

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

FACULDADE DE AGRONOMIA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

Uma Avaliação Zootécnica e Econômica de Frangos de Corte Alimentados Com Dietas Com Perfis Protéicos Ideais Crescentes

DIOGO TASCHETTO
Zootecnista - UFSM

Dissertação apresentada como um dos requisitos à obtenção
do Grau de Mestre em Zootecnia

Área de Concentração Nutrição Animal

Porto Alegre (RS), Brasil
Março de 2011

CIP - Catalogação na Publicação

Taschetto, Diogo
Uma Avaliação Zootécnica e Econômica de Frangos de
Corte Alimentados com Dietas com Perfis Protéicos
Ideais Crescentes / Diogo Taschetto. -- 2011.
76 f.

Orientador: Sergio Luiz Vieira.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal
do Rio Grande do Sul, Faculdade de Agronomia,
Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Porto
Alegre, BR-RS,
2011.

1. Densidade de aminoácidos. 2. Frangos de corte.
3. Rendimentos de carcaça. I. Vieira, Sergio Luiz,
orient. II. Título.

DIOGO TASCHETTO
ZOOTECNISTA

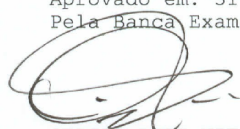
DISSERTAÇÃO

Submetida como parte dos requisitos
para obtenção do Grau de

MESTRE EM ZOOTECNIA

Programa de Pós-Graduação em Zootecnia
Faculdade de Agronomia
Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Porto Alegre (RS), Brasil

Aprovado em: 31.03.2011
Pela Banca Examinadora

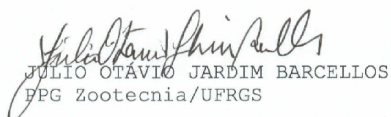


SERGIO LUIZ VIEIRA
PPG ZOOTECNIA/UFRGS
Orientador

Homologado em: 05.09.2011
Por



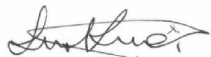
CARLOS NABINGER
Coordenador do Programa de
Pós-Graduação em Zootecnia



JULIO OTAVIO JARDIM BARCELLOS
PPG Zootecnia/UFRGS



VIVIAN FISCHER
PPG Zootecnia/UFRGS



LIRIS KINDLEIN
Veterinária/UFRGS



PEDRO ALBERTO SEIBACH
Diretor da Faculdade de
Agronomia

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer primeiramente a Deus, que durante esses anos sempre esteve comigo e me guiou para que eu chegasse até aqui. Tenho muito a agradecer também a minha família, nas figuras de meu pai Hermes Taschetto, minha mãe Luci Wouters Taschetto e minha irmã Rubia Taschetto, que sempre me apoiaram nessa batalha dando-me forças para encarar os desafios, desde a minha mudança para Porto Alegre até este momento.

Não posso me esquecer de meu orientador, o prof. Sérgio Luiz Vieira, ou Serjão para outros, que me impôs vários desafios ao longo desses dois anos permitindo meu crescimento, tanto pessoal quanto profissional, e apesar das broncas tenho certeza de que ganhei um grande amigo.

Gostaria de agradecer também aos meus colegas André, Franciele, Natacha, Fúlvio, Eduardo, Jolvane, Henrique, Heitor, Samanta, Rafael Barros e Rafael Cruz, também gostaria de agradecer aqueles que já foram para o mercado de trabalho, como os casos do Josemar, do Dimitri, do Pedro e do Rafael Peruzolo. A convivência com vocês foi muito importante para mim.

Também devo um agradecimento ao Programa de Pós-graduação em Zootecnia da UFRGS, que me recebeu de braços abertos.

Uma avaliação zootécnica e econômica de frangos de corte alimentados com dietas com perfis protéicos ideais crescentes¹

Autor: Diogo Taschetto

Orientador: Sergio Luiz Vieira

Resumo

Foram avaliados os efeitos do fornecimento de dietas com três densidades de aminoácidos (AA) no desempenho e rendimento de carcaça de frangos de corte. Um total de 1.200 pintos de um dia Cobb × Cobb 500 foram distribuídos em 6 tratamentos com um arranjo fatorial 2 × 3 (sexo × densidade AA). Cada tratamento teve 8 repetições com 25 aves cada. As dietas foram formuladas tendo como base milho e farelo de soja, satisfazendo as fases de alimentação de 1 a 7, 8 a 21, 22 a 35 e 36 a 40 dias de idade, mantendo as mínimas relações entre AA essenciais e lisina (Lis) em base digestível (dig.) verdadeira: Lis, 100%; AA sulfurados totais, 75%; treonina, 65%, valina, 75% (de 1 a 21 dias) e 78% (de 22 a 42 dias). Os tratamentos dietéticos foram com baixa, moderada e alta densidades de AA, com a densidade média tendo Lis dig. de 1,25%, 1,19 %, 1,09 % e 1,05 % da dieta pré-inicial até a retirada respectivamente. As dietas com baixa e alta densidade tiveram redução e aumento de 12% no nível de Lis dig. em relação à dieta moderada. Não houve efeito dos tratamentos sobre a mortalidade ($P>0,05$) e os machos tiveram melhor desempenho zootécnico que as fêmeas ($P<0,05$). Não foram observadas interações entre sexo × densidade de AA, com exceção para a deposição de gordura abdominal, que foi mais reduzida nos machos com o aumento da densidade de AA do que nas fêmeas ($P<0,01$). O ganho de peso foi reduzido para as dietas com densidade baixa ($P<0,05$) quando comparadas com as densidades alta e moderada, porém entre estas últimas não houve diferença ($P>0,05$). A conversão alimentar (CA) melhorou ($P<0,05$) com o aumento da densidade de AA. As porcentagens de rendimento de carcaça, peito e deposição de gordura abdominal foi maior para as fêmeas ($P<0,05$), entretanto não foram encontradas respostas para a densidade de AA da dieta, com exceção da gordura abdominal, que reduziu com o aumento da densidade de AA da dieta ($P<0,05$). As melhorias obtidas na CA com o aumento das densidades de AA na dieta não foram estendidas para os ganhos econômicos nas condições econômicas utilizadas nesse estudo.

Palavra-chave: aminoácidos, frangos, processamento

¹Dissertação de Mestrado em Zootecnia – Nutrição Animal, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil. (72 p.) Março, 2011

Uma Avaliação Zootécnica e Econômica de Frangos de Corte Alimentados Com Dietas Com Perfis Protéicos Ideais Crescentes¹

Author: Diogo Taschetto

Adviser: Sergio Luiz Vieira

Abstract

An evaluation of the effects of feeding programs with three amino acid (AA) densities given to an early growth broiler breed was conducted. Growth performance, carcass yield and an economic evaluation was done using current figures at the time of the study. A total of 1,200 Cobb X Cobb 500 were distributed across 6 treatments in a 2 X 3 factorial arrangement (Sex X AA Density). Each treatment had 8 replications of 25 birds per pen. Maize-soybean meal diets, provided from 1 to 7, 8 to 21, 22 to 35 and 36 to 42 d of age, were formulated maintaining minimum ratios between essential AA and Lysine (Lys) in a true digestible (dig) basis as follow: Lys, 100%; total sulfur AA, 75%; threonine), 65%, valine, 75% (from 1 to 21 d) and 78% (from 22 – 42 d). Experimental dietary treatments were Low, Moderate and High AA density diets with Moderate having dig Lys of 1.25%, 1.19 %, 1.09 % and 1.05 % in from starter to withdrawal, respectively. Low and High diets had reductions and increases of 12% on dig Lys in relation to the Moderate diet. There were no effects of treatments on mortality ($P > 0.05$) and males had an overall better live performance than females ($P < 0.01$). No interactions were observed between Sex x AA density, with the exception of abdominal fat which was further reduced in males as AA density increased than with females ($P < 0.01$). Body weight gain was reduced for Low diets ($P < 0.05$) when compared to High and Moderate, which were not different ($P > 0.05$). Feed conversion ratio (FCR) was improved ($P < 0.05$) as AA density increased. Percent yield of carcass, breast meat and abdominal fat were higher for females ($P < 0.01$); however, there were no responses for AA density on processing measures. One exception was abdominal fat, which was reduced with the High diet ($P < 0.05$). Improvements obtained in feed FCR with the increase in AA density were not extended to economic gains under the economic conditions used in this study. Thus, the decision making process to change AA density in the diet towards a higher density AA diet is expected to depend on the ratio between feed ingredients and meat market prices.

