digestível deste aminoácido, nas diferentes fases de desenvolvimento.

Se algum erro de avaliação da exigência de lisina for cometido, todos os demais aminoácidos também terão sua estimativa incorreta. Assim, diferentes relações aminoácidos essenciais:lisina são pesquisadas, visando atender melhor às exigências nutricionais das aves (Silva & Queiroz, 2002).

Os objetivos desta revisão são demonstrar a importância da lisina na nutrição de peruas leves e a grande variação das exigências deste aminoácido, bem como descrever os processos de degradação da lisina e aqueles em que esse aminoácido atua.

2.2 PROTEÍNA IDEAL

A proteína ideal pode ser definida como o balanço exato dos aminoácidos, sem deficiências ou excessos, com o objetivo de satisfazer as exigências absolutas de todos os aminoácidos para manutenção e máximo ganho de proteína corporal, reduzindo assim o uso de aminoácidos como fonte de energia e promovendo menor excreção de nitrogênio.

A lisina é considerada o aminoácido referência (padrão), quando são formuladas rações utilizando o conceito de proteína ideal, devido apresentar praticidade na análise, baixo custo de suplementação, bastante estudo realizados e principalmente, por ser quase que totalmente utilizada para deposição de proteína corporal (Baker & Han, 1994). É facilmente encontrado na forma sintética o que viabiliza sua inclusão em dietas, além de possuir

diversas publicações referentes às suas aplicações na avicultura (Emmert & Backer 1997).

Com o estabelecimento das exigências de lisina, os outros aminoácidos têm seus requerimentos ajustados como percentuais em relação à este (Emmert & Baker, 1997; Firman & Boling, 1998).

O perfil “ideal” de aminoácidos para perus já está estabelecido segundo Baker & Chung (1992). Entretanto o perfil de aminoácidos sugerido é quase idêntico ao perfil estabelecido para frangos de corte NRC (1994), com exceção de treonina, aminoácidos sulfurados e triptofano.

2.3 LISINA

A lisina é um aminoácido essencial, ou seja, não é sintetizada em quantidades suficientes para atender as exigências das aves e precisa ser adicionada na dieta de perus. Em geral, a lisina apresenta-se como um dos primeiros aminoácidos limitantes em muitas fontes de proteína que são utilizadas para a elaboração de rações comerciais, especialmente de origem vegetal.

As primeiras pesquisas envolvendo lisina foram baseadas em níveis de aminoácidos totais em vez de aminoácidos digestíveis, o que se pode verificar no estudo de Kratzer et al. (1956) ao determinar que de 4 a 8 semanas o nível 0,96% de lisina total resultou em melhor desempenho para perus do sexo masculino e feminino. Balloun & Phillips (1957) sugeriram níveis de 1,55% de lisina total para ambos os sexos de 0 a 6 semanas de idade. Posteriormente, os estudos se concentraram no conceito de aminoácidos digestíveis, sendo este utilizado até hoje na formulação de dietas para aves.

O NRC (1994) recomenda valores de lisina digestível para perus de 1,6% para a fase de 0 a 4 semanas; 1,5% para 4 a 8; 1,3% para 8 a 12; e 1% para 12 a 16 semanas de idade, para dietas com 2800, 2900, 3000 e 3100 kcal de energia metabolizável (EM), respectivamente. No entanto, o NRC não apresenta exigências separadas para machos e fêmeas. Além disso, comparando as recomendações do NRC de 1971 e 1994, observa-se que as exigências da maioria dos aminoácidos foram mantidas relativamente constantes.

O manual da linhagem BUT (British United Turkeys) recomenda níveis de lisina digestível para perus fêmeas de 1,58% para a fase de 1 a 25 dias; 1,44% para 26 a 48 e 1,14% para 49 a 70 dias de idade, para dietas com 2940, 3050 e 3200 kcal de energia metabolizável (EM), respectivamente. Desta forma, podem-se verificar as variações nas exigências de lisina e energia sugeridas para a produção de perus fêmeas, dificultando a formulação de dietas balanceadas.

Lehman et al. (1996) estudando respostas de desempenho nas fases de crescimento (8 a 12 semanas) e terminação (16 a 20 semanas) em perus recebendo diferentes níveis de lisina verificaram que níveis de até 20% superiores aos recomendados pelo NRC (1994) foram insuficientes para o máximo desempenho dos animais. Também, Waldroup et al. (1997, 1998) e Veldkamp et al. (2000, 2003), verificam maiores consumo de ração, ganho de peso e rendimento de peito de perus quando utilizado níveis de lisina superiores ao indicado pelo NRC (1994).

Utilizando 1,86% de lisina digestível e 2837 kcal/kg de EM para perus machos, Veldkamp et al. (2003), verificaram maior ganho de peso de 0 a 28

dias de idade, sendo que este nível é superior ao recomendado pelo NRC (1994). Os mesmos autores observaram aumento no peso corporal, peso da carcaça, e nos pesos absoluto de todas as partes da carcaça em uma função exponencial como o aumento dos níveis de lisina digestível.

Segundo estudo realizado por Boling & Firman (1998), com perus fêmeas na fase inicial (1 a 21 dias), utilizando o conceito de proteína ideal e níveis de lisina menores que os recomendados pelo NRC (1994), com 3100 e 3200 kcal/kg de EM, o nível de 1,32% de lisina digestível proporcionou maior ganho de peso e melhor conversão alimentar. Thompson et al. (2004) alimentado perus fêmea na fase inicial (1 a 28 dias) com dietas contendo de 1,08 a 1,43% de lisina digestível e 3200 kcal/kg de EM, utilizando análise regressão, afirmam que o nível mais adequado para ganho de peso corporal, no período de 4 a 15 dias é de 1,29%. No entanto, utilizando de 0,88 a 1,30% de lisina digestível no período de crescimento (29 a 40 dias), os mesmos autores determinaram a exigência de lisina digestível como sendo 1,16% para ganho de peso e 1,12% para conversão alimentar. Posteriormente, Firman (2004) testando diferentes níveis de lisina em dietas iso-calórica (3100 kcal/kg) para perus fêmeas, determinaram as exigências para melhor ganho de peso corporal como sendo 1,31% de lisina digestível para o período de 7 a 18 dias e 1,19% para o de 23 a 37 dias.

As diferenças entre as recomendações nutricionais encontradas na literatura podem ter ocorrido devido, a grande evolução genética destas aves e a utilização de novas tecnologias no sistema de produção dos perus.

2.4.1 Degradação da lisina

A absorção dos aminoácidos é influenciada pela idade da ave, pelo sexo, pela temperatura, pela linhagem, pelo estresse e por fatores físico-químicos como a estereoespecificidade, ou seja, pelos L-isômeros que em geral são absorvidos em níveis bem maiores do que os D-isômeros (Wannmacher & Dias, 1988). Os L-isômeros são transportados contra o gradiente de concentração.

Nas vilosidades intestinais ocorre a “migração” dos enterócitos, por um processo de mitose, para a extremidade da cripta. Durante esta migração, na membrana luminal da célula, os enterócitos desenvolvem mecanismos de transporte de membrana, os quais são intimamente relacionados com a síntese de proteínas. Nas aves, grande parte das proteínas carregadoras está presente no íleo, implicando ser o local de maior absorção de aminoácidos (Macari et al., 2002).

A concentração de aminoácidos livres nos líquidos extracelulares é significativamente menor que dentro das células. Este gradiente de concentração é mantido porque os sistemas de transporte ativo, dirigidos pela hidrólise de ATP, são exigidos para o movimento de aminoácidos do espaço extracelular para dentro das células (Larbier & Leclerq, 1992). Os aminoácidos básicos (lisina, arginina) possuem reações de transporte mais rápidas para o interior dos enterócitos. No entanto, os di e tripeptídios que não foram hidrolizados a aminoácidos no lúmen intestinal são transportados, via proteína transportadora de peptídeos, para o citosol do enterócito onde ocorre sua hidrólise.

A lisina juntamente com a leucina são aminoácidos denominados cetogênicos, cujo catabolismo produz acetoacetato ou um de seus precursores (acetil-CoA ou acetoacetil-CoA). Seu esqueleto de carbono não é substrato para a gliconeogênese e para o glicogênio.

Além de atuar na deposição protéica, a lisina atua também na síntese de colágeno, o qual é necessário para a formação do tecido conectivo e matriz óssea, já que é precursor da hidroxilisina formada pela hidroxilação da lisina através do co-fator ácido ascórbico (Sandel & Daniel, 1988). A síntese da hidroxilisina ocorre por ação de oxigenases do retículo endoplasmático que catalisam a hidroxilação de resíduos de lisina do colágeno durante o processo de acabamento pós-tradução.

Juntamente com a metionina, a lisina é precursora da carnitina, a qual é utilizada no transporte intracelular dos ácidos graxos dentro da mitocôndria para a oxidação, cumprindo assim um papel importante no metabolismo (Murillo-Gurrea et al. 1999). A carnitina também está envolvida no transporte dos produtos da β -oxidação do peroxisoma, incluindo o acetyl-CoA às mitocôndria para a oxidação no ciclo de Krebs (Jakobs & Wanders, 1995; Verhoeven et al., 1998). Outras funções da carnitina incluem modulação da relação de acil-CoA/CoA (McGarry & Brown, 1997), armazenamento da energia na forma de acetilcarnitina (Bremer, 1983) e a modulação de efeitos tóxicos de grupos acil pouco metabolizados excretando-os como ésteres de carnitina (Duran et al., 1990; Rebouche, 1996).

A lisina fornece o esqueleto de carbono a carnitina (Horne & Broquist, 1973; Tanphaichitr & Broquist, 1973) e os grupos 4-N-metil são originados da metionina (Tanphaichitr et al., 1971). Esta reação é catalisada por

metiltransferases específicas, as quais usam a S-adenosilmetionina como um doador do grupo metil (Paik & Kim, 1971). A hidrólise lisosomal destas proteínas atua na liberação da trimetil-lisina (TML), que é o primeiro metabólito da biossíntese da carnitina (LaBadie et al., 1976; Dunn et al., 1984). A TML é primeiramente hidroxilado na posição três pela TML dioxigenase (TMLD) para formar o 3-hidroxi-TML (HTML). A quebra do HTML por uma aldolase resulta no 4-trimetil-aminobutiraldeído (TMABA) e na glicina. A Dehidrogenação do TMABA forma a TMABA-dehidrogenase (TMABA-DH) que atua na formação de 4-N-trimetilaminobutirato (butirobetaina). Na última etapa, a butirobetaina é hidroxilada na posição 3 pela γ -butirobetaina dioxigenase (BBD) para formar a carnitina (Vaz & Wanders, 2002).

Os aminoácidos sintéticos são absorvidos mais rapidamente do que aminoácidos contidos na proteína da dieta. Porém, na prática, pode não ocorrer uma biodisponibilidade completa, devido a uma competição por sítios de absorção e também pode ocorrer uma absorção completa, mas com eliminação via urina (Carpenter, 1973, citado por Longland, 1991).

2.4.2 Antagonismo entre a lisina e arginina

Segundo Austic (1981), antagonismo é uma interação que envolve aminoácidos estruturalmente semelhantes, sendo que o excesso de um deles eleva a exigência do outro.

A lisina possui semelhança estrutural com a arginina e em caso de desbalanceamento, entre estes, podem ocorrer interações negativas, ou seja, uma competição por sítio de absorção (D’Mello, 2003). Esta competição é mais conhecida como antagonismo e influencia diretamente a absorção destes

aminoácidos, podendo causar aumento e/ou redução da atividade de enzimas específicas do metabolismo dos aminoácidos.

O excesso de lisina estimula a arginase renal, aumentando o catabolismo de arginina no organismo e causando, portanto, sintomas de deficiência de arginina, devido às aves não possuírem ciclo da uréia funcional (Jones et al., 1967; D'Mello, 2003) e não utilizarem o ácido glutâmico como fonte de ornitina. Dessa forma, as aves não conseguem sintetizar a arginina usando amônia e ornitina (Tamir & Ratner, 1963a; 1963b). Além disso, o antagonismo lisina: arginina diminui a atividade da enzima glicina-amidnotransferase no fígado e, possivelmente, limita a formação de creatina (Andriguetto et al., 1999). A creatina é convertida em fosfocreatina e utilizada como reserva de energia, principalmente nas células musculares.

A arginina participa da síntese do óxido nítrico (NO) considerado um dos mais importantes mediadores de processos intra e extracelulares (Dusse et al, 2003). A síntese do NO resulta da oxidação de um dos dois nitrogênios guanidino da L-arginina, que é convertida em L-citrulina. Esta reação é catalisada pela enzima NO-sintase (NOS) (Marletta, 1993, Moncada et al., 1991). No entanto, existem três isoformas de NOS que são agrupadas em duas categorias, a NOS constitutiva (c-NOS), dependente de íons cálcio e de calmodulina, que está envolvida na sinalização celular, e a NOS induzível (i-NOS), produzida por macrófagos e outras células ativadas por citocinas (Marletta, 1994; Moncada et al., 1991).

A c-NOS produz pequenas quantidades de NO e compreende a NOS neuronal (n-NOS, tipo I), presente normalmente nos neurônios (Bredt & Snyder, 1989; Knowles et al, 1989), e a NOS endotelial (e-NOS, tipo III), presente

normalmente nas células endoteliais vasculares (Moncada et al., 1991) e nas plaquetas (Radomski et al., 1990).

A i-NOS não é expressa sob condições normais, é induzida por citocinas e/ou endotoxinas em uma variedade de células, incluindo-se macrófagos, linfócitos T, células endoteliais, miócitos, hepatócitos, condriócitos, neutrófilos e plaquetas (Moncada et al., 1991). Esta isoforma requer algumas horas para ser expressa, mas, uma vez sintetizada, libera quantidades maiores de NO que a c-NOS (Dusting & MacDonald, 1995). Alguns fatores são importantes na produção da i-NOS, entre eles o fator de necrose tumoral (TNF α), lipopolissacarídeos bacterianos (LPS), a interleucina-2, o fator ativador de plaquetas (PAF) e o interferon gama (Knobel, 1996). Na presença de endotoxemia verifica-se o aumento destes fatores que eleva os níveis de i-NOS, demonstrando que estes fatores são sinalizadores celulares que trabalham juntos na modulação da resposta imune (Nathan, 1992). Desta forma, o NO tem ação benéfica no combate de vários agentes patógenos de aves e por isso a importância de manter a relação adequada de lisina:arginina.

Em pintos da raça Leghorn entre duas e quatro semanas de idades, a deficiência de arginina prejudica o desenvolvimento do timo e do baço, pois diminui o ganho de peso e o peso relativo destes órgãos (Kwak et al., 1999). Procurando verificar a ação da arginina sobre o sistema imune das aves, Raminrez et al. (1996) administraram quatro soluções orais de arginina (25; 2,5; 0,25 e 0,025 mg) para pintos recém nascidos e após 8 horas fizeram inoculação com *Salmonella enteritidis*, concluindo que as soluções utilizadas reduziram a infecção por salmonela nas aves em 30, 50, 40 e 36%,

respectivamente. Para aliviar os efeitos depressivos causados, em dieta rica em lisina, recomenda-se aumentar o nível de arginina (Gadelha et al., 2003).

Em frangos de corte, o antagonismo foi observado quando o teor de lisina da dieta foi de 2 a 3,5% (Jones et al., 1967; Austic & Scott, 1975) ou quando houve uma relação lisina-arginina de 2,2 a 2,6:1 (O'Dell & Savage, 1966). Mendes et al. (1997) e Brake et al. (1998), avaliando o efeito da relação arginina:lisina digestível em dietas para frangos de corte, não detectaram melhora no ganho de peso das aves, entretanto, observaram melhor conversão alimentar à medida que se aumentou a relação Arg:Lis em condições de alta temperatura ambiente. Mack et al. (1999) e Rostagno et al. (2005) encontraram melhores valores de desempenho, para frangos de corte, quando utilizada a relação Arg:Lis digestível próximas de 110%.

Mendes et al. (1997) observaram redução linear ($P < 0,05$) da gordura abdominal das aves, com o aumento da relação Arg:Lis em condições de alta temperatura ambiente. Costa et al. (2001) realizando um experimento com frangos de corte, no período de 22 a 42 dias de idade, e avaliando o efeito da relação arginina:lisina digestível (95,0; 102,5; 110,0; 117,5; 125,0; e 132,5% da relação Arg:Lis na ração) observaram não houve efeito significativo dos tratamentos no desempenho de frangos de corte, entretanto, à medida que aumentou a relação Arg:Lis, houve efeito linear crescente para o rendimento de perna e decrescente para a gordura abdominal.

Embora a alimentação de aves com dietas sem a inclusão de arginina resulte em diminuição do crescimento, a mortalidade é afetada somente após 27 dias de alimentação dessa dieta (Ousterhout, 1960).

Apesar de vários estudos em aves, sabe-se que embora existam efeitos metabólicos do excesso de ingestão de lisina sobre o metabolismo da arginina, esses mecanismos não estão completamente definidos.

2.4 ENERGIA

A energia é um dos principais componentes nutricionais que determinam o desempenho da ave. Não é exatamente um nutriente, mas uma propriedade dos nutrientes de transformarem-se em energia quando são oxidados durante o metabolismo dos alimentos (Murakami & Furlan, 2002; Oliveira & Almeida, 2004). A energia é liberada como calor ou é armazenada na forma de tecido adiposo para posterior uso nos processos metabólicos dos animais (Penz Júnior et al., 1999).

O aporte de energia dietética deve suprir as demandas para manutenção dos processos vitais e do crescimento, sobretudo do anabolismo protéico. Quando as aves recebem alimento à vontade, o consumo da ração e, principalmente, a conversão alimentar dependem, em grande parte, do nível de energia (Rostagno et al., 2005). Por outro lado, o excesso de energia dietética sem o adequado ajuste de nutrientes como proteína, aminoácidos, vitaminas e minerais, ocasiona um desequilíbrio dos nutrientes, que além de atender as demandas metabólicas para manutenção e crescimento, provoca a deposição excessiva de gordura (lipídios) na carcaça, diminuindo a taxa de crescimento e resultando em implicações negativas na qualidade final da carcaça (Lesson & Summers, 2001).

A eficiência de utilização da energia do alimento para o ganho de peso pode diminuir conforme se aumenta a densidade energética da dieta, ou

alternativamente, a quantidade de energia requerida por unidade de ganho de peso pode aumentar à medida que o nível energético por quilograma da dieta é aumentado, podendo provocar como consequência uma pior conversão alimentar (Ost & Peixoto, 2000).

No entanto, a relação entre proteína (aminoácidos) e energia tem grande influência sobre o desempenho e rendimento de carcaça das aves. Após a redução efetiva da taxa de crescimento a partir do pico de deposição protéica, o correto fornecimento de energia na ração é fundamental para evitar o acúmulo excessivo de gordura na carcaça (Toledo, 2006).

Shalev & Pasternak (1998) afirmam que o consumo energético relativo à exigência de energia de peru, recomendadas pelo NRC (1994), foi menor em fêmeas do que nos machos. Comprovando, portanto, que na estimativa das exigências de energia para perus deve-se levar em consideração o sexo destas aves, pois as fêmeas consomem menos ração que os machos. No caso da dieta apresentar níveis de energia menores que os recomendados, outros nutrientes, bem como os aminoácidos serão degradados e utilizados como fonte de energia para os processos vitais das aves.

2.5 EXCREÇÃO DE NITROGÊNIO

O excesso de aminoácidos tem influência direta na excreção de nitrogênio, aumentando a capacidade poluente das excretas e contaminação do ambiente. Sabe-se que do total de nitrogênio ingerido pelas aves, 51,1% fica retido na carcaça, 30,6% permanece na cama e 18,3% se volatiliza na forma de amônia (Patterson & Adrizal, 2005), sendo que o total de proteína na

ração ou eficiência de sua utilização podem afetar o total de nitrogênio excretado (Aletor et al. 2000).

Os problemas da excreção excessiva de nitrogênio são: a volatilização do nitrogênio na forma de amônia podendo prejudicar o desempenho dos animais, causar problemas respiratórios em humanos e contribuir para a chuva ácida; no solo o nitrato pode ser transformado em nitrito, que caso ingerido pode ligar-se à hemoglobina diminuindo o transporte de oxigênio; o excesso de nitrogênio favorece o desenvolvimento desordenado de algas, que quando são decompostas consomem o oxigênio dissolvido na água, comprometendo o crescimento de outros organismos aquáticos. Dessa forma, é importante considerar o impacto que os níveis e tipos de proteína empregada ou até mesmo a eficiência de sua utilização exerce sobre a excreção de nitrogênio para o ambiente, antes de definir quais os níveis de aminoácidos a serem empregados.

2.6 IMPLICAÇÕES

A lisina tem grande importância na nutrição de perus, na síntese protéica e principalmente na determinação das exigências dos demais aminoácidos. No entanto as exigências deste, de outros aminoácidos e de energia ainda não estão bem definidas para ambos os sexos, para as diferentes fases de produção e finalidades as quais os perus são produzidos.

Dentre os mecanismos de degradação, absorção, síntese de compostos e antagonismo aos quais a lisina está envolvida, alguns ainda não estão completamente definidos, o que dificulta a compreensão do ciclo como um todo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALETOR, V.A.; HAMID, I.I.; NIEB, E. Low-protein amino acid-supplemented diets in broiler chickens: effects on performance, carcass characteristics, whole body composition and efficiencies of nutrient utilization. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 80, p. 547-554, 2000.

ANDRIGUETTO, J.M.; PÉRLY, L.; MINARDI, I. et al. **Nutrição animal**, 6ª ed. Nobel, São Paulo. 395p, 1999.

AUSTIC, R.E.; SCOTT, R.L. Involvement of food intake in the lysine-arginine antagonism in chicks. **The Journal of Nutrition**, v.105, p.1122-1131, 1975.

AUSTIC, R.E., On the nature of amino acid interactions. In: Cornell Nutrition Conference, 1981, Ithaca. **Proceedings...**Ithaca: Cornell University, 1981.

BAKER, D. H.; CHUNG, T. K. Ideal protein for swine and poultry. **BioKyowa Technology Reviewe**, v. 4, 1992.

BAKER, D.H.; HAN, Y. Ideal amino acid profile for chicks during the first three weeks post hatching. **Journal of Poultry Science**, v.73, p.1441-1447, 1994.

BALLOUN, S.L.; PHILLIPS, R.E. Lysine and protein requirements of bronze turkeys. **Poultry Science**, v.36, p.884- 891, 1957.

BENÍCIO, L.S. Tendências do mercado internacional de carnes. Disponível em: <http://www.cnpsa.embrapa.br/setoriam/documentos>. Acesso em: 12/03/2009.

BOLING, S.D.; FIRMAN, J. D. Digestible Lysine Requirement of Female Turkeys During the Starter Period. **Poultry Science**, v.77, p.547–551, 1998.

BRAKE, J., BALNAVE, D., DIBNER, J.J. Optimum dietary arginine:lysine ratio for broiler chickens is altered during heat stress in association with changes in

intestinal uptake and dietary sodium chloride. **British Poultry Science**, v.39, p.639-647, 1998.

BREDT, D.S.; SNYDER, S.H. Nitric oxide mediates glutamate-linked enhancement of cGMP levels in the cerebellum. **Proceedings of the National Academy of Sciences USA**, v.86, p.9030-9033, 1989.

BREMER, J. Carnitine-metabolism and functions. **Physiological Reviews**, v.63, p.1420-1480, 1983.

BRITISH UNITED TURKEYS: Commercial Turkeys Feed Programmes - Key Points. Disponível em: <
<http://www.aviagen.com/output.aspx?sec=3767&con=3791&siteId=3759>>
Acesso em: 12/06/2008.

COSTA, F.G.P.; ROSTAGNO, H.S.; TOLEDO, R.S. et.al Efeito da Relação Arginina:Lisina sobre o Desempenho e Qualidade de Carcaça de Frangos de Corte de 3 a 6 Semanas de Idade, em Condições de Alta Temperatura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.6, p.2021-2025, 2001.

D'MELLO, J.P.F. **Amino acid in farm animal nutrition**, CABI, Wallingford, 2^a ed, 440p, 2003.