Key-words: amino acid, broiler, processing

¹Master of Science dissertation in Animal Science – Animal Nutrition, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brazil. (72 p.) March, 2011

SUMÁRIO

CAPÍTULO I	1
1.1 INTRODUÇÃO	2
1.2. REVISÃO DA LITERATURA	3
1.2.1. Proteína Ideal.....	3
1.2.2. Densidade Protéica das Dietas.....	4
1.2.3. Efeito da proteína sobre as Linhagens.....	9
1.2.4. Efeitos de dietas com diferentes densidades protéicas em frangos de corte machos e fêmeas.....	11
1.3. HIPÓTESES	14
1.4. OBJETIVOS	14
CAPÍTULO II ¹	15
Responses of Cobb X Cobb slow feathering broilers to feeding programs with increasing amino acid densities	16
ABSTRACT.....	17
1. Introduction.....	18
2. Materials and methods	20
2.1 Broiler husbandry	20
2.2 Treatments	20
2.3 Live performance and processing.....	21
2.4 Statistical analyses.....	22
3. Results and discussion	23
4. Conclusion	26
5. References.....	27
CAPÍTULO III	36
3.1 CONSIDERAÇÃO FINAL	37
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	37
APÊNDICES	41

RELAÇÃO DE TABELAS

Table 1. Composition of experimental diets, as is basis.....	31
Table 2. Formulated (analyzed) crude protein and total amino acids (AA) in experimental diets, % ¹	32
Table 3. Growth performance of broilers fed diets with varying amino acid (AA) densities ¹	33
Table 4. Body weight at 28 and 40 days, carcass yields and percentage of cuts at 40 days, of broilers fed diets with varying amino acid (AA) densities ¹	34
Table 5. Feed intake and abdominal fat interaction between sex and diets of broilers fed diets with varying amino acid (AA) densities ¹	35

RELAÇÃO DE APÊNDICES

Apêndice 1. Condições ambientais	42
Apêndice 2. Dados calculados de ganho de peso, Kg	43
Apêndice 3. Dados calculados de conversão alimentar	44
Apêndice 4. Dados coletados de consumo, Kg	45
Apêndice 5. Dados coletados de abate, Kg	46
Apêndice 6. Dados calculados de abate, %	47
Apêndice 7. Dados calculados de custo de produção associado ao peso vivo aos 28 e 40 dias, U\$	48
Apêndice 8. Dados calculados de de custo de produção associado ao peso de carcaça, peito e pernas, U\$	49
Apêndice 9. Análise de variância do efeito dos tratamentos sobre o ganho de peso de 1 a 28 dias	50
Apêndice 10. Análise de variância do efeito dos tratamentos sobre o ganho de peso de 1 a 40 dias	50
Apêndice 11. Análise de variância do efeito dos tratamentos sobre a conversão alimentar de 1 a 28 dias	50
Apêndice 12. Análise de variância do efeito dos tratamentos sobre a conversão alimentar de 1 a 40 dias	50
Apêndice 13. Análise de variância do efeito dos tratamentos sobre o consumo de 1 a 28 dias	51
Apêndice 14. Análise de variância do efeito dos tratamentos sobre o consumo de 1 a 40 dias	51
Apêndice 15. Análise de variância do efeito dos tratamentos sobre o rendimento de carcaça aos 40 dias	51
Apêndice 16. Análise de variância do efeito dos tratamentos sobre o rendimento de peito aos 40 dias	51
Apêndice 17. Análise de variância do efeito dos tratamentos sobre o rendimento de pernas aos 40 dias	52
Apêndice 18. Análise de variância do efeito dos tratamentos sobre a deposição de gordura abdominal aos 40 dias	52
Apêndice 19. Análise de variância do efeito dos tratamentos sobre o custo de produção por quilo de peso vivo aos 28 dias	52
Apêndice 20. Análise de variância do efeito dos tratamentos sobre o custo de produção por quilo de peso vivo aos 40 dias	52
Apêndice 21. Análise de variância do efeito dos tratamentos sobre o custo de produção por quilo de carcaça	53

Apêndice 22. Análise de variância do efeito dos tratamentos sobre o custo de produção por quilo de peito.....	53
Apêndice 23. Análise de variância do efeito dos tratamentos sobre o custo de produção por quilo de pernas.....	53
Apêndice 24. Simulação do mercado de cortes comerciais de frango para o ano de 2009 com as cotações dos cortes e o custo de alimentação flutuando entre 80 e 120%, U\$/ave ¹	54
Apêndice 25. Simulação do mercado de cortes comerciais de frango para o ano de 2011 com as cotações dos cortes e o custo de alimentação flutuando entre 80 e 120%, U\$/ave ¹	55
Apêndice 26. Normas para publicação de artigos no periódico Livestock Science.	56

RELAÇÃO DE ABREVIATURAS

AA	Aminoácido
AAS	Aminoácidos sulfurados
Met	Metionina
Lis	Lisina
Tre	Treonina
CA	Conversão Alimentar
CR	Consumo de Ração
CP	Controle Positivo
EPM	Erro padrão da média
d	dia (s)
EM	Energia Metabolizável
g	grama (s)
GL	Graus de Liberdade
GP	Ganho de Peso
dig.	Digestível

CAPÍTULO I

1.1 INTRODUÇÃO

O objetivo da dissertação foi avaliar as densidades de aminoácidos (AA) utilizados nas dietas fornecidas para frangos de corte no Brasil. Dentre os nutrientes da dieta a proteína é o que possui o maior custo, sendo que a mesma influencia a produtividade e a lucratividade da atividade avícola, portanto é importante o fornecimento de proteína e aminoácidos em quantidade e qualidade adequadas para o bom desenvolvimento das aves.

Atualmente os nutricionistas utilizam o conceito de proteína ideal que procura oferecer uma relação adequada de aminoácidos (AA) para promover um bom desenvolvimento das aves. A suplementação com AA sintéticos nas dietas é corriqueira atualmente, sendo importante para produzir rações econômicas e de baixo custo. Os AA suplementados em dietas para frangos de corte são a lisina (Lis), a metionina (Met) e a treonina (Tre). Existem duas fontes de Met que são comumente utilizadas, a DL-Met e o ácido 2-hidróxi-4-metiltio butanóico (popularmente conhecido como metionina hidróxi análogo).

A utilização de diferentes densidades de AA nas dietas tem sido uma ferramenta para melhorar a lucratividade da atividade avícola, pois ela pode melhorar o desempenho produtivo dos frangos de corte, contribuindo para aumentar a receita líquida da atividade, porém esta resposta vai depender de uma série de fatores entre os quais estão o custo das dietas e a cotação da carne. Duas respostas fisiológicas são afetadas diretamente pela densidade de AA nas dietas: a conversão alimentar (CA) e o rendimento de peito.

1.2. REVISÃO DA LITERATURA

Ao longo dos últimos anos vários estudos foram conduzidos buscando estimar a influência da proteína da dieta nos índices de desempenho zootécnico e conformação corporal, pesquisas mostrando as diferenças encontradas quando as dietas são formuladas utilizando o conceito de proteína ideal, respostas com níveis de suplementação de aminoácidos (AA) de fontes diferentes, bem como sua relação.