DUNN, W. A.; RETTURA, G.; SEIFTER, E. et al. Carnitine biosynthesis from γ -butyrobetaine and from exogenous protein-bound 6-N-trimethyl-L-lysine by the perfused guinea pig liver. Effect of ascorbate deficiency on the in situ activity of γ -butyrobetaine hydroxylase. **Journal of Biological Chemistry**, v.259, p.10764-10770, 1984.

DURAN, M.; LOOF, N. E.; KETTING, D. et al. Secondary carnitine deficiency. **Journal of Clinical Chemistry & Clinical Biochemistry**, v.28, p.359-363, 1990.

DUSSE, L. M. S., VIEIRA, L. M., CARVALHO, DAS GRAÇAS M. Revisão sobre óxido nítrico. **Jornal Brasileiro de Patologia e Medicina Laboratorial**, v. 39, n. 4, 2003.

DUSTING, G.J.; MACDONALD, P.S. Endogenous nitric oxide in cardiovascular disease and transplantation. **Annals of Medicine**, v.27, p. 395-406, 1995.

EMMERT, J. L. Y.; 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, n. 4, p. 462-470, 1997.

FERKET, P. R.; SELL, J. L. Effect of severity of early protein restriction on large turkey toms. 1. Performance characteristics and leg weakness. **Poultry Science**, v.68, p.676–686, 1989.

FIRMAN, J. D.; BOLING, S. D. Ideal Protein in Turkeys. **Poultry Science**, v.77, p.105–110, 1998.

FIRMAN, J. Digestible Lysine Requirements of Male Turkeys in Their First Six Weeks **International Journal of Poultry Science**, v.3, n.6, p.373-377, 2004.

GADELHA, A.C.; DAHLKE, F.; FARIA FILHO, D.E. et al. Interação entre arginina e lisina altera as respostas produtivas e a incidência de problemas de pernas em frangos de corte. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, 5(supl.), p.75. 2003.

HORNE, D. W.; BROQUIST, H. P. Role of lysine and ϵ -N-trimethyllysine in carnitine biosynthesis. Studies in *Neurospora crassa*. **Journal of Biological Chemistry**, v.248, p.2170-2175, 1973.

JAKOBS, B. S.; WANDERS, R. J. Fatty acid β -oxidation in peroxisomes and mitochondria: the first, unequivocal evidence for the involvement of carnitine in shuttling propionyl-CoA from peroxisomes to mitochondria. **Biochemical and Biophysical Research Communications**, v.213, p.1035-1041, 1995.

JONES, J.D.; PETERSBURG, S.J.; BURNETT, P.C. The mechanism of the lysine-arginine antagonism in the chick: effect of lysine on digestion, kidney arginase, and liver transaminase. **The Journal of Nutrition**, v.93, p.103–116, 1967.

KIDD, M. T.; FERKET, P. R.; GARLICH, J. D. Dietary Threonine Responses in Growing Turkey Toms. **Poultry Science**, v.77, p.1550–1555, 1998.

KNOBEL, E. Óxido nítrico e sepse. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v.67, n.4, 1996.

KNOWLES, R.G.; PALACIOS, M.; PALMER, R.M.; MONCADA, S. Formation of nitric oxide from L-arginine in the central nervous system: a transduction mechanism for stimulation of the soluble guanylate cyclase. **Proceedings of the National Academy of Sciences USA**, v.86, p.5159-62, 1989.

KRATZER, F.H., DAVIS, P.N.; MARSHALL, B.J. The protein and lysine requirements of turkeys at various ages. **Poultry Science**, v.35, p.197-202, 1956.

KWAK, H.; AUSTIC, R.E.; DIETERT, R.R. Influence of Dietary Arginine Concentration on Lymphoid Organ Growth in Chickens. **Poultry Science**, v.78, p.1536-1541, 1999.

LABADIE, J.; DUNN, W. A.; ARONSON JR, N. N. Hepatic synthesis of carnitine from protein-bound trimethyl-lysine. Lysosomal digestion of methyl-lysine-labelled asialo-fetuin. **Biochemical Journal**, v.160, p.85-95, 1976.

LARBIER, M.; LECLERCQ, B. **Nutrition and Feeding of Poultry**. Nottingham University Press, 1992.

LEHMANN, D.; PACK, M.; JEROCH, H. Responses of growing and finishing turkey toms to dietary lysine. **Poultry Science**, v.75, p.711–718, 1996.

LESSON, S.; SUMMERS, J.D. **Nutrition of the chicken**. 4.ed. Guelph: University Books, 2001. 413p.

LONGLAND, A. C. Digestive enzyme activities in pigs and poultry. In: M. F. Fuller (Ed.) **In Vitro Digestion for Pigs and Poultry**. CAB International, Wallingford, U.K., p.3-18, 1991.

MACARI, M.; FURLAN, R.L.; GONZALES, E. Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, p.137, 2002.

MACK, S., BERCOVICI, D., DE GROOTE, G. et al. Ideal amino acid profile and dietary lysine specification for broiler chickens of 20 to 40 days of age. **British Poultry Science**, v.40, p.257-265, 1999.

MARLETTA, M.A. Nitric oxide synthase structure and mechanism. **The Journal of Biological Chemistry**, v.268, n.17, p.12231-12234, 1993.

MARLETTA, M.A. Nitric oxide synthase: aspects concerning structure and catalysis. **Cell**, v.78, p.927-30, 1994.

MCGARRY, J. D.; BROWN, N. F. The mitochondrial carnitine palmitoyltransferase system. From concept to molecular analysis. **European Journal of Biochemical**, v.244, p.1-14, 1997.

MENDES, A.A., WATKINS, S.E., ENGLAND, J.A. et al. Influence of dietary lysine levels and arginine:lysine ratios on performance of broilers exposed to heat or cold stress during the period of three to six weeks of age. **Poultry Science**, v.76, p.472-481, 1997.

MONCADA, S.; PALMER, R.M.; HIGGS, E.A. Nitric oxide: physiology, pathophysiology and pharmacology. **Pharmacological Reviews**, v.43, n.2, p.109-142, 1991.

MURAKAMI, A. E.; FURLAN, A. C. Pesquisas na nutrição e alimentação de codornas em postura no Brasil. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL COTURNICULTURA, 1., 2002, Lavras. **Anais...**, Lavras:Universidade Federal de Lavras/NECTA, [2002]. CD-ROM. Palesta, p.1-5.

MURILLO-GURREA, D.P; COLOSO, R.M.; BORLONGAN, I.G; SERRANO, A.E. Lysine and arginine requirements of juvenile Asian sea bass, *Lates calcarifer*. **Journal of Applied Ichthyology**, v.17, p.49-53. 1999.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient Requirements for Poultry**. Washington, D.C.: National Academy Press, ed.6, 1971.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of poultry**. Washington, D.C.: National Academy of Sciences, ed. 9, p. 36, 1994.

NATHAN, C. Nitric oxide as a secretory product of mammalian cells. **FASEB Journal**, v.6, p.3051-3064, 1992.

NOBLE, D. O.; MUIR, F. V.; KRUEGER, K. K.; NESTOR, K. E. Effect of altering the early dietary protein level on males from two strains of commercial turkeys. **Poultry Science**, v.75, p.1334–1344, 1996.

O'DELL, B.L.; SAVAGE, J.E. Arginine-lysine antagonism in the chick and its relationship to dietary cations. **The Journal of Nutrition**, v.90, p.364–370, 1966.

OLIVEIRA, E. G.; ALMEIDA, M. I. M. Algumas informações sobre nutrição de codornas de corte. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL E CONGRESSO BRASILEIRO DE COTURNICULTURA, 2 e 1., 2004, Lavras. **Anais...**, Lavras:Universidade Federal de Lavras/NECTA, [2004]. CD-ROM. Palestra, p.53-66, 2004.

OST, R. P.; PEIXOTO, R. R. Níveis de energia metabolizável em rações para poedeiras de ovos marrons nas condições de inverno e verão da região de

Pelotas- RS. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.29, n.6, p.2283-2291, 2000.

OUSTERHOUT, L.E. Survival time and biochemical changes in chicks fed diets lacking different essential amino acids. **The Journal of Nutrition**, v.70, p.226-34, 1960.

PAIK, W. K.; KIM, S. Protein methylation. **Science**, v.174, p.114-119, 1971.

PATTERSON, P.H.; ADRIZAL. Management strategies to reduce air emissions:emphasis-dust and ammonia. **Journal of Applied Poultry Research**, v. 14, p. 638- 650, 2005.

PENZ JR, A.M.; KESSLER, A.M.; BRUGALLI, I. Novos conceitos de energia para aves. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE NUTRIÇÃO DE AVES, 1999, Campinas. **Anais...** Campinas:FACTA, Palestra, p.1-24, 1999.

RADOMSKI, M.W.; PALMER, R.M.; MONCADA, S. An L-arginine: nitric oxide pathway present in human platelets regulates aggregation. **Proceedings of the National Academy of Sciences USA**, v.87, p.5193-5197, 1990.

RAMIREZ, G.A.; JEFFRY, J.S.; ODOM, T.W. et al. Effect of oral administration of L-arginine on *Salmonella enteritidis* organ invasion in neonatal Leghorn chicks. **Poultry Science**, v.75, p.73, 1996.

REBOUCHE, C. J. Role of carnitine biosynthesis and renal conservation of carnitine in genetic and acquired disorders of carnitine metabolism. In: SEIM, H.; LOSTER, H., (Ed.) **Carnitine: Pathobiochemical Basics and Clinical Applications**, Ponte Press, Bochum, 1996, p.111-121.

ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos – composição de alimentos e exigências nutricionais**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2.ed., 2005.

SANDEL, L. J.; DANIEL, J.C. Effects of ascorbic acid on collagen mRNA levels in short-term chondrocyte cultures. **Connective Tissue Research**, v.17, p.11-22, 1988.

SHALEV, B. A. and PASTERNAK, H. The Relative Energy Requirement of Male vs Female Broilers and Turkeys. **Poultry Science**, v.77, p.859–863, 1998.

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

SILVA JUNIOR, R.G.C.; LANA, G.R.Q.; RABELLO, C.B.V. et al. Exigências de Metionina + Cistina para Frangos de Corte Machos de 1 a 21 e de 22 a 42 Dias de Idade, em Clima Tropical. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.6, p.2399-2407, 2005 (supl.)

TAMIR, H.; RATNER, S. Enzymes of arginine metabolism in chicks. **Archives of Biochemistry and Biophysics**, v.102, p.249-258, 1963a.

TAMIR, H.; RATNER, S. A study of ornithine, citrulline and arginine synthesis in growing chicks. **Archives of Biochemistry and Biophysics**, v.102, p.259-269, 1963b.

TANPHAICHITR, V.; HORNE, D. W.; BROQUIST, H. P. Lysine, a precursor of carnitine in the rat. **Journal of Biological Chemistry**, v.246, p.6364-6366, 1971.

TANPHAICHITR, V.; BROQUIST, H. P. Role of lysine and ϵ -N-trimethyllysine in carnitine biosynthesis. Studies in the rat. **Journal of Biological Chemistry**, v.248, p.2176-2181, 1973.

THOMPSON, K.A.; BLAIR, E.; BAKER, K.A.; FIRMAN, J.D. Digestible Lysine Requirement for Hen Turkeys from 0 to 6 Weeks of Age. **International Journal of Poultry Science**, v.3, n.9, p.558-562, 2004.

TOLEDO, A.L. **Lisina digestível em dietas de frangos de corte nos períodos de 1 aos 11 e 23 aos 36 dias de idade: desempenho e composição corporal.** 2006. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2006.

VAZ, F. M.; WANDERS, R. J. Carnitine biosynthesis in mammals. **Biochemical Journal**, v.361, p.417-429, 2002.

VELDKAMP, T.; FERKET, P. R.; KWAKKEL, R. P.; NIXEY, C.; NOORDHUIZEN, J. P.T. M.. Interaction between ambient temperature and supplementation of synthetic amino acids on performance and carcass parameters in commercial male turkeys. **Poultry Science**, v.79, p.1472–1477, 2000.

VELDKAMP, T; KWAKKEL, R.; FERKET, P.; KOGUT, J.; VERSTEGEN, M. Growth Responses to Dietary Lysine at High and Low Ambient Temperature in Male Turkeys. **Poultry Science**, v.82, p.1733–1746, 2003.

VERHOEVEN, N. M.; ROE, D. S.; KOK, R. M. et al. Phytanic acid and pristanic acid are oxidized by sequential peroxisomal and mitochondrial reactions in cultured fibroblasts. **Journal of Lipid Research**, v.39, p.66-74, 1998.

WALDROUP, P. W.; ENGLAND, J. A.; WALDROUP, A. L.; ANTHONY, N. B. Response of two strains of Large White male turkeys to amino acid levels when diets are changed at 3-week or 4-week intervals. **Poultry Science**, v.76 p.1543–1555, 1997.

WALDROUP, P. W.; ENGLAND, J. A.; KIDD, M. T.; KERR, B. J. Dietary arginine and lysine in large white toms. 1. increasing arginine:lysine ratios does not improve performance when lysine levels are adequate. **Poultry Science**, v.77, p.1364–1370, 1998.

WANNMACHER, C.M.D.; DIAS, R.D. **Bioquímica Fundamental**. Ed.6, UFRGS, 1988.

CAPÍTULO 3

NÍVEIS DE LISINA DIGESTÍVEL EM DIETAS PARA PERUS FÊMEAS

RESUMO

A cadeia produtiva de perus no Brasil já ocupa posição de destaque no cenário mundial. Apesar desta evolução no volume de produção, as especificações nutricionais disponíveis, especialmente para níveis de proteína (aminoácidos) são escassas ou antigas. No presente estudo foi avaliado o efeito da utilização de rações com diferentes níveis de lisina digestível no desempenho de perus fêmeas leves na fases inicial, crescimento e final, separadamente. Foram utilizados 2400 perus da linhagem híbrida comercial BUT, sendo 800 para cada experimento, distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado no experimento 1 (fase inicial) e em um delineamento em blocos ao acaso nos experimentos 2 (fase crescimento) e 3 (fase final), composto por 5 tratamentos (níveis de lisina digestível), com 8 repetições de 20 perus por unidade experimental. No experimento 1 os níveis utilizados foram 1,36; 1,45; 1,58; 1,69 e 1,82% de lisina digestível. No experimento 2 foram testados os níveis 1,22; 1,32; 1,44; 1,54 e 1,62% de lisina digestível. Os níveis testados no experimento 3 foram 0,97; 1,04; 1,14; 1,21 e 1,37% de lisina digestível. As características de desempenho avaliadas foram peso corporal, ganho de peso, consumo de ração, conversão alimentar, conversão calórica, conversão protéica e índice de eficiência produtiva. Contudo, a partir dos dados de peso corporal do experimento 1 foi utilizado o coeficiente de correlação de Pearson para avaliar o grau de associação entre os pesos das aves em

diferentes idades. Além disto, no experimento 3 foi avaliado o rendimento de carcaça aos 68 dias de idade. No primeiro experimento, as estimativas de exigências de lisina digestível de perus fêmeas leves foram de 1,69%, para melhor desempenho. No segundo experimento, os níveis utilizados são superiores que os encontrados por outras pesquisas mas semelhantes ao recomendado pelo manual da linhagem e por não diferirem estatisticamente, pode-se utilizar o nível 1,22% de lisina na fase de crescimento sem causar redução de desempenho. No terceiro experimento se conclui que os níveis entre 1,21 e 1,37% de lisina digestível, na fase final, podem resultar em um melhor desempenho e rendimento de carcaça de perus fêmeas leves. Houve correlações entre o peso na primeira semana e o final da fase inicial (25 dias), bem como entre o peso aos 25 dias com o peso aos 68 dias de idade.

Palavras-chave: aminoácido digestível, desempenho, proteína ideal, rendimento de carcaça

DIGESTIBLE LYSINE IN DIETS FOR FEMALE TURKEYS

ABSTRACT

Production chain of turkeys in Brazil already holds a prominent position on the world stage. Despite these trends in the volume of production, the nutritional specifications available, especially for levels of protein (amino acids) are scarce or old. In the present study evaluated the effect of diets with different levels of digestible lysine on performance of female turkeys light in initial stages, growth and final, separately. 2400 turkeys were used in commercial hybrid strain BUT, being 800 for each experiment were distributed in a completely randomized design in experiment 1 (early stage) and in a randomized block design in 2 experiments (growing phase) and 3 (final stage) consisting of 5 treatments (levels of digestible lysine), with 8 repetitions of 20 turkeys per pen. In experiment 1 levels used foram1, 36, 1.45, 1.58, 1.69 and 1.82% digestible lysine. In experiment 2 tested the levels 1.22, 1.32, 1.44, 1.54 and 1.62% digestible lysine. Levels tested in experiment 3 were 0.97, 1.04, 1.14, 1.21, and 1.37% digestible lysine. The performance characteristics evaluated were body weight, weight gain, feed intake, feed conversion, calorie conversion, protein efficiency ratio and productive. However, from the data of body weight of experiment 1 coefficient was used Pearson correlation to assess the degree of association between the weights of birds at different ages. Moreover, in experiment 3 evaluated the carcass after 68 days of age. In the first experiment, estimates of digestible lysine requirements of turkeys light females were 1.69% for better performance. In the second experiment, the levels used are higher than those found by other studies but similar to those recommended by the

manual line and do not differ statistically, one can use the 1.22% level of lysine in the growth phase without causing a reduction in performance . In the third experiment concludes that levels between 1.21 and 1.37% digestible lysine in the final stage, can result in better performance and carcass yield of turkey females light. There were correlations between the weight in the first week and late stage (25 days) and between weight at 25 days with weight at 68 days old.

Key words: digestible amino acid, performance, ideal protein, carcass yield

3.1 INTRODUÇÃO

A produção brasileira de perus vem aumentando consideravelmente desde 2006, juntamente com a demanda do mercado interno e as exportações. Em 2008, o consumo brasileiro foi de 251.785 toneladas e o volume total de carne produzida foi de 456.055 toneladas, um aumento de 10,98 e 12,83% em comparação a 2007, respectivamente (UBA, 2008).

O ponto crítico da produção avícola é o gasto com alimentação, especialmente com as especificações nutricionais de proteína e energia, que contribuem com a maior parte do preço da ração. Assim, diferentes especificações e relações entre os aminoácidos essenciais e a lisina vêm sendo pesquisadas, visando atender melhor às exigências nutricionais das aves (Silva et al., 2002). Para auxiliar no aumento da produção e diminuir seus custos é essencial a utilização de rações balanceadas de acordo com cada categoria e fase de vida dos perus. É recomendável, também manter uma relação entre os aminoácidos para se evitar a perda energética da dieta (Silva Junior et al., 2005), o antagonismo e a excreção excessiva de nitrogênio resultante do desbalanço entre os aminoácidos.

Embora a lisina seja o segundo aminoácido limitante para aves, ela é usada como aminoácido-referência (padrão = 100) na formulação de rações com base na proteína ideal, pois, é utilizada exclusivamente para acréscimo de proteína corporal, em contraste com a metionina e a cistina, que são utilizadas por diferentes caminhos metabólicos, como manutenção e plumagem (Pack, 1995).

O NRC (1994) recomenda valores de lisina digestível para perus de 1,6% para a fase de 0 a 4 semanas; 1,5% para 4 a 8; 1,3% para 8 a 12; e 1%

para 12 a 16 semanas de idade, para dietas com 2800, 2900, 3000 e 3100 kcal de energia metabolizável (EM), respectivamente. Contudo, deve ser considerado que as linhagens comerciais de perus utilizadas antes de 1994 eram geneticamente diferentes das utilizadas atualmente e que o NRC (1994) não possui recomendações separadamente para os sexos.

O manual da linhagem BUT (British United Turkeys) recomenda níveis de lisina digestível para perus fêmeas de 1,58% para a fase de 1 a 25 dias; 1,44% para 26 a 48 e 1,14% para 49 a 70 dias de idade, para dietas com 2940, 3050 e 3200 kcal de energia metabolizável (EM), respectivamente.

Utilizando 1,86% de lisina digestível para perus machos, Veldkamp et al. (2003), verificaram maior ganho de peso de 0 a 28 dias de idade, sendo que este nível é superior ao recomendado pelo NRC (1994). Os mesmos autores observaram aumento no peso corporal, peso da carcaça, e nos pesos absoluto de todas as partes da carcaça em função exponencial com o aumento dos níveis de lisina digestível.

Segundo estudo realizado por Boling & Firman (1998), com perus fêmeas na fase inicial, utilizando o conceito de proteína ideal com 3100 e 3200 kcal de EM, o nível de 1,32% de lisina digestível proporcionou maior ganho de peso e melhor conversão alimentar ao nível de 1,34%. No entanto, estes níveis são menores que recomendados pelas tabelas citadas acima.

As diferenças entre as exigências encontradas na literatura ocorrem devido, a grande evolução genética destas aves e a utilização de novas tecnologias no sistema de produção dos perus (Firman & Boling, 1998). Além disso, a maior parte das pesquisas avaliam peruas que se situam na faixa de peso classificada como fêmeas pesada (9-12 kg de peso vivo). O Brasil é um

dos poucos produtores que abatem peruas classificadas como fêmeas leves ou *roaster* (4-5 kg de peso vivo). Normalmente, procura-se utilizar os requerimentos nutricionais determinados para peruas pesada na formulação de dietas para peruas leves, entretanto esse procedimento é questionável uma vez que se trata de aves com finalidades diferentes (cortes x carcaça inteira). Nesta pesquisa, objetiva-se determinar o requerimento de lisina digestível mais adequado para perus fêmeas leves.

3.2 MATERIAIS E MÉTODOS

3.2.1 Experimento 1

O experimento foi realizado em baterias metálicas (0,98 x 0,90 x 0,50m) na sala de metabolismo do Departamento de Zootecnia, no Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná – UFPR, Curitiba – PR e em um galpão de produção de 1200m² (100x12m) com boxes móveis de 6m² (2x3m), na cidade de Carambeí – PR.

Foram utilizados 800 perus de corte (*Meleagris gallopavo*), fêmeas, da linhagem híbrida comercial BUT (British United Turkeys), com um dia de idade, pesando em média 56 ± 1,5g. O fornecimento de água e da ração (trituradas) foi *ad libitum*. O monitoramento diário de temperatura e umidade foi por meio de um termômetro, de máxima e mínima, situado em local estratégico e representativo do ambiente em que as aves estavam alojadas.

O período experimental constituiu de 1 a 25 dias de idade, denominado pela agro-indústria de fase inicial, sendo que após esta etapa as aves foram transferidas para um galpão de produção de 1200m² (100x12m), com boxes

móveis de 6m² (2x3m), onde receberam a ração referência (Tabela 4), e tiveram o monitoramento do desempenho nas fases de 26 a 48 e 49 a 68 dias.

Os níveis nutricionais das dietas estavam de acordo com o que propõe o manual da linhagem utilizada, exceto para o nível de Lisina Digestível. Sendo assim, foram formuladas cinco rações com diferentes níveis de lisina digestível, mantendo constante as relações de lisina:demaís aminoácidos.

Utilizou-se cinco tratamentos (cinco diferentes níveis de lisina digestível), oito repetições e vinte aves por unidade experimental. As aves foram distribuídas em um delineamento experimental inteiramente casualizado.

Os cinco tratamentos testados foram: 1,36% de lisina digestível; 1,45% de lisina digestível; 1,58% de lisina digestível; 1,69% de lisina digestível e 1,82% de lisina digestível, correspondendo a 85%, 92,5%, 100%, 107,5% e 115% da recomendação de lisina digestível do manual da linhagem.

Tabela 1. Fórmulas das cinco rações utilizadas para perus fêmeas leves na fase inicial (1 a 25 dias).