1.2.1. Proteína Ideal

Proteína ideal está relacionada ao melhor balanço dos aminoácidos presentes no alimento de forma a melhor atenderem as exigências dos animais para manutenção e produção. Esse conceito é utilizado na formulação de rações para frangos de corte, sendo uma ferramenta para reduzir a carga excessiva de proteínas fornecida aos animais, permitindo maiores ajustes dos níveis de AA às reais exigências das aves, além de contribuir para a redução do impacto ambiental causado pela produção animal (Oliveira Neto, A. R. & Oliveira, W. P., 2009), contudo bastante atenção deve ser dada para as relações entre AA. Segundo Zarate et al. (2003), a formulação de dietas com a utilização de AA sintéticos permite atender as exigências nutricionais, reduzindo o nível de proteína bruta (PB) e proporcionando um aumento da energia produtiva a partir da energia metabolizável.

Segundo Dari et al (2005), a utilização de dietas formuladas de acordo com o conceito de proteína ideal e o uso de AA digestíveis para formular rações promovem maior ganho de peso comparados com as dietas

utilizando AA totais. É possível trabalhar com dietas de menor nível protéico sem afetar o desempenho dos frangos quando esta dieta for formulada com AA dig. (Araújo, L. F., Junqueira, O. M. & Araújo, C. S. S., 2004).

1.2.2. Densidade Protéica das Dietas

Frangos de corte machos e fêmeas respondem positivamente ao aumento da densidade de AA na dieta, melhorando o desempenho zootécnico e o rendimento de carcaça, no entanto o benefício financeiro varia de acordo com o custo dos ingredientes e o preço da carne. A criação de machos e fêmeas separados permite a utilização de estratégias nutricionais distintas e também para a produção destinada a mercados específicos de acordo com o tipo de carne (Corzo et al., 2005).

Frangos de corte mistos alimentados com dietas com alta densidade de AA tiveram melhora na conversão alimentar além de aumentar o peso e rendimento de carne de peito. As aves alimentadas com baixa densidade protéica apresentam um aumento no consumo e maior deposição de gordura abdominal, sendo a utilização de alta densidade de aminoácidos um fator para aumento da lucratividade (Dozier et al., 2007).

Dozier et al (2006), conduziram um estudo testando dietas com diferentes densidades de AA em frangos de corte machos e fêmeas. As aves receberam uma única dieta de alta densidade (H) nas fases inicial (1 a 17 dias), com 1,36 % de Lisina digestível (Lis dig.), e crescimento (18 a 35 dias), com 1,18% de Lis dig.; a fase final foi dividida em dois períodos, final 1 (36 a 47 dias) e final 2 (48 a 59 dias), nessas fases foram fornecidas 3 dietas com

densidades de AA alta (H), moderada (M) e baixa (L), os níveis de Lis dig. para a fase final 1 foram 0,93 (H), 0,84 (M) e 0,75% (L), e para final 2 0,89 (H), 0,80 (M) e 0,72% (L). A utilização de dietas com alta densidade de AA durante todo o período de criação melhorou a conversão alimentar acumulada, porém não exerceu efeito na taxa de crescimento final, no consumo e na mortalidade. Também houve um aumento no rendimento de peito nos frangos que receberam dieta H comparados com os que receberam dietas L no período de 36 a 59 dias, porém quando as aves receberam uma combinação de dietas com densidades diferentes utilizando densidades HM, MM e ML nos períodos de 36 a 47 dias e 38 a 59 dias, respectivamente, não diferiram dos frangos que receberam dieta alta durante todo o período.

Quentin et al. (2005), utilizando altos níveis de energia metabolizável (EM) e alta concentração de lisina na dieta inicial observaram uma melhora a longo prazo do crescimento e da composição da carcaça de frangos de corte. No período de 21 a 42 dias a utilização de um nível de lisina superior a 115% do sugerido pelo NRC (1984) pode ser necessário para se alcançar um ótimo desempenho.

Trindade Neto et al. (2009), trabalharam com diferentes níveis de lisina digestível em frangos de corte de 37 a 49 dias de idade, e observaram que o nível de lisina influenciou significativamente apenas a CA, e, com relação às características de carcaça os autores observaram um efeito quadrático para a deposição de gordura abdominal, onde houve diminuição da deposição quando o nível de Lis dig. subiu até 1,00%, porém quando foram utilizados níveis superiores de Lis dig. houve um aumento na deposição de gordura

abdominal. A melhor relação lisina digestível/Proteína Bruta (LD:PB) para o nível de 17,0% de PB é de 5,9%, enquanto que no nível de 19,0% de PB, considerando a deposição de proteína na carne do peito é indicado uma relação de 6,9% com nível de 1,34% de LD (Rodrigues et al., 2008). Os autores estudou o efeito de diferentes relações LD:PB sobre as características químicas e físicas do músculo do peito de frangos de corte aos 42 dias de idade. Ressalta-se ainda que a opção de aumentar o nível de lisina digestível para melhorar a PB da carne vai depender do custo da operação e que o nível de proteína na dieta de frangos de corte em crescimento pode ser reduzido até 17% de PB sem afetar a qualidade da carne, utilizando o conceito de proteína ideal. Segundo Si et al. (2004), a adição de metionina (Met) além da quantidade recomendada não prejudica o desempenho de frangos de corte alimentados com dietas contendo baixos níveis de PB, desde que os níveis mínimos de aminoácidos essenciais sejam atendidos. Porém com a utilização de baixos níveis de PB a excreção de nitrogênio é reduzida. Os autor ainda afirmam que a adição de cistina em dietas contendo Met para atender as necessidades mínimas de AA sulfurados não tem efeito no desempenho dos frangos.

As aves diminuem drasticamente o consumo de alimento sob condições de temperatura ambiental elevada, diminuindo o aproveitamento das dietas com efeito direto nos índices de desempenho dos animais. Cheng et al. (1997) testaram diferentes níveis protéicos nas dietas sob diferentes condições de temperatura e constataram que as aves que estavam sob uma temperatura abaixo de 25,3°C tiveram um aumento no ganho de peso com o aumento do

nível de proteína na dieta, por outro lado, as aves que estavam sob temperatura acima de 26,7°C diminuíram o ganho de peso com o aumento do nível protéico da dieta, os resultados são explicados pela redução do consumo que ocorreu com o aumento da temperatura.

Corzo et al. (2006) desenvolveram um estudo para determinar as respostas de frangos de corte machos e fêmeas de crescimento lento a diferentes níveis de lisina na dieta no período de 42 a 56 dias de idade, como resultado os autores concluíram que, para frangos de corte machos, o menor nível de lisina total deve ser 0,93% (0,85% de lisina digestível). Para fêmeas não foi encontrada resposta sugerindo que níveis menores do que os testados podem ser suficientes para o adequado desenvolvimento e rendimento de carne.

Costa et al. (2001) conduziram 2 estudos para determinar as exigências de lisina (Lis) para frangos de corte machos e fêmeas da linhagem Ross. Como resultado foi observado para ganho de peso e conversão alimentar de 1 a 21 dias as exigências de 1,303 e 1,249% de Lis total e 1,183 e 1,129% de Lis digestível para machos e fêmeas respectivamente. Para o período de 22 a 40 dias, levando em consideração as exigências para desempenho e rendimento de carcaça, foram estimados os valores de 1,164 e 1,143% de Lis total, e 1,044 e 1,023% de Lis digestível para machos e fêmeas, respectivamente. Barboza et al. (2000) determinaram a digestibilidade verdadeira da Lis para diferentes fases de alimentação e a partir desta, as exigências de Lis digestível. Os valores encontrados de digestibilidade e exigência foram os seguintes respectivamente: 93,30 e 1,130% (1 a 21 dias),

93,58 e 1,053% (15 a 40 dias), 89,76 e 0,925% (22 a 40 dias) e, 92,25 e 0,83% (42 a 48 dias). Borges et al. (2002), determinaram a exigência de Lis de frangos de corte criados em ambiente quente dos 22 aos 42 dias e observaram que, nessas condições, as aves tiveram uma exigência de 1,05% de lisina total para o máximo desempenho e deposição de proteína na carcaça.