INGREDIENTES (kg)	85	92,5	100	107,5	115
Farelo de Soja 46%	475,10	498,30	498,60	493,20	486,40
Milho	383,80	366,60	367,40	371,60	376,80
Farinha de Vísceras de Aves	45,00	49,00	45,00	45,00	45,00
Óleo de Soja Degomado	35,00	35,00	35,00	34,00	33,00
Fosfato Monobecálcico	22,20	21,50	22,00	22,00	22,10
Calcário Calcítico	16,10	13,00	13,30	13,30	13,40
Sal	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Bicarbonato de Sódio	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50
Premix Vitamínico Perus ¹	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50
Premix Mineral Perus ²	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Cloreto de Colina 75%	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60
L-Lisina (78.8%)		0,30	2,10	3,70	5,50
DL-Metionina	4,80	4,60	4,60	4,60	4,70
L-Threonine 98.5%	2,60	2,20	2,30	2,40	2,50
L-Triptofano 98%	0,50	0,30	0,30	0,40	0,40
L-Arginine 98.5%	1,40	0,60	0,80	0,90	1,10
L-Valine 98.5%	1,30	0,90	0,90	1,00	1,14
L-Isoleucine 98.5%	1,60	1,10	1,20	1,30	1,40
Caulim Branco	4,00				
TOTAL	1000	1000	1000	1000	1000
COMPOSIÇÃO (%)					
Proteína Bruta	29,2	30,0	30,0	30,0	30,0
Extrato Etéreo	6,94	6,98	6,93	6,83	6,81
Fibra Bruta	3,51	3,62	3,62	3,59	3,60
Cálcio	1,40	1,30	1,30	1,30	1,30
Fósforo Total	0,91	0,92	0,91	0,91	0,92
Fósforo Disponível	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65
Sódio	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16
Potássio	1,08	1,12	1,12	1,11	1,11
Cloro	0,20	0,21	0,24	0,27	0,30
Energia Metabolizável Aves	2941	2941	2941	2941	2941
Ácido Linoléico	3,06	3,05	3,04	2,99	2,98
Arginina Digestível	1,91	1,91	1,91	1,91	1,91
Lisina Digestível	1,36	1,45	1,58	1,69	1,82
Metionina Digestível	0,83	0,82	0,82	0,82	0,82
Metionina + Cisteína	1,20	1,21	1,20	1,20	1,20
Cisteína Digestível	0,36	0,37	0,37	0,37	0,37
Triptofano Digestível	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33
Treonina Digestível	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14
Valina Digestível	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26
Isoleucina Digestível	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18

¹Enriquecido por kg da dieta: Vit A 14.000UI/g; Vit D3 4.000UI/g; Vit E 70.000PPM; Vit K 5.000PPM; Vit B1 (Tiamina) 4.000PPM; Vit B2 (Riboflavina) 15.000PPM; Vit B6 (Piridoxina) 6.000PPM; Vit B12 (Cianocobala) 30PPM;

Ácido Nicotínico 70.000PPM; Ácido Pantatênico 22.500PPM; Ácido Fólico 3.000PPM; Biotina 40PPM

²Enriquecido por kg da dieta: Ferro 50PPM; Cobre 20PPM; Zinco 100PPM; Manganês 115PPM; Selênio 0,40PPM; Iodo 2,00PPM

O desempenho das aves foi avaliado por meio de pesagens semanais das aves e rações, durante a fase inicial, e também aos 48 e 68 dias de idade. A partir das pesagens ao primeiro dia, 7, 14, 25, 48 e 68 dias de idade foram mensurados o ganho de peso (GP), consumo de ração (CR), conversão alimentar (CA), conversão calórica – CC (kcal de energia metabolizável ingerida/kg de ganho de peso) e conversão protéica – CP (kg proteína ingerida/kg de ganho de peso). A mortalidade foi verificada diariamente, anotado peso e provável causa da morte.

As médias obtidas nas variáveis de desempenho, foram submetidos à análise de variância para verificar se existe diferença significativa ($P < 0,05$) entre as médias destas e se os níveis de lisina exercem influência em alguma variável dependente. Posteriormente utilizou-se análise de Regressão com o objetivo de modelar a relação entre estes e a variável resposta (níveis de lisina). A partir dos dados de peso corporal foi utilizado o coeficiente de correlação de Pearson para avaliar o grau de associação entre os pesos das aves ao primeiro, 7, 14, 25, 48 e aos 68 dias de idade.

3.2.2 Experimento 2

O experimento foi realizado em um galpão de produção de 1200m² (100x12m), com boxes móveis de 6m² (2x3m), na cidade de Carambeí – PR.

Foram utilizados 800 perus de corte (*Meleagris gallopavo*), da linhagem híbrida comercial BUT (British United Turkeys), fêmeas, com 30 dias de idade e

peso médio de $0,949 \pm 0,108$ kg, distribuídos por meio de um delineamento experimental em blocos, sendo dividido em aves leves (5 a 15% abaixo da média) e pesadas (5 a 15% acima da média). O fornecimento de água e ração (peletizada) durante todo o período experimental foi *ad libitum*. O monitoramento diário de temperatura e umidade foi por meio de um termômetro, de máxima e mínima, situado em local estratégico e representativo do ambiente de alojamento das aves.

Foram formuladas cinco rações com diferentes níveis de lisina digestível, mantendo constante as relações de lisina:demaís aminoácidos. Os níveis nutricionais das dietas estavam de acordo com o que propõe o manual da linhagem utilizada, exceto os níveis do aminoácido lisina.

Utilizou-se cinco tratamentos (cinco diferentes níveis de lisina digestível), oito repetições e vinte aves por unidade experimental. Neste trabalho foram avaliadas as fases de 30 a 48 e 49 a 68 dias de idade. Sendo utilizados os cinco tratamentos no período de 30 a 48 dias de idade, precedidos e seguidos da ração referência (Tabela 4) no período pré-experimental/seguinte até os 68 dias.

Os cinco tratamentos testados foram: 1,22% de lisina digestível; 1,32% de lisina digestível; 1,44% de lisina digestível; 1,54% de lisina digestível e 1,62% de lisina digestível.

Tabela 2. Fórmulas das cinco rações utilizadas para perus fêmeas leves na fase crescimento (30 a 48 dias).

INGREDIENTES (kg)	85	92,5	100	107,5	115
Milho	471,63	471,33	475,97	479,95	464,14
Farelo de Soja 46%	393,00	393,00	388,00	383,00	395,00
Farinha de Vísceras de Aves	53,00	51,00	50,00	50,00	54,00
Óleo de Soja Degomado	35,00	35,00	34,00	33,00	35,00
Fosfato Monobicálcico	16,60	17,00	17,10	17,10	16,50
Calcário Calcítico	12,80	13,10	13,10	13,20	12,70
Sal	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Premix Mineral Perus ²	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Cloreto de Colina 75%	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56
Bicarbonato de Sódio	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50
Premix Vitaminico Perus ¹	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50
L-Arginine 98.5%	1,28	1,38	1,55	1,70	1,23
L-Lisina (78.8%)	0,20	1,60	3,30	4,70	5,20
DL-Metionina	4,10	4,10	4,20	4,20	4,10
L-Threonine 98.5%	2,40	2,40	2,50	2,60	2,30
L-Triptofano 98%	0,40	0,40	0,40	0,50	0,40
L-Valine 98.5%	1,55	1,60	1,70	1,79	1,52
L-Isoleucine 98.5%	1,48	1,53	1,62	1,71	1,35
TOTAL	1000	1000	1000	1000	1000
COMPOSIÇÃO (%)					
Proteína Bruta	26,5	26,5	26,5	26,5	27,0
Extrato Etéreo	7,24	7,21	7,10	7,01	6,99
Fibra Bruta	3,23	3,22	3,20	3,18	3,20
Cálcio	1,20	1,21	1,20	1,20	1,20
Fósforo Total	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78
Fósforo Disponível	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55
Sódio	0,17	0,17	0,16	0,16	0,16
Potássio	0,94	0,94	0,94	0,93	0,93
Cloro	0,21	0,23	0,26	0,29	0,31
Matéria Mineral	6,76	6,80	6,76	6,75	6,77
Energia Metabolizável Aves	3050	3050	3050	3050	3050
Arginina Digestível	1,70	1,70	1,70	1,70	1,70
Lisina Digestível	1,22	1,32	1,44	1,54	1,62
Metionina Digestível	0,74	0,73	0,74	0,74	0,73
Metionina + Cisteína	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07
Cisteína Digestível	0,33	0,32	0,32	0,32	0,33
Triptofano Digestível	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29
Treonina Digestível	1,02	1,02	1,02	1,03	1,03
Valina Digestível	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16
Isoleucina Digestível	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05

¹Enriquecido por kg da dieta: Vit A 11.200UI/g; Vit D3 3.200UI/g; Vit E 56.000PPM; Vit K 4.000PPM; Vit B1 (Tiamina) 3.200PPM; Vit B2 (Riboflavina) 12.000PPM; Vit B6 (Piridoxina) 4.800PPM; Vit B12 (Cianocobala) 24PPM; Ácido Nicotínico 56.000PPM; Ácido Pantatênico 18.000PPM; Ácido Fólico 2.400PPM; Biotina 320PPM

²Enriquecido por kg da dieta: Ferro 50PPM; Cobre 20PPM; Zinco 100PPM; Manganês 115PPM; Selênio 0,4PPM; Iodo 2PPM

O desempenho foi avaliado por meio de pesagens das aves e da ração aos 48 e 68 dias de idade. Destas pesagens foram mensurados o ganho de peso (GP), consumo de ração (CR), conversão alimentar (CA), conversão calórica – CC (kcal de energia metabolizável ingerida/kg de ganho de peso) e conversão protéica – CP (kg proteína ingerida/kg de ganho de peso). A mortalidade foi verificada diariamente, anotado peso e provável causa da morte. As variáveis de desempenho, foram submetidas à análise de Regressão com o objetivo de modelar a relação entre estas e a os níveis de lisina.

3.2.3 Experimento 3

O experimento foi realizado em um galpão de produção de 1200m² (100x12m) com boxes móveis de 6m² (2x3m) na cidade de Carambeí – PR.

Foram utilizados 800 perus de corte (*Meleagris gallopavo*), da linhagem híbrida comercial BUT (British United Turkeys), fêmeas, com 48 dias de idade e peso médio de $1,9 \pm 0,340$ kg, distribuídos por meio de um delineamento experimental em blocos ao acaso, classificados em aves leves (5 a 15% abaixo da média) e pesadas (5 a 15% acima da média). O fornecimento de água e ração durante todo o período experimental foi *ad libitum*. O monitoramento diário de temperatura e umidade foi por meio de um termômetro, de máxima e mínima, situado em local estratégico e representativo do ambiente em que as aves estavam alojadas.

Utilizou-se cinco tratamentos (cinco diferentes níveis de lisina digestível nas rações), oito repetições e vinte aves por unidade experimental. Neste

trabalho foi avaliada a fase de 48 a 68 dias de idade. Sendo utilizados os cinco tratamentos no período de 48 a 68 dias de idade, precedidos da ração referência (Tabela 4) no período pré-experimental.

Foram formuladas cinco rações com diferentes níveis de lisina digestível, mantendo constante as relações de lisina:demais aminoácidos. Os níveis nutricionais das dietas estavam de acordo com o que propõe o manual da linhagem utilizada, exceto para níveis de lisina e demais aminoácidos.

Os cinco tratamentos testados foram: 0,97% de lisina digestível; 1,04% de lisina digestível; 1,14% de lisina digestível; 1,21% de lisina digestível; 1,37% de lisina digestível.

Tabela 3. Fórmulas das cinco rações utilizadas para perus fêmeas leves na fase final (48 a 68 dias).

INGREDIENTES (kg)	85	92,5	100	107,5	115
Milho	547,07	541,37	541,39	531,47	533,89
Farelo de Soja 46%	264,00	273,00	273,00	276,00	275,00
Farinha de Vísceras de Aves	60,00	59,00	57,00	60,00	60,00
Protenose 60%	60,00	55,00	55,00	60,00	56,00
Óleo de Soja Degomado	33,00	35,00	35,00	35,00	35,00
Fosfato Monobicálcico	12,40	12,50	12,80	12,30	12,30
Calcário Calcítico	9,20	9,30	9,50	9,20	9,20
Sal	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Cloreto de Colina 75%	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56
Bicarbonato de Sódio	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50
Premix Vitaminico Perus ¹	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50
Premix Mineral Perus ²	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
L-Lisina (78.8%)		0,70	2,00	2,70	4,80
DL-Metionina	2,90	2,90	2,90	2,80	2,90
L-Threonine 98.5%	1,70	1,70	1,70	1,50	1,60
L-Triptofano 98%	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
L-Arginine 98.5%	1,47	1,33	1,42	1,15	1,24
L-Valine 98.5%	0,60	0,58	0,63	0,41	0,52
L-Isoleucine 98.5%	0,70	0,67	0,71	0,51	0,60
TOTAL	1000	1000	1000	1000	1000
COMPOSIÇÃO (%)					
Proteína Bruta	24,4	24,5	24,5	25,0	25,0
Extrato Etéreo	7,30	7,47	7,44	7,41	7,48
Fibra Bruta	2,76	2,79	2,79	2,79	2,77
Cálcio	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Fósforo Disponível	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47
Sódio	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17
Potássio	0,72	0,73	0,73	0,73	0,73
Cloro	0,20	0,22	0,24	0,26	0,30
Matéria Mineral	5,57	5,61	5,63	5,63	5,59
Energia Metabolizável Aves	3200	3200	3200	3200	3200
Arginina Digestível	1,47	1,47	1,47	1,47	1,47
Lisina Digestível	0,97	1,04	1,14	1,21	1,37
Metionina Digestível	0,64	0,63	0,63	0,64	0,64
Metionina + Cisteína	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96
Cisteína Digestível	0,32	0,32	0,32	0,32	0,31
Triptofano Digestível	0,24	0,25	0,25	0,24	0,24
Treonina Digestível	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89
Valina Digestível	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99
Isoleucina Digestível	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89

¹Enriquecido por kg da dieta: Vit A 7.840UI/g; Vit D3 2.240UI/g; Vit E 39.200PPM; Vit K 2.800PPM; Vit B1 (Tiamina) 2.240PPM; Vit B2 (Riboflavina) 8.400PPM; Vit B6 (Piridoxina) 3.360PPM; Vit B12 (Cianocobala) 17PPM; Ácido Nicotínico 39.200PPM; Ácido Pantatênico 12.600PPM; Ácido Fólico 1.680PPM; Biotina 224PPM

²Enriquecido por kg da dieta: Ferro 50PPM; Cobre 20PPM; Zinco 100PPM; Manganês 115PPM; Selênio 0,40PPM; Iodo 2,00PPM

O desempenho foi avaliado por meio de pesagens das aves e ração aos 48 e 68 dias de idade. Destas pesagens foram mensurados o ganho de peso (GP), consumo de ração (CR), conversão alimentar (CA), conversão calórica – CC (kcal de energia metabolizável ingerida/kg de ganho de peso) e conversão protéica – CP (kg proteína ingerida/kg de ganho de peso). A mortalidade foi verificada diariamente, anotado peso e provável causa da morte. Os parâmetros de desempenho, foram submetidos à análise de Regressão com o objetivo de modelar a relação entre estes e a variável resposta (níveis de lisina).

Aos 68 dias de idade, as aves foram mantidas em jejum de 8 horas, para posteriormente abater cinco aves por repetição, totalizando 200 aves (40 por tratamento) para determinar o rendimento de carcaça, no qual considera-se o peso da carcaça limpa e eviscerada (sem pés, cabeça e pescoço) em relação ao peso vivo em jejum, obtido antes do abate. O fluxograma do abate consistia em recepção, pendura, insensibilização por meio de imersão da cabeça em água ou salmoura eletrificada (Eletronarcese), sangria, escaldagem, depenagem, evisceração, eventração (aspiração do restante da vísceras) e retirada do pescoço, sendo posteriormente pesadas as carcaças.

Foi aplicado análise de variância para os dados de abate aos 68 dias de idade, sendo que as diferenças entre as médias de peso vivo (PV) e peso de carcaça (PC) foram comparadas pelo teste de Tukey, com grau de confiança de 95%. Para avaliar o rendimento de carcaça (RC) foi utilizado o teste de Kruskal-Wallis, tendo em vista que as variâncias foram desiguais entre os

tratamentos, posteriormente foi realizada a comparação pelo método de Student-Newman-Keuls (SNK) a 5% de probabilidade.

3.2.4 Rações Referência

Tabela 4. Fórmulas das rações padrão utilizadas nos três experimentos, nas fases em que os perus fêmeas não recebiam as rações experimentais

INGREDIENTES (kg)	INICIAL	CRESC.	FINAL
Milho	367,40	475,97	541,39
Farelo de Soja 46%	498,60	388,00	273,00
Farinha de Vísceras de Aves	45,00	50,00	57,00
Protenose 60%			55,00
Óleo de Soja Degomado	35,00	34,00	35,00
Fosfato Monobicálcico	22,00	17,10	12,80
Calcário Calcítico	13,30	13,10	9,50
Sal	2,00	2,00	2,00
Bicarbonato de Sódio	1,50	1,50	1,50
Premix Vitamínico Perus ¹	1,50	1,50	1,50
Premix Mineral Perus ²	1,00	1,00	1,00
Cloreto de Colina 75%	0,60	0,56	0,56
L-Lisina (78.8%)	2,10	3,30	2,00
DL-Metionina	4,60	4,20	2,90
L-Threonine 98.5%	2,30	2,50	1,70
L-Triptofano 98%	0,30	0,40	0,40
L-Arginine 98.5%	0,80	1,55	1,42
L-Valine 98.5%	0,90	1,70	0,63
L-Isoleucine 98.5%	1,20	1,62	0,71
TOTAL	1000	1000	1000
COMPOSIÇÃO (%)			
Proteína Bruta	30,0	26,5	24,5
Extrato Etéreo	6,93	7,10	7,44
Fibra Bruta	3,62	3,20	2,79
Cálcio	1,30	1,20	1,00
Fósforo Total	0,91	0,78	
Fósforo Disponível	0,65	0,55	0,47
Sódio	0,16	0,16	0,17
Potássio	1,12	0,94	0,73
Cloro	0,24	0,26	0,24
Matéria Mineral		6,76	5,63
Energia Metabolizável Aves	2940	3050	3200
Ácido Linoléico	3,04		
Arginina Digestível	1,91	1,70	1,47
Lisina Digestível	1,58	1,44	1,14
Metionina Digestível	0,82	0,74	0,63
Metionina + Cisteína	1,20	1,07	0,96
Cisteína Digestível	0,37	0,32	0,32
Triptofano Digestível	0,33	0,29	0,25
Treonina Digestível	1,14	1,02	0,89
Valina Digestível	1,26	1,16	0,99
Isoleucina Digestível	1,18	1,05	0,89

¹Enriquecido por kg da dieta: Vit A 7.840UI/g; Vit D3 2.240UI/g; Vit E 39.200PPM; Vit K 2.800PPM; Vit B1 (Tiamina) 2.240PPM; Vit B2 (Riboflavina) 8.400PPM; Vit B6 (Piridoxina) 3.360PPM; Vit B12 (Cianocobala) 17PPM; Ácido Nicotínico 39.200PPM; Ácido Pantatênico 12.600PPM; Ácido Fólico 1.680PPM; Biotina 224PPM

²Enriquecido por kg da dieta: Ferro 50PPM; Cobre 20PPM; Zinco 100PPM; Manganês 115PPM; Selênio 0,40PPM; Iodo 2,00PPM

Para Análises da composição química das rações utilizadas durante os experimentos foram retiradas amostras de cada partida (sempre que misturados os ingredientes da ração), posteriormente foram analisadas conforme as técnicas descritas por Silva & Queiroz (2002), para Proteína Bruta (PB), Extrato Etéreo (EE), Matéria Mineral (MN), Energia Bruta (EB), Fibra Bruta (FB), Cálcio (Ca) e Fósforo (P).

3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.3.1 Experimento 1

Avaliando a utilização de rações com diferentes níveis de lisina digestível na primeira semana sobre os parâmetros de desempenho de perus fêmeas (Tabela 5) constatou-se que os mesmos exerceram influência significativa para as variáveis ganho de peso, consumo de ração, conversão alimentar, conversão calórica e conversão protéica.

Tabela 5. Ganho de peso (GP), consumo de ração (CR), conversão alimentar (CA), conversão calórica (CC) e conversão protéica (CP) de perus fêmeas leves submetidos a cinco níveis de lisina digestível no período de 1 a 7 dias de idade

Níveis de Lisina (%)	GP ¹ (g)	CR ² (g)	CA ³	CC ⁴	CP ⁵
1,36	82 ± 2	91 ± 2	1,116 ± 0,023	1864,04 ± 66,71	0,326 ± 0,007
1,45	102 ± 7	107 ± 2	1,091 ± 0,105	1518,40 ± 142,47	0,327 ± 0,031
1,58	115 ± 2	111 ± 2	0,964 ± 0,004	1281,68 ± 24,31	0,289 ± 0,001
1,69	121 ± 2	113 ± 1	0,934 ± 0,017	1226,62 ± 27,17	0,280 ± 0,005
1,82	119 ± 2	114 ± 2	0,959 ± 0,009	1267,65 ± 30,97	0,288 ± 0,003
CV (%)	8,34	5,03	8,39	11,04	8,39
p	0,0003	0,0300	0,0451	0,0004	0,0448
¹ y = -6E-05x ² + 0,0142x - 0,6563			R ² = 0,9997		
² y = -4E-05x ² + 0,0084x - 0,3447			R ² = 0,9681		
³ y = -0,0063x + 1,6423			R ² = 0,7857		
⁴ y = 1,2127x ² - 262,33x + 15401			R ² = 0,9987		
⁵ y = -0,0017x + 0,4671			R ² = 0,7423		

O modelo de regressão quadrática foi o que melhor se ajustou para GP, CR e CC. No entanto, para os dados de CA e CP o melhor ajuste foi por meio do modelo linear.

Por meio do modelo quadrático expresso para GP, CR e CC pode-se observar que os pontos de máximo desempenho foram próximos ao nível 107,5% que compreende a 1,69% de lisina digestível com 2941 kcal/kg de EM na ração. No caso, dos dados de CA e CP onde o modelo de ajuste foi o linear, os pontos de máximo desempenho se encontram no intervalo entre os níveis 107,5 e 115% que compreendem a 1,69 e 1,82% de lisina digestível, respectivamente.

Estes níveis são maiores que os recomendados pelo NRC (1994) e pelo manual da linhagem BUT, tendo em vista que estas tabelas sugerem níveis de 1,6 (2800 kcal/kg de EM) e 1,58% de lisina digestível (2940 kcal/kg de EM),

respectivamente, na fase inicial (0 a 4 semanas). Evidenciando que na primeira semana de idade os perus fêmeas necessitam de níveis mais elevados de lisina, do que os expressos nas tabelas de recomendações existentes.

Na segunda semana (8 a 14 dias de idade) não foram observadas influências significativas dos níveis de lisina digestível sobre as variáveis avaliadas (Tabela 6).

Tabela 6. Ganho de peso (GP), consumo de ração (CR), conversão alimentar (CA), conversão calórica (CC) e conversão protéica (CP) de perus fêmeas leves alimentadas com ração contendo cinco níveis de lisina digestível no período de 8 a 14 dias de idade

Níveis de Lisina (%)	GP (g)	CR (g)	CA	CC	CP
1,36	183 ± 4	238 ± 5	1,301 ± 0,007	832,93 ± 19,28	0,380 ± 0,002
1,45	225 ± 8	280 ± 4	1,253 ± 0,028	668,05 ± 23,72	0,376 ± 0,008
1,58	221 ± 5	281 ± 3	1,273 ± 0,029	671,33 ± 17,47	0,382 ± 0,009
1,69	226 ± 2	285 ± 2	1,266 ± 0,007	661,29 ± 10,07	0,380 ± 0,002
1,82	227 ± 3	296 ± 4	1,307 ± 0,022	673,32 ± 18,61	0,392 ± 0,007
CV (%)	5,96	3,81	4,13	7,21	4,13
p	0,1497	0,0982	0,2144	0,1486	0,1347

Os níveis testados foram maiores que os relatados por Thompson et al. (2004) e Firman (2004) que sugerem níveis de 1,29% com 3200 kcal/kg de EM (4 a 15 dias) e 1,31% de lisina digestível com 3100 kcal/kg de EM (7 a 18 dias), respectivamente, para adequado ganho de peso corporal.

Entre os parâmetros de desempenho estudados no período de 15 a 25 dias de idade, somente a conversão protéica foi influenciada significativamente pelo níveis de lisina testados (Tabela 7). Neste caso, a função quadrática proporcionou o ajuste mais próximo das médias observadas.