Lana et al. (2005) realizaram 2 estudos para avaliar os níveis de Lis digestível em rações de 1 a 21 dias mantendo ou não as relações aminoacídicas em ambiente de termoneutralidade. No primeiro estudo os autores utilizaram dietas convencionais sem a preocupação de manter as relações aminoacídicas, os tratamentos influenciaram o ganho de peso, o consumo de ração, que aumentaram de forma quadrática até os níveis de 1,13 e 1,11% de Lis dig., respectivamente, e a conversão alimentar, que reduziu até o nível de 1,14% de Lis dig. O peso absoluto da carcaça aumentou até o nível de 1,13% de Lis dig. O peso relativo da carcaça e o peso absoluto da moela aumentaram, enquanto os pesos relativos do coração e dos intestinos reduziram linearmente com os tratamentos. No segundo estudo foram utilizadas dietas para atender a seguintes relações entre AA:Lis : metionina + cistina, 72%; treonina, 67%; triptofano, 16%; valina, 77%; isoleucina, 67% e arginina, 105%. Apesar do ganho de peso ter elevado de forma linear, o modelo "Linear Response Plateau" foi o que melhor se ajustou aos dados, estimando em 1,17% o nível de Lis, a partir do qual ocorreu um platô. Os tratamentos não influenciaram o consumo de ração, a conversão alimentar e os pesos absoluto e relativo dos órgãos, enquanto o peso absoluto de carcaça aumentou de forma linear. Concluiu-se que frangos de corte machos Avian

Farm, no período de 1 a 21 dias, criados em ambiente de termoneutralidade, exigem no mínimo 1,14 e 1,17% de Lis digestível em dietas convencionais e em dietas mantendo-se a relação aminoacídica, respectivamente.

1.2.3. Efeito da proteína sobre as Linhagens

As várias linhagens de frangos disponíveis no mercado atual apresentam peculiaridades quanto ao seu crescimento, algumas são de crescimento rápido enquanto outras são de crescimento mais lento. Quanto às características de rendimento de carne, existem diferenças marcantes principalmente quanto ao percentual de musculatura peitoral. Pavan et al. (2003) trabalharam com níveis de lisina sobre o rendimento e qualidade da carne de peito (pH, comprimento, largura, espessura, perda por cozimento e força de cisalhamento da carne) de frangos de corte de 3 linhagens distintas. Os autores não encontraram diferença entre os níveis de lisina para rendimento de peito, porém o pH da carne de peito diferiu significativamente com os níveis de lisina e com a linhagem. Ainda segundo os autores houve diferença entre as linhagens testadas para o rendimento de carne de peito e para o comprimento do peito.

Araújo et al. (2002) estudaram a resposta de duas linhagens de frangos de corte alimentados com diferentes densidades protéicas de 43 a 56 dias, onde observaram diferença significativa no ganho de peso e na conversão alimentar para os diferentes densidades. Também foi observado diferença significativa para a deposição de gordura abdominal. Lana et al (2005) conduziram estudos para determinar o nível de Lis dig. para frangos de corte

de 1 a 21 dias e observaram que o nível de 1,17%, mantendo-se as relações aminoacídicas, foi o que apresentou menor resposta. As linhagens de crescimento rápido apresentam respostas superiores de desempenho zootécnico e também para rendimento de carcaça e cortes comerciais quando comparadas com linhagens de crescimento lento (Coneglian et al.,2010). Os autores ainda demonstraram que as aves respondem significativamente ao conteúdo protéico da dieta para medidas de desempenho. Sterling et al (2006) conduziram 2 experimentos para determinar a interação de 3 fatores, proteína bruta (PB), nível de lisina na dieta e o genótipo. Análises de regressão mostraram que as linhagens respondem de forma diferente aos incrementos de PB e de lisina da dieta. As aves da linhagem Ross tiveram respostas crescentes com a suplementação de lisina quando utilizada uma dieta com 17% de PB, porém, quando foi utilizada uma dieta com 23% essas aves tiveram um desempenho pior. Foi observada uma redução na deposição de gordura abdominal quando o nível de PB passou de 17% para 23%, porém também foi observado que é possível reduzir a gordura abdominal somente com o aumento do nível de lisina.

Vieira et al. (2007) conduziram um estudo para avaliar a resposta de fêmeas de frangos de corte de duas linhagens diferentes (Cobb × Cobb 500 e Ross × Ross 308) alimentadas com dietas com diferentes perfis protéicos ideais. Os autores utilizaram quatro fases de alimentação: 1 a 7, 8 a 21, 22 a 31 e 32 a 37 dias. Até os 21 dias, as aves receberam dietas com os perfis protéicos alto (A), médio (M) e baixo (B). Dos 21 aos 37 dias, houve uma redistribuição das dietas onde metade das aves que estavam recebendo dieta

A passaram a receber dieta B e metade das que recebiam dieta B passaram a receber dieta A, e, nas aves que receberam dieta M não houve alteração. Com os resultados obtidos, os autores concluíram que as aves Cobb tiveram melhor conversão alimentar independente do perfil protéico utilizado e que os perfis protéicos médios foram suficientes para maximizar o desempenho, tanto sob o ponto de vista de peso corporal quanto conversão alimentar.

1.2.4. Efeitos de dietas com diferentes densidades protéicas em frangos de corte machos e fêmeas

Kidd et al (2004) desenvolveram um estudo para avaliar diferentes densidades de AA nas diferentes fases de alimentação e a real importância do fornecimento de dietas com alta densidade de AA nas fases iniciais. Os autores utilizaram 4 fases de alimentação, 1 a 14, 15 a 28, 29 a 35 e 36 a 49 dias de idade; para cada uma dessas fases foram utilizadas 3 densidades de AA, alto (H), médio (M) e baixo (L). Os níveis de Lis total utilizados foram 1,38 (H), 1,22 (M) e 1,13% (L) de 1 a 14 dias, 1,19 (H), 1,10 (M) e 1,03% (L) de 15 a 28 dias, 1,11 (H), 0,98 (M) e 0,85% (L) de 28 a 35 dias, e, 1,06 (H), 0,90 (M) e 0,79% (L) de 36 a 49 dias. Os autores forneceram 8 combinações de densidades de AA nas 4 fases nutricionais: 1)HHHH; 2)HHML; 3)HHLL; 4)HMML; 5)HMLL; 6)HLLL; 7)MMMM e; 8)LLLL. As dietas foram fornecidas para frangos de corte da linhagem Ross 508 machos e fêmeas separadamente. Como resultado os autores concluíram que os frangos de corte machos respondem ao aumento da densidade de aminoácidos na dieta a uma taxa maior que as fêmeas, o que reforça a importância da criação de gêneros separados com dietas específicas

para cada um; com a utilização de densidade moderada de aminoácidos foi possível melhorar a conversão alimentar, porém o efeito não se repete no peso final e no rendimento de carne de peito, e, a utilização de dietas de alta densidade de AA nas fases iniciais proporcionou melhoras no peso corporal e no rendimento de peito.

Dozier et al. (2009) realizaram dois estudos com o objetivo de determinar as exigências de lisina digestível para frangos de corte Ross machos e fêmeas no período de 14 a 28 dias utilizando o modelo “broken-line” quadrático e uma equação de regressão quadrática baseada numa resposta ótima de 95%. No experimento 1 foram determinadas as exigências para machos que ficaram entre 1,07 e 1,09% para ganho de peso e entre 1,10 e 1,15% para conversão alimentar. No experimento 2, com fêmeas, foram determinados os valores de 0,98% para o ganho de peso, determinado através do modelo “broken-line” e, 0,99 e 1,03% para conversão alimentar utilizando respectivamente os modelos de “broken-line” e regressão quadrática. Desse modo as exigências de lisina digestível para machos e fêmeas Ross x Ross TP16 foram estimadas em 1,10 e 1,00% respectivamente, baseado nas médias de conversão alimentar e ganho de peso.