Tabela 7. Ganho de peso (GP), consumo de ração (CR), conversão alimentar (CA), conversão calórica (CC) e conversão protéica (CP) de perus fêmeas leves alimentadas com ração contendo cinco níveis de lisina digestível no período de 15 a 25 dias de idade

Níveis de Lisina (%)	GP (g)	CR (g)	CA	CC	CP ¹
1,36	473 ± 6	663 ± 6	1,404 ± 0,015	322,07 ± 7,27	0,410 ± 0,004
1,45	507 ± 4	705 ± 4	1,390 ± 0,012	295,73 ± 4,58	0,417 ± 0,004
1,58	505 ± 10	712 ± 6	1,413 ± 0,019	293,79 ± 5,71	0,424 ± 0,006
1,69	492 ± 6	693 ± 7	1,409 ± 0,015	303,02 ± 5,85	0,423 ± 0,005
1,82	512 ± 5	708 ± 7	1,385 ± 0,014	297,70 ± 5,36	0,415 ± 0,004
CV (%)	3,45	2,52	3,06	5,36	3,06
P	0,319	0,1686	0,683	0,2997	0,0318

$$^1 y = -5E-05x^2 + 0,0095x - 0,0615 \quad R^2 = 0,9573$$

Após observado o efeito quadrático dos níveis de lisina digestível sobre a conversão protéica de perus fêmeas leves, entre 15 a 25 dias de idade, o nível 85% (1,36% de lisina digestível) foi o que mais se aproximou do ponto de mínima estimado pela a equação de regressão. Este nível encontrado é menor que 1,6% (2800 kcal/kg de EM) recomendado pelo NRC (1994) e 1,58% de lisina digestível (2940 kcal/kg de EM) sugerido pelo manual da linhagem BUT, para melhor desempenho na fase inicial (0 a 4 semanas).

Avaliando-se o período total, da fase inicial (1 a 25 dias de idade) não foi observada influência significativa dos cinco níveis de lisina digestível nos parâmetros de desempenho (Tabela 8).

Tabela 8. Ganho de peso (GP), consumo de ração (CR), conversão alimentar (CA), conversão calórica (CC) e conversão protéica (CP) de perus fêmeas leves alimentadas com ração contendo cinco níveis de lisina digestível na fase inicial (1 a 25 dias de idade)

Níveis de Lisina (%)	GP (g)	CR (g)	CA	CC	CP
1,36	737 ± 9	992 ± 12	1,346 ± 0,012	206,37 ± 4,60	0,393 ± 0,003
1,45	837 ± 9	1095 ± 11	1,309 ± 0,009	179,31 ± 2,89	0,393 ± 0,003
1,58	842 ± 11	1105 ± 10	1,313 ± 0,010	175,92 ± 2,33	0,394 ± 0,003
1,69	840 ± 8	1092 ± 9	1,301 ± 0,011	177,62 ± 3,03	0,390 ± 0,003
1,82	859 ± 6	1119 ± 8	1,304 ± 0,011	177,42 ± 3,54	0,391 ± 0,003
CV (%)	2,98	2,66	2,24	5,01	2,24
p	737 ± 9	992 ± 12	1,346 ± 0,012	206,368 ± 4,598	0,393 ± 0,003

As recomendações do NRC (1994) de 1,6% e do manual da linhagem BUT (British United Turkeys) de 1,58% de lisina digestível para a fase inicial, estão entre o intervalo dos níveis de lisina testados neste estudo. No entanto, Veldkamp et al. (2003), verificaram maior ganho de peso na fase inicial (0 a 28 dias de idade) com a utilização de 1,86% de lisina digestível e 2837 kcal/kg de EM para perus machos.

Tendo em vista a tabela do NRC não distingue machos de fêmeas, e sabendo-se que os machos possuem maior deposição protéica que as fêmeas e suas exigências são diferentes, os níveis recomendados pelo manual da linhagem, quando utilizados durante a fase inicial podem resultar em um bom desempenho de perus fêmeas. Contudo deve-se favorecer o maior desempenho na primeira semana de idade, com a utilização de níveis entre 1,58 e 1,82%, pois esta é uma fase em que os perus são mais sensíveis a variações de temperatura e susceptíveis a doenças, fatores estes que podem reduzir a produção.

Ao verificar o efeito residual dos níveis de lisina testados na fase inicial sobre o desempenho na fase crescimento (26 a 48 dias de idade), não foram observadas influências significativas para as variáveis avaliadas (Tabela 9).

Tabela 9. Ganho de peso (GP), consumo de ração (CR), conversão alimentar (CA), conversão calórica (CC) e conversão protéica (CP) de perus fêmeas leves na fase crescimento alimentadas com ração contendo cinco níveis de lisina digestível na fase inicial

Níveis de Lisina (%)	GP (g)	CR (g)	CA	CC	CP
1,36	1179 ± 18	2446 ± 39	2,075 ± 0,024	138,91 ± 4,38	0,550 ± 0,006
1,45	1236 ± 19	2657 ± 45	2,151 ± 0,035	129,52 ± 3,29	0,570 ± 0,009
1,58	1338 ± 78	2777 ± 52	2,111 ± 0,091	120,24 ± 8,40	0,560 ± 0,024
1,69	1250 ± 29	2474 ± 201	1,960 ± 0,138	127,20 ± 6,05	0,519 ± 0,037
1,82	1205 ± 42	2695 ± 55	2,243 ± 0,044	136,53 ± 4,82	0,594 ± 0,012
CV (%)	8,02	8,43	8,95	11,48	8,95
p	0,1367	0,4453	0,7981	0,1362	0,7915

As variáveis não foram influenciadas, mantendo o mesmo comportamento observado na fase inicial. A utilização de uma dieta comum (padrão), na fase de crescimento, pode ter colaborado com este resultado, pois a composição da ração era a mesma entre os tratamentos.

Avaliando o efeito residual dos níveis de lisina testados na fase inicial sobre o desempenho na fase final (49 a 68 dias de idade), somente foi observada influência significativa para a conversão protéica (Tabela 10).

Tabela 10. Ganho de peso (GP), consumo de ração (CR), conversão alimentar (CA), conversão calórica (CC) e conversão protéica (CP) de perus fêmeas leves na fase final alimentadas com ração contendo cinco níveis de lisina digestível na fase inicial

Níveis de Lisina (%)	GP (g)	CR (g)	CA	CC	CP ¹
1,36	2490 ± 26	4388 ± 41	1,763 ± 0,020	67,73 ± 0,95	0,432 ± 0,005
1,45	2523 ± 31	4548 ± 64	1,803 ± 0,020	67,44 ± 0,51	0,442 ± 0,005
1,58	2586 ± 58	4815 ± 131	1,862 ± 0,028	63,27 ± 1,15	0,456 ± 0,007
1,69	2491 ± 33	4525 ± 64	1,818 ± 0,035	67,92 ± 2,31	0,445 ± 0,008
1,82	2485 ± 31	4493 ± 59	1,808 ± 0,022	70,96 ± 2,07	0,443 ± 0,006
CV (%)	3,32	3,65	3,27	4,84	3,27
p	0,2996	0,303	0,196	0,3014	0,034
¹ y = -6E-05x ² + 0,0129x - 0,2135			R ² = 0,802		

O modelo de regressão quadrática foi o que melhor se ajustou para conversão protéica na fase final, no entanto observar-se uma parábola invertida (Figura 10). Desta forma, a utilização de níveis em torno de 1,36% (85%) de lisina digestível, na fase inicial, pode resultar em melhor conversão protéica de perus fêmeas leves na fase final.

Por meio dos dados de peso corporal ao 1, 7, 14, 25, 48 e 68 dias de idade foi utilizado o coeficiente de correlação de Pearson para avaliar o a relação linear entre os pesos para cada nível de lisina estudado e no geral (peso médio de todos os tratamentos) (Tabela 11).

Tabela 11. Coeficiente de correlação de Pearson em cada nível de lisina e no geral para os pesos corporais de perus fêmeas leves no período de 1 a 68 dias de idade

Correlações	Níveis de lisina (%)					Peso
	1,36	1,45	1,58	1,69	1,82	
P1xP7	-0,641	0,361	0,767	-0,373	0,203	-0,035
P1xP14	-0,785	-0,592	0,301	-0,138	-0,107	-0,187
P1xP25	-0,592	-0,476	0,732	-0,332	-0,423	-0,223
P1xP48	-0,481	-0,034	0,254	0,563	-0,386	0,014
P1xP68	-0,251	-0,137	0,075	0,633	-0,814	0,001
P7xP14	0,908*	0,088	0,580	0,765	0,949*	0,772*
P7xP25	0,696	-0,005	0,957*	0,828*	0,710	0,678*
P7xP48	0,015	-0,158	0,765	-0,375	-0,878	0,308
P7xP68	-0,310	-0,046	0,665	-0,333	0,053	0,184
P14xP25	0,809	0,839*	0,338	0,943*	0,854	0,885*
P14xP48	0,290	0,602	0,405	0,228	-0,741	0,447*
P14xP68	-0,005	0,688	0,338	0,194	0,285	0,311
P25xP48	0,512	0,803	0,816	-0,005	-0,374	0,510*
P25xP68	0,342	0,890*	0,725	-0,107	0,700	0,380*
P48xP68	0,927*	0,979*	0,970*	0,942*	0,180	0,926*

*Apresenta correlação significativa a 5% de probabilidade.

No nível 85% de lisina as variáveis pesos aos 7 e 14 dias ($r=0,908$; $p=0,012$) e entre 48 e 68 dias ($r=0,927$; $p=0,008$) estão fortemente e positivamente (ou diretamente) correlacionadas. Existem também correlações fortes e positivas entre os pesos aos 14 e 25 dias ($r=0,83860$; $p=0,03690$), entre 25 e 68 dias ($r=0,88980$; $p=0,01750$) e entre 48 e 68 dias ($r=0,97910$; $p=0,00060$), para o nível 92,5% de lisina.

Foram verificadas correlações fortes e positivas entre os pesos aos 7 e 25 dias ($r=0,9566$; $p=0,0108$) e 48 e 68 dias ($r=0,9696$; $p=0,0063$) quando utilizado o nível 100% de lisina. Além disso, as mesmas correlações foram encontradas para o nível 107,5% de lisina entre os pesos aos 7 e 25 dias

($r=0,8284$; $p=0,0416$), 14 e 25 dias ($r=0,9430$; $p=0,0048$) e 48 e 68 dias ($r=0,9420$; $p=0,0049$), e também para o nível de 115% de lisina entre os pesos aos 7 e 14 dias ($r=0,9485$; $p=0,0139$).

Avaliando de uma forma geral os pesos, desconsiderando os diferentes níveis de lisina, existem correlações fortes e positivas entre os pesos aos 7 e 14 dias ($r=0,772$; $p<0.0001$), 14 e 25 dias ($r=0,885$; $p<0.0001$), e 48 e 68 dias ($r=0,9261$; $p<0.0001$). Contudo, também existem correlações moderada e positivas entre os pesos aos 7 e 25 dias ($r=0,678$; $p<0.0001$), 14 e 48 dias ($r=0,447$; $p=0,017$), 25 e 48 dias ($r=0,510$; $p=0,006$) e 25 e 68 dias ($r=0,3802$; $p=0,0459$). Para todas as variáveis restantes não foram encontradas correlações significativas.

Desta forma, podemos verificar que existe uma correlação entre o peso corporal na primeira semana (7 dias) e o da fase inicial (25 dias), assim como entre o da fase inicial (25 dias) e final (68 dias), dando maior ênfase a utilização de dietas iniciais balanceadas, com níveis entre 1,69 e 1,82% de lisina digestível no objetivo de otimizar o desempenho de perus fêmeas.

3.3.2 Experimento 2

Quando testados os cinco níveis de lisina na fase crescimento (30 a 48 dias de idade) não foram observadas influências significativas para os parâmetros de desempenho avaliados (Tabela 12).

Tabela 12. Ganho de peso (GP), consumo de ração (CR), conversão alimentar (CA), conversão calórica (CC) e conversão protéica (CP) de perus fêmeas alimentados com ração contendo cinco níveis de lisina digestível na fase crescimento

Níveis de Lisina (%)	GP (g)	CR(g)	CA	CC	CP
1,22	1277 ± 32	2266 ± 55	1,776 ± 0,016	120,01 ± 3,02	0,471 ± 0,004
1,32	1229 ± 32	2184 ± 43	1,780 ± 0,018	125,60 ± 3,91	0,472 ± 0,005
1,44	1242 ± 28	2214 ± 35	1,786 ± 0,018	123,26 ± 2,77	0,473 ± 0,005
1,54	1250 ± 34	2200 ± 50	1,762 ± 0,020	123,55 ± 4,13	0,467 ± 0,005
1,62	1272 ± 31	2231 ± 40	1,756 ± 0,017	120,41 ± 3,02	0,474 ± 0,005
CV (%)	7,1	5,67	2,84	7,77	2,84
p	0,237	0,3978	0,1862	0,2367	0,8166

No entanto, Thompson et al. (2004) alimentado perus fêmea com dietas contendo de 0,88 a 1,30% de lisina digestível no período de crescimento (29 a 40 dias) e 3200 kcal/kg de EM, utilizando análise regressão, determinaram a exigência de lisina digestível como sendo 1,16% para ganho de peso e 1,12% para conversão alimentar, ou seja, valores menores do que os praticados neste experimento. Firman (2004) testando diferentes níveis de lisina em dietas iso-calórica (3100 kcal/kg de EM) para perus fêmeas, determinaram as exigências para melhor ganho de peso corporal como sendo 1,19% de lisina digestível para o período de 23 a 37 dias.

Os melhores níveis encontrados pelos autores acima estão abaixo dos utilizados neste trabalho que variam de 1,22 a 1,62% de lisina digestível com 3050 kcal/kg de EM. Desta forma, os níveis de lisina utilizados neste trabalho podem ter sido superestimados, atendendo as necessidades nutricionais para o melhor desempenho, podendo o excesso de aminoácido ser excretado na forma de nitrogênio.

Da mesma forma, quando avaliado o desempenho de perus fêmeas leves na fase final (49 a 68 dias de idade) alimentados com rações contendo cinco níveis de lisina na fase de crescimento, não foram observadas influências destes sobre os parâmetros GP, CR, CA, CC e CP (Tabela 13).

Tabela 13. Ganho de peso (GP), consumo de ração (CR), conversão alimentar (CA), conversão calórica (CC) e conversão protéica (CP) de perus fêmeas na fase final alimentados com ração contendo cinco níveis de lisina digestível na fase crescimento

Níveis de Lisina (%)	GP (g)	CR (g)	CA	CC	CP
1,22	2518 ± 69	4873 ± 109	1,946 ± 0,070	63,94 ± 2,04	0,477 ± 0,017
1,32	2595 ± 18	4713 ± 57	1,817 ± 0,020	62,10 ± 0,77	0,445 ± 0,005
1,44	2629 ± 34	4770 ± 49	1,816 ± 0,024	60,92 ± 0,76	0,445 ± 0,006
1,54	2575 ± 26	4711 ± 88	1,829 ± 0,025	62,60 ± 0,80	0,457 ± 0,006
1,62	2599 ± 47	4835 ± 74	1,861 ± 0,014	61,70 ± 1,08	0,465 ± 0,004
CV (%)	4,25	4,45	4,59	4,93	4,59
p	0,4626	0,3572	0,1112	0,4725	0,1895

O NRC (1994) recomenda níveis de lisina de 1,5% com 2900 kcal/kg de EM de 4 a 8 semanas de idade. O manual da linhagem BUT (British United Turkeys) recomenda para perus fêmeas de 4 a 8 semanas de idade, 1,44% de lisina digestível e 3050 kcal/kg de EM. Neste caso, o nível 1,22% de lisina pode ser utilizado na fase de crescimento sem causar redução de desempenho na fase final.

3.3.3 Experimento 3

Constatou-se que os cinco níveis de lisina digestível na ração de perus fêmeas na fase final (48 a 68 dias de idade) exercem influências sobre o ganho de peso (GP), conversão alimentar (CA), conversão calórica (CC) e conversão

protéica (PC). Apenas para a variável consumo de ração (CR) não foi verificada influência destes níveis.

Tabela 14. Ganho de peso (GP), consumo de ração (CR), conversão alimentar (CA), conversão calórica (CC) e conversão protéica (CP) de perus fêmeas alimentados com ração contendo cinco níveis de lisina digestível na fase final

Níveis de Lisina (%)	GP ¹ (g)	CR (g)	CA ²	CC ³	CP ⁴
0,97	2339 ± 25	4358 ± 69	1,863 ± 0,023	68,45 ± 0,75	0,455 ± 0,006
1,04	2354 ± 29	4236 ± 38	1,801 ± 0,016	68,04 ± 0,83	0,441 ± 0,004
1,14	2453 ± 33	4300 ± 64	1,753 ± 0,011	65,31 ± 0,87	0,429 ± 0,003
1,21	2457 ± 35	4230 ± 77	1,721 ± 0,009	65,21 ± 0,92	0,430 ± 0,002
1,37	2478 ± 28	4296 ± 56	1,734 ± 0,012	64,63 ± 0,74	0,434 ± 0,003
CV (%)	3,34	3,82	2,12	3,33	2,12
p	0,021	0,4687	0,0064	0,0208	0,0143
¹ y = -0,0001x ² + 0,0262x + 0,8616			R ² = 0,8994		
² y = 0,0002x ² - 0,047x + 4,3246			R ² = 0,9922		
³ y = -0,1397x + 80,302			R ² = 0,8703		
⁴ y = 6E-05x ² - 0,0124x + 1,086			R ² = 0,9861		

Desta forma, o modelo de regressão linear foi o que melhor se ajustou aos dados de CC. Para os dados de GP, CA e CP o modelo que melhor se ajustou foi o quadrático.

A partir dos dados obtidos, em que os pontos de máximo desempenho foram para o intervalo de 1,14 e 1,37% de lisina digestível, pode-se afirmar que as recomendações do NRC (1994), para a fase final, sejam baixas a ponto de não atender as exigências nutricionais de perus fêmeas leves e impedindo que o animal possa expressar seu maior potencial genético. Da mesma forma, Lehman et al. (1996) estudando respostas de desempenho de 8 a 12 semanas em perus recebendo diferentes níveis de lisina verificaram que níveis até 20% superiores aos recomendados pelo NRC (1,3% de lisina com 3000 kcal/kg de EM) foram insuficientes para o máximo desempenho dos animais. No entanto,

Waldroup et al. (1997, 1998) e Veldkamp et al. (2000, 2003), verificam maiores consumo de ração, ganho de peso e rendimento de peito de perus quando utilizado níveis de lisina superiores ao indicado pelo NRC (1994).

3.3.3.1 Rendimento de Carcaça

Na Tabela 15 podemos verificar os resultados obtidos após o abate dos animais, onde foram observadas diferenças significativas ($P < 0,05$) entre os cinco níveis de lisina para as variáveis peso vivo (PV), peso carcaça (PÇ) e rendimento carcaça (RC).

Tabela 15 – Efeito dos níveis de lisina digestível da dieta (entre 48-68 dias de idade) sobre o peso vivo, peso de carcaça e rendimento de carcaça.

Níveis de Lisina (%)	Peso Vivo	Peso Carcaça	Rendimento Carcaça
0,97	4278 ± 31 c	2869 ± 23 c	67,06 ± 213 b
1,04	4306 ± 33 bc	2902 ± 25 bc	67,39 ± 194 ab
1,14	4432 ± 29 a	2997 ± 22 a	67,61 ± 217 ab
1,21	4387 ± 37 abc	2966 ± 28 ab	67,61 ± 346 a
1,37	4420 ± 26 ab	2998 ± 20 a	67,83 ± 251 a
CV (%)	4,37	4,87	2,21
p	0,0014	0,0003	0,0271

O nível 1,14% de lisina digestível resultou em maior peso vivo quando comparado ao nível 0,97% e 1,04%. Esta diferença também foi encontrada para peso de carcaça, onde os níveis 1,14 e 1,37% foram maiores que o nível 0,97% de lisina digestível. No entanto, os maiores rendimentos de carcaça foram encontrados entre os níveis 1,21 e 1,37% quando comparados ao nível 0,97%. Desta forma, os dois maiores níveis testados podem acarretar em melhora no rendimento de carcaça de perus fêmeas leves aos 68 dias de idade.

3.4 CONCLUSÕES

O nível de lisina digestível estimados para perus fêmeas leves na fase de 1 a 25 dias de idade foi de 1,69%. Juntamente, verifica-se uma correlação entre o peso na primeira semana e o final da fase inicial (25 dias), bem como uma correlação entre o peso aos 25 dias com o peso aos 68 dias de idade.

Para perus fêmeas leves na fase de 30 a 48 dias de idade, o nível 1,22% de lisina pode ser utilizado sem causar redução de desempenho.

No período de 48 a 68 dias de idade se conclui que os níveis entre 1,21 e 1,37% de lisina digestível podem resultar em um melhor desempenho de perus fêmeas leves e melhor rendimento de carcaça aos 68 dias de idade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BOLING, S.D. and FIRMAN, J. D. Digestible Lysine Requirement of Female Turkeys During the Starter Period. **Poultry Science**, v.77, p.547–551, 1998.

BRITISH UNITED TURKEYS: Commercial Turkeys Feed Programmes - Key Points. Disponível em: <
<http://www.aviagen.com/output.aspx?sec=3767&con=3791&siteId=3759>>
Acesso em: 12/06/2008.

FIRMAN, J. D.; BOLING, S. D. Ideal Protein in Turkeys. **Poultry Science**, v.77, p.105–110, 1998.

FIRMAN, J. Digestible Lysine Requirements of Male Turkeys in Their First Six Weeks **International Journal of Poultry Science**, v.3, n.6, p.373-377, 2004.

LEHMANN, D.; PACK, M.; JEROCH, H. Responses of growing and finishing turkey toms to dietary lysine. **Poultry Science**, v.75, p.711–718, 1996.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of poultry**. Washington, D.C.: National Academy of Sciences, ed. 9, p. 36, 1994.

PACK, M. Proteína ideal para frango de corte. Conceitos e posição atual. In: CONFERÊNCIA APINCO DE TECNOLOGIA AVÍCOLA, Curitiba. **Anais...** Curitiba: FACTA, p. 95 – 110, 1995.

SILVA, J.H.V.; JORDÃO FILHO, J.; SILVA, E.L. et al. Exigências de metionina+cistina de poedeiras semipesadas mantendo ou não a relação aminoácidos sulfurosos: lisina. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v.4, p.69, 2002 (suplemento).

SILVA JUNIOR, R.G.C.; LANA, G.R.Q.; RABELLO, C.B.V. et al. Exigências de Metionina + Cistina para Frangos de Corte Machos de 1 a 21 e de 22 a 42 Dias

de Idade, em Clima Tropical. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.6, p.2399-2407, 2005 (supl.)

THOMPSON, K.A.; BLAIR, E.; BAKER, K.A.; FIRMAN, J.D. Digestible Lysine Requirement for Hen Turkeys from 0 to 6 Weeks of Age. **International Journal of Poultry Science**, v.3, n.9, p.558-562, 2004.

UBA – União Brasileira de Avicultura. **Relatório Anual UBA 2008**. p.48, 2008.

VELDKAMP, T.; FERKET, P. R.; KWAKKEL, R. P.; NIXEY, C.; NOORDHUIZEN, J. P.T. M.. Interaction between ambient temperature and supplementation of synthetic amino acids on performance and carcass parameters in commercial male turkeys. **Poultry Science**, v.79, p.1472–1477, 2000.

VELDKAMP, T; KWAKKEL, R.; FERKET, P.; KOGUT, J.; VERSTEGEN, M. Growth Responses to Dietary Lysine at High and Low Ambient Temperature in Male Turkeys. **Poultry Science**, v.82, p.1733–1746, 2003.

WALDROUP, P. W.; ENGLAND, J. A.; WALDROUP, A. L.; ANTHONY, N. B. Response of two strains of Large White male turkeys to amino acid levels when diets are changed at 3-week or 4-week intervals. **Poultry Science**, v.76 p.1543–1555, 1997.

WALDROUP, P. W.; ENGLAND, J. A.; KIDD, M. T.; KERR, B. J. Dietary arginine and lysine in large white toms. 1. increasing arginine:lysine ratios does not improve performance when lysine levels are adequate. **Poultry Science**, v.77, p.1364–1370, 1998.