Lumpkins et al. (2007) realizaram estudos para avaliar os as exigências de aminoácidos sulfurados digestíveis (AASD) para frangos de corte de sexo diferente, avaliando a performance de crescimento na fase inicial (7 a 19 dias), e para desempenho vivo e rendimento de carcaça no período de crescimento (21 a 42 dias). Durante o período inicial, a média das exigências para machos e fêmeas foi similar quando baseados no ganho por alimento

consumido (G:C; 0,71%) e ganho de peso (GP; 0,67%). Em outro experimento, comparando animais criados em gaiolas com animais criados em boxes no chão, machos e fêmeas também tiveram exigências similares, porém o valor para G:C (0,68%) foi superior ao para GP (0,61%). Durante a fase de crescimento a exigência de AASD para GP foi similar para ambos os sexos (0,55%), porém para G:C a exigência dos machos foi superior a das fêmeas (0,64 e 0,57% respectivamente). A exigência para o máximo rendimento de peito também foi similar entre machos e fêmeas (0,55 e 0,56% respectivamente), sendo igual também à exigência para o GP durante a fase de crescimento.

Costa et al (2001) realizaram estudos para determinar o nível de PB para frangos de corte nas fases inicial e de crescimento. Com base nos resultados de desempenho, a exigência de proteína bruta estimada para machos, na fase de 1 a 21 dias foi de 22,42% PB, enquanto que para fêmeas, observou-se efeito linear para GP e CA. Na fase de crescimento, os machos responderam linearmente aos níveis de proteína para CR, CA, rendimento de peito e gordura abdominal, tendo estes resultados melhorados à medida que se aumentava o nível de proteína bruta da ração. Para as fêmeas, os autores observaram efeito quadrático do nível dietético de proteína para GP e efeito linear para CA e gordura abdominal. Os níveis de proteína bruta estimados foram: na fase inicial 22,4 e 22,5% e na fase de crescimento 19,5 e 18,5% de PB, respectivamente, para machos e fêmeas.

1.3. HIPÓTESES

1. Aves recebendo dietas com densidades de AA crescente apresentam desempenho zootécnico superior ao de aves consumindo dietas de menor densidade protéica em ambos os sexos.

2. Aves recebendo dietas com densidades de AA crescente apresentam rendimento de carne de peito superior ao das aves consumindo dietas de menor densidade protéica em ambos os sexos..

3. O custo da alimentação associado ao aumento das densidades protéicas é reduzido devido ao melhor desempenho zootécnico e maior rendimento de peito em ambos os sexos.

1.4. OBJETIVOS

1. Avaliar o desempenho zootécnico de frangos de corte machos e fêmeas recebendo dietas com densidades de AA crescentes.

2. Avaliar o rendimento pós-abate de frangos de corte machos e fêmeas recebendo dietas com densidades de AA crescentes.

3. Realizar uma análise econômica comparando as densidades de AA testados.

CAPÍTULO II¹

¹ Artigo submetido à revista Livestock Science em Abril de 2011

Responses of Cobb X Cobb slow feathering broilers to feeding programs with increasing amino acid densities

D.Taschetto^a, S. L. Vieira^{a*}, R. Angel^b A.Favero^a, E.Allix^a

^a*Departamento de Zootecnia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Av. Bento Gonçalves, 7712, Porto Alegre, RS, 91540-000, Brazil*

^b*Department of Animal and Avian Sciences, University of Maryland, College Park, MD 20742, USA*

* Corresponding author

S.L. Vieira

Departamento de Zootecnia , Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Porto Alegre, RS, Brazil

Phone/FAX: 55 51 33086048

Email: slvieira@ufrgs.br

ABSTRACT

An evaluation of the effects of feeding programs with three amino acid (AA) densities given to males and females from a fast growth broiler breed was conducted. A total of 1,200 Cobb X Cobb 500 broilers were distributed across 6 treatments in a 2 X 3 factorial arrangement (Sex X AA Density) with 8 replications of 25 birds per pen. Maize-soybean meal all vegetable diets, provided from 1 to 7, 8 to 21, 22 to 35 and 36 to 42 d of age, were formulated maintaining minimum ratios between essential AA and Lysine (Lys) in a true digestible (dig) basis as follow: total sulfur AA, 75%; threonine, 65%, valine, 75% (from 1 to 21 d) and 78% (from 22 – 42 d). Experimental treatments were Low, Moderate and High AA density diets with Moderate having dig Lys of 1.25%, 1.19 %, 1.09 % and 1.05 % in the starter to withdrawal phases, respectively. Low and High diets had reductions and increases of 12% dig Lys in relation to the Moderate diet. There were no effects of treatments on mortality ($P>0.05$) and males had an overall better live performance than females ($P<0.01$). No interactions were observed between Sex x AA density, with the exception of feed intake and abdominal fat, which was further reduced in males as AA density increased than with females ($P<0.01$). Body weight gain was reduced when the Low diets ($P=0.0308$) were fed as compared to High and Moderate diets, which were not different ($P>0.05$). Feed conversion ratio (FCR) was improved ($P<0.05$) as AA density increased. Carcass yield, percent breast meat and percent abdominal fat were higher for females ($P<0.01$) and for the H and M AA density diets when compared to the L diets. Abdominal fat was reduced with the High diet ($P<0.05$) for males but not for females. The decision

making process to change AA density in the diet towards a higher density AA diet will depend on price of feed ingredients and broiler meat.

Keywords: amino acid density, broiler, carcass yields

1. Introduction

The Cobb X Cobb 500 broiler is a modern commercial breed characterized by a fast initial growth and competitive breast meat yields at various processing ages when compared to other commercial strains presently grown around the world (Coneglian et al, 2010). This is a popular breed worldwide and particularly in Brazil where broilers are grown to a large variety of body weights to meet demands for the domestic and international markets (ABEF, 2010).

Amino acid (AA) concentrations in broiler feeds vary significantly between broiler producers. One reason for this is the known variable response of different modern broiler strains to dietary AA densities (Kidd et al, 2004; Corzo et al., 2005; Coneglian et al, 2010) and then the possibility of better optimize economic returns with the use of feeding programs designed to address differences between genetic strains (Smith and Pesti, 1998). Also, given that ingredient and meat market prices vary constantly, alternations in AA densities in feeds may prove to be an important strategy to maintain profitability, regardless of the genetic influence.

Feed is by far the largest cost involved with broiler production. Therefore, there has been a focus on increasing AA density in the initial feeding phases, where feed consumption is low, with lower AA densities being fed in the later feed phases where feed consumption is high (Kidd et al., 2004). Early post hatching nutrition has been the target of many studies since breast muscle is very sensitive to nutrient deficiency at this age (Halevy et al., 2000). However, full benefits obtained in live performance when broilers are fed high protein in pre-starter diets (1 to 7 days) may not persist to 6 weeks of age (Vieira et al., 2004a). Maintaining the gains on breast muscle obtained with the use of high AA density diets fed early throughout the bird's life will likely depend on the nutritional density used in the later growth phases.

Several studies have reported responses with broilers that grow more slowly early on, to diets with increased AA densities (Kidd et al., 2004; Corzo et al., 2005; Dozier et al., 2006a, b; Dozier et al., 2008a). However, fewer assessments with early fast growing birds have been done. Recently, Corzo et al (2010) evaluated feeding programs with increased AA densities for the Cobb X Cobb 500 broilers and observed improvements in most growth performance indexes with a non feather-sexable Cobb 500 broiler.

In the current study, Cobb X Cobb 500 feather-sexable slow feathering male and female broilers were fed maize – soybean meal diets formulated based on average AA densities used commercially in Brazil (Moderate feeding program, M) as well as 12% above (High feeding program, H) and 12% below (Low feeding program, L). The objectives of this study were to compare growth performances and processing yields of broilers to body weights demanded by

the international market as well as evaluating the changes in feed associated costs of birds fed H, M, and L treatments.

2. Materials and methods

All procedures in this study were approved by the Ethics Commission on the Use of Animals of the Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

2.1 Broiler husbandry

A total of 1,200 one-day-old Cobb X Cobb 500 feather-sexable-slow feathering broiler chicks, 600 per sex, were randomly distributed into 48 pens (1.60 × 1.65 m; 25 birds/pen, 9.46 birds/m²), 24 pens per sex, in an open sided broiler house. Each pen had pine shavings that had been used previously for another flock. Each pen was equipped with 1 tube feeder and 1 bell drinker. Chicks were vaccinated for Marek's disease at the hatchery. Temperature was set at 32°C at placement and was gradually reduced to ensure comfort throughout the experiment using a thermostatically controlled furnace heater as well as fans and foggers. Birds were reared under a continuous lighting program from placement to 7 d, and 16:8 hours light:dark cycle thereafter. Birds had *ad libitum* access to water and feed and feeds were offered as mash.

2.2 Treatments

Prior to feed formulation, duplicate ingredient samples were analyzed for AA content, using HPLC based methodology (Shimadzu Corporation, Kyoto,

Japan) (White et al., 1986; Hagen and Augustin, 1989). Feeds were formulated based on the analyzed AA density using linear feed formulation and AA digestibility coefficients from Rostagno et al (2005) and then mixed in 350 kg batches. A four phase feeding program was used as follow: 1 to 7 (pre starter), 8 to 21 (starter), 22 to 35 (grower) and 36 to 40 (finisher) days of age. A moderate (M) feeding program diets were formulated based on the results of a survey done with 12 commercial nutritionists responsible for feeding 60% of the broilers grown in Brazil. Digestible lysine (dig Lys) and ratios of essential AA to lysine (Lys) on a digestible basis as well as the other nutrients and AME used in the M feeding program were based on the results of the survey. Diets for the H and L feeding programs were formulated such that only AA were increased or decreased as compared to the M feeding program diets. A 12% increase (H) or decrease (L) in dig Lys was implemented (Table 1). This range was used because it represented the minimum and maximum dig Lys levels found in the survey. Each of the six treatments (2 sexes x 3 AA density diets) was provided to eight replicate pens. Diets were analyzed in duplicate for AA as specified for ingredients and for 2-hydroxy-4-(methylthio) butanoic acid following the method described by Ontiveros et al. (1987).

2.3 Live performance and processing

Growth performance was determined at 28 and 40 days using each pen as the experimental unit [body weight gain (BWG), feed intake (FI), feed conversion corrected for mortality (FCR)] and mortality was recorded daily. These ages were chosen to provide average individual body weights typically

used for the small broiler chicken griller market (28 days) and the deboned breast meat market (40 days). At 40 days of age, 10 birds were randomly obtained from each pen, fasted for 8 h, and weighed individually for on line processing. Birds were stunned with 45 V for 3 seconds, and then bled for 3 min after a jugular vein cut, scalded at 60 °C for 45 seconds and then feathers were mechanically plucked. Evisceration was manually done on line and carcasses were static chilled in ice slush for approximately 4 h. Carcasses were hung for 3 min to remove excess water prior to weighing (with abdominal fat, lungs and kidneys, but without viscera and feet, neck, and head). Abdominal fat was then removed from the carcasses and weighed. Cutting and deboning was conducted by trained personnel from a commercial processing plant following established procedures to produce the following commercial parts: deboned breast meat with skin (*Pectoralis major* plus *Pectoralis minor* muscles) and bone-in thighs, drumsticks and wings. Carcass yields were expressed relative to live weight, whereas cut out parts were expressed relative to the whole carcass weight. Birds were not processed at 28 days.

2.4 Statistical analyses

The experiment was a completely randomized design of 6 treatments resulting from a 2 x 3 factorial arrangement of sex X AA density. Data were submitted to a two-way analysis of variance using the GLM procedure of SAS (2001). Pen was considered the experimental unit. Means separation was done using Tukey multiple-range test when the model effect was significant (Tukey,

1991). Mortality and carcass data were arcsine transformed prior to statistical analysis. Statistical significance was considered at $P \leq 0.05$.

3. Results and discussion

Ingredient and nutrients in the diets are presented on Table 1. Formulated and analyzed CP and AA concentrations were similar (Table 2) with differences between analyzed AA for the L, M and H diets being close to the 12% formulated differences.

Males exhibited greater BWG and FI as well as better FCR than females throughout the experiment ($P < 0.001$). Data from 40 days processing showed that the percentages of eviscerated carcass, deboned breast meat and abdominal fat were greater for females than males ($P < 0.001$) while percent leg quarters was greater in males than females ($P < 0.001$).

Increasing AA density, regardless of sex, resulted in improvements in BWG with diets from the L to M feeding program between 1 to 28 days ($P < 0.0001$) and 1 to 40 days ($P = 0.0308$); however, further improvements were not observed between the M and H diets in either period. Improvements in FCR were observed for all AA density increments at both age periods ($P < 0.0001$). Reductions in FI occurred as AA density increased. However, AA density interacted with Sex in the period from 1 to 40 days with males responding with graded reductions in FI as AA density increased whereas there were no differences for females.

Increasing AA density in the diets led to increased breast meat yields as a total amount per broiler ($P = 0.0321$) or as a carcass yield percentage ($P = 0.0186$) with M and H diets not showing difference between each other, but

being both higher than the L diet. Abdominal fat was also affected by AA density, but this response was dependent of sex with interactions being observed for the total amount as well as for the percentage of abdominal fat of birds processed at 40 days of age ($P=0.0139$). Interaction effects led to males reducing both the amount and proportion of abdominal fat from L to H diets, whereas females did not show differences between AA density diets.

Comparisons between broiler studies done with feeding programs varying in AA density are difficult because variables such as genetics and body weight at processing are widespread between studies. Concentrations of AA in the feeds as well as ratios between essential AA to Lys, and whether the work was done on total or digestible AA are also important sources of variation that hinders comparisons between these types of studies.

Broilers are processed at different body weights depending on market demands worldwide with individual body weights varying from as low as 1.5 kg (for whole carcass grillers) to as high as 3 kg and above (for deboned breast fillets marketed). Feeding, as a proportion of the total live production cost, increases as broilers are processed at later ages and concentrations of essential AA in feeds represent a large portion of the feed costs. Therefore, the decision on using increased cost high AA density diets (which, however can improve FCR) or low cost AA density diets (which, however may lead less sealable meat), is critical.

Increased growth rate through genetic selection has led to less feed being consumed per unit of BWG (Havestein et al, 2003). Considering that this genetic selection has also been consistently leading to increases in meat yields,

AA allowances needed to achieve these gains are also higher (Dozier et al, 2008b). Between all essential AA, Lys is the most critical for breast muscle development with *Pectoralis major* being more sensitive to deficiencies of Lys than any other muscles in broilers (Tesseraud et al, 1996). Since expected demands for dietary protein and AA are higher with high yield broilers, these birds are expected to respond better to feeds having higher protein to energy ratio than in the past (Gous, 2010). In the present study, improvements in BWG occurred only between the L and M feeding programs. Improvements in FCR, however, occurred between each of the three increased steps in AA density. Others have reported that higher AA concentrations are frequently needed to maximize FCR in comparison to BWG (Leclercq, 1998; Vieira et al., 2004b).

In the present study, benefits of feeding the M feeding program on BWG and FCR did not extend to breast meat yields. This indicates that the L feeding program, with diets formulated based on dig AA to dig Lys ratios established was sufficient in maximizing breast yields. Others have found increases in breast yield with higher AA densities. However, it is very difficult to compare responses seen in the present study with other AA density studies since major differences exist in the way feeds were formulated. The most frequent differences observed in the ways feeds were formulated, in the work published with diets differing in AA density, are related to the way AA requirements were set. Recently, AA density research has been conducted using diets formulated with AA requirements set in a digestible basis and based on ideal AA to Lys ratios (Coneglian et al, 2010; Corzo et al, 2010). However, the most of the published work on AA density are from studies conducted using

total AA requirements with ratios between essential AA and Lys often not maintained between treatments within the same feeding phase. Therefore, confounding effects between the increases of one AA in some diets without corresponding increases in other AA exist. This has been frequently the case with Lys (Quentin et al., 2003; Kidd et al., 2004; Kidd et al., 2005; Dozier et al., 2006b). In the current study, AA ratios were fixed within each feeding phase and, therefore, muscle growth limitations from one specific AA deficiency were not expected between each graded increase in AA density. A study conducted by Corzo et al. (2010) may be compared more directly to the current one since AA ratios to Lys in a digestible basis were similar to those utilized in the present study. The only major difference was in the AA density of the L diet; with the L diet in the present study corresponding to the M diet in Corzo et al. (2010) study. Interestingly, regardless of the nomenclature given for the treatments, live performance and carcass results from broilers were maximized at similar AA densities in both studies.

4. Conclusion

In conclusion, the data from the present study demonstrates that AA densities currently used in the majority of broilers produced in Brazil (M dietary program) was able to maximize body weight gain and breast meat yields of Cobb X Cobb 500 slow feathering male broilers. Using dietary feeding programs with 12% higher AA density but with the same dig AA to Lys ratios can provide further gains in FCR. The choice between the 3 AA density used in the present

study will eventually depend on the ingredient costs at the moment of feed formulation.

5. References

1. ABEF. 2010. 09-10 Annual Report.
http://www.abef.com.br/portal/_clientes/abef/cat/RA_2010.pdf. Accessed Feb. 2011.
2. Coneglian, J. L. B; Vieira, S.L., Berres, J., Freitas, D.M., 2010. Responses of fast and slow growth broilers fed all vegetable diets with variable ideal protein profiles. R. Bras. Zootec. 9: 110-115 .
3. Corzo, A., Kidd, M.T, Burnham, D.J., Branton, S.L., Gonzalez-Esquerria, R. Miller, E.R., 2005. Dietary amino acid density effects on growth and carcass of broilers differing in strain cross and sex. J. Appl. Poult. Res. 14:1–9.
4. Corzo , A., Schilling, M.W., Loar, R.E., Mejia, L., Barbosa, L.C.G.S., Kidd, M.T., 2010. Responses of Cobb × Cobb 500 broilers to dietary amino acid density regimens J. Appl. Poult. Res. 19: 227–236.
5. Dozier III, W. A., Gordon, R. W., Anderson, J., Kidd, M. T., Corzo, A., Branton, S. L., 2006a. Growth, meat yield, and economic responses of broilers provided three and four-feed programs formulated to moderate and high nutrient density during a fifty-six-day production period. J. Appl. Poult. Res. 15:312–325.
6. Dozier III, W. A., Kidd, M.T., Corzo, A., Anderson, J., Branton, S.L., 2006b. Growth performance, meat yield, and economic responses of

- broilers provided diets varying in amino acid density from thirty-six to fifty-nine days of age. *J. Appl. Poult. Res.* 15:383–393.
7. Dozier III, W. A., Kidd, M.T., Corzo, A., Branton, S.L., 2008a. Live performance and environmental impact of broiler chickens fed diets varying in amino acids and phytase. *Anim. Feed Sci. Technol.* 141:92–103.
 8. Dozier III, W.A., M. T. Kidd, and A. Corzo. 2008b. Dietary Amino Acid Responses of Broiler Chickens. *J. Appl. Poult. Res.* 17:157–167.
 9. Fatufe, A. A., Timmler, R., Rodehutscord, M., 2004. Response to lysine intake in composition of body weight gain and efficiency of lysine utilization of growing male chickens from two genotypes. *Poult. Sci.* 83:1314–1324.
 10. Hagen S. R., Frost, B., Augustin, J., 1989. Precolumn phenylisothiocyanate derivatization and liquid-chromatography of amino-acids in food. *J. Assoc. Off. Anal. Chem.* 72:912-916.
 11. Halevy, O., Geyra, A., Barak, M., Uni, Z., Sklan, D., 2000. Early posthatch starvation decreases satellite cell proliferation and skeletal muscle growth in chicks. *J. Nutr.*, 130:.858-864.
 12. Havenstein, G. B., Ferket, P.R., Qureshi, M.A., 2003. Growth, livability, and feed conversion of 1991 vs.1957 broilers when fed “typical” 1957 and 2001 broiler diets. *Poult. Sci.* 82:1500–1508.
 13. Gous, R.M., 2010. Nutritional limitations on growth and development in poultry. *Livest. Sci.*, 130: 25-32.

14. Kidd, M. T., McDaniel, C.D., Branton, S.L., Miller, E.R., Boren, B.B., Fancher, B.I., 2004. Increasing amino acid density improves live performance and carcass yields of commercial broilers. *J. Appl. Poult. Res.* 13:593–604.
15. Kidd, M. T., Corzo, A., Holehler, D., Miller, E.R., W.A. Dozier III., 2005. Broiler responsiveness (Ross × 708) to diets varying in amino acid density. *Poult. Sci.* 84:1389–1394.
16. Leclercq, B., 1998. Specific Effects of Lysine on Broiler Production: Comparison with Threonine and Valine. *Poult. Sci.* 77:118–123.
17. Ontiveros, R.R., Shermer, W.D., Berner, R.A., 1987. An HPLC method for determination of 2-hydroxy-4-(methylthio) butanoic acid (HMB) in supplemental animal feeds. *J. Agric. Food Chem.* 35:692-694.
18. Rostagno, H. S., Albino, L. F. T., Donzele, J. L., Gomes, P.C., Oliveira, R. F., Lopes, D. C., Ferreira, A. S, Barreto, S. L. T., 2005. Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos. Composição de Alimentos e Exigências Nutricionais. 2nd ed. UFV, Viçosa, MG, Brazil.
19. Quentin, M., Bouvarel, I., Berri, C., Le Bihan-Duval, E., Baéza, E., Jégo, Y., Picard, M., 2003. Growth, carcass composition and meat quality response to dietary concentrations in fast-, medium- and slow-growing commercial broilers. *Anim. Res.* 52:65-77.
20. SAS Institute, 2001. SAS User's guide: Statistics. Version 8.0 Edition. Cary, NC.
21. Smith, E. R., Pesti, G.M., 1998. Influence of broiler strain cross and dietary protein on the performance of broilers. *Poult. Sci.* 77:276–281.

22. White J. A., Hart, R.J., Fry, J.C., 1986. An evaluation of the waters pico-tag system for the amino-acid-analysis of food materials. *J. Automat. Chem.* 8:170-177.
23. Tesseraud, S., Maaa, N., Peresson, R., Changneau, A.M., 1996. Relative responses of protein turnover in three different skeletal muscles to dietary lysine deficiency in chicks. *Brit. Poultry Sci.*, 37: 641-650.
24. Tukey, J., 1991. The philosophy of multiple comparisons. *Stat. Sci.* 6:100-116.
25. Vieira, S.L., Pophal, S., Kessler, A.M., Ebert, A.R., Gallo, B.B., 2004a. Broiler growth in response to increased lysine in the first week post hatching. *Poult. Sci.*, 83: S1. 267.
- Vieira, S. L., Lemme, A., Goldenberg, D.B., Brugalli, I., 2004b. Responses of growing broilers to diets with increased sulfur amino acids to lysine ratios at two dietary protein levels. *Poult. Sci.*, 83:1307-1313.

Table 1. Composition of experimental diets, as is basis.

Ingredients, %	1 to 7 d			7 to 21 d			21 to 35 d			35 to 40 d		
	Low	Moderate	High	Low	Moderate	High	Low	Moderate	High	Low	Moderate	High
Corn	61.82	53.26	44.66	62.94	54.94	46.94	64.70	56.85	48.93	67.27	59.42	51.44
Soybean meal	31.66	38.94	46.26	29.53	36.33	43.14	26.98	33.67	40.38	24.89	31.58	38.30
Soybean oil	1.96	3.36	4.77	3.22	4.53	5.84	4.39	5.68	6.99	4.34	5.63	6.96
Dicalcium Phosphate	2.13	2.09	2.06	2.01	1.98	1.94	1.89	1.86	1.83	1.63	1.60	1.57
Limestone	0.90	0.86	0.82	0.86	0.83	0.79	0.84	0.81	0.77	0.76	0.73	0.70
Sodium bicarbonate	0.55	0.29	0.04	0.46	0.22	-	0.38	0.14	-	0.27	0.04	-
Common salt	0.16	0.33	0.51	0.17	0.33	0.48	0.17	0.34	0.43	0.22	0.38	0.41
MHA ¹	0.33	0.40	0.47	0.30	0.37	0.44	0.25	0.31	0.37	0.23	0.29	0.35
L-Lysine HCl	0.21	0.19	0.16	0.21	0.19	0.17	0.18	0.14	0.11	0.19	0.16	0.12
L-Threonine	0.05	0.06	0.06	0.05	0.05	0.06	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
Choline Chloride	0.06	0.04	0.02	0.06	0.04	0.02	0.06	0.04	0.02	0.05	0.03	0.01
Vitamin and mineral mix ²	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14
Formulated composition ³												
CP, %	19.85	22.46	25.08	18.97	21.41	23.84	17.88	20.26	22.65	17.14	19.53	21.91
AME _n , Kcal/Kg	3,000	3,000	3,000	3,100	3,100	3,100	3,200	3,200	3,200	3,235	3,235	3,235
Calcium, %	1.00	1.00	1.00	0.95	0.95	0.95	0.90	0.90	0.90	0.80	0.80	0.80
Available Phosphorus, %	0.50	0.50	0.50	0.48	0.48	0.48	0.45	0.45	0.45	0.40	0.40	0.40
Sodium, %	0.23	0.23	0.23	0.21	0.21	0.21	0.19	0.19	0.19	0.18	0.18	0.18
Digestible amino acids (AA) ⁴ ,												
Lysine (Lys)	1.10	1.25	1.40	1.05	1.19	1.33	0.96	1.09	1.2.2	0.92	1.05	1.18
Total sulfur amino acids	0.83	0.94	1.05	0.79	0.89	1.00	0.72	0.82	0.92	0.69	0.79	0.89
Threonine (Thr)	0.72	0.81	0.91	0.68	0.77	0.86	0.62	0.71	0.79	0.60	0.68	0.77
Valine (Val)	0.83	0.94	1.05	0.79	0.89	1.00	0.75	0.85	0.95	0.72	0.82	0.92
Isoleucine (Ile)	0.77	0.89	1.00	0.73	0.84	0.95	0.69	0.80	0.90	0.65	0.76	0.87
Cost per kg, U\$ ⁵	0.3396	0.3746	0.4097	0.3440	0.3767	0.4096	0.3403	0.3717	0.4037	0.3306	0.3620	0.3947

¹ Alimet® (84% 2-hydroxy-4-(methylthio) butanoic acid, 49.3% CP, 4,014 kcal AMEn per kg, 12% Calcium), Novus International, Indaiatuba, SP, Brazil).

² Supplied per kg of feed: vitamin A: 8,000 IU; vitamin D₃: 2,000 IU; vitamin E: 30 IU; vitamin K₃: 2 mg; thiamine: 2 mg; riboflavin: 6 mg; pyridoxine: 2.5 mg; vitamin B₁₂: 0.012 mg; pantothenic acid: 15 mg; niacin: 35 mg; folacin: 1 mg; biotin: 0.08 mg; Fe: 40 mg; Zn: 80 mg; Mn: 80 mg; Cu: 10 mg; I: 0.7 mg; Se: 0.3 mg; Maxiban® (Nicarbazin 40 mg; Narasin 40 mg) 100 ppm from 1 to 21 days; Coban® (Monensin 40%) from 22 to 40 d 110 ppm (Eli Lilly Brasil, São Paulo, S.P).

³ AME = apparent metabolizable energy corrected for retained nitrogen.

⁴ Obtained with the use of digestible coefficients from Rostagno et al. (2005) to provide minimum ratios of AA to Lysine as: TSAA: 75%; Thr: 65%; Val: 75% (1 to 21 d) and 78% (21 to 40 d); Ile: 65% (1 to 21 d) and 67% (21 to 40 d); Arginine: 105%; Tryptophan: 19%.

⁵ Linear formulations using ingredient costs as of June of 2009 in Brazil.

Table 2. Formulated (analyzed) crude protein and total amino acids (AA) in experimental diets, %¹.

	1 to 7 d			7 to 21 d			21 to 35 d			35 to 40 d		
	Low	Moderate	High	Low	Moderate	High	Low	Moderate	High	Low	Moderate	High
CP	19.9 (19.5)	22.5 (22.9)	25.1 (25.4)	18.9 (19.3)	21.4 (21.6)	24.2 (24.6)	17.9 (18.3)	20.3 (20.3)	23.0 (23.1)	17.1 (17.4)	19.5 (19.8)	22.1 (22.1)
Methionine ²	0.55 (0.57)	0.64 (0.66)	0.73 (0.78)	0.54 (0.58)	0.62 (0.64)	0.70 (0.69)	0.51 (0.51)	0.58 (0.60)	0.66 (0.67)	0.49 (0.47)	0.57 (0.55)	0.65 (0.63)
Cysteine	0.33 (0.32)	0.36 (0.36)	0.38 (0.38)	0.31 (0.31)	0.34 (0.35)	0.37 (0.38)	0.30 (0.27)	0.32 (0.29)	0.35 (0.32)	0.28 (0.26)	0.31 (0.30)	0.34 (0.37)
Lysine	1.20 (1.18)	1.36 (1.38)	1.54 (1.51)	1.14 (1.17)	1.27 (1.30)	1.44 (1.47)	1.02 (1.00)	1.16 (1.16)	1.32 (1.32)	1.00 (1.01)	1.13 (1.12)	1.28 (1.30)
Threonine	0.83 (0.80)	0.94 (0.92)	1.07 (1.03)	0.79 (0.80)	0.87 (0.85)	0.99 (0.97)	0.71 (0.73)	0.80 (0.80)	0.91 (0.93)	0.68 (0.68)	0.78 (0.74)	0.88 (0.84)
Valine	0.96 (0.94)	1.09 (1.12)	1.24 (1.21)	0.92 (0.95)	1.02 (1.00)	1.16 (1.17)	0.83 (0.81)	0.94 (0.93)	1.07 (1.04)	0.80 (0.76)	0.91 (0.85)	1.03 (0.96)
Isoleucine	0.89(0.86)	1.01 (1.03)	1.15 (1.16)	0.85 (0.86)	0.96 (0.94)	1.09 (1.11)	0.76 (0.75)	0.87 (0.89)	0.99 (0.98)	0.74 (0.71)	0.84 (0.82)	0.95 (0.94)
Arginine	1.37 (1.33)	1.57 (1.53)	1.79 (1.74)	1.31 (1.26)	1.49 (1.49)	1.69 (1.65)	1.19 (1.18)	1.35 (1.33)	1.54 (1.51)	1.14 (1.17)	1.30 (1.27)	1.48 (1.51)
Histidine	0.53 (0.51)	0.60 (0.57)	0.68 (0.65)	0.52 (0.49)	0.57 (0.55)	0.65 (0.61)	0.47 (0.45)	0.53 (0.50)	0.60 (0.58)	0.45 (0.42)	0.51 (0.48)	0.58 (0.56)
Leucine	1.74 (1.76)	1.97 (2.00)	2.23 (2.24)	1.67 (1.72)	1.82 (1.85)	2.06 (2.05)	1.49 (1.54)	1.69 (1.77)	1.92 (2.10)	1.46 (1.46)	1.65 (1.62)	1.87 (1.97)
Glycine	0.84 (0.84)	0.95 (0.92)	1.08 (1.04)	0.80 (0.76)	0.89 (0.85)	1.01 (0.97)	0.72 (0.68)	0.82 (0.81)	0.93 (0.92)	0.70 (-0.69)	0.79 (0.80)	0.90 (0.95)
Serine	1.02 (1.00)	1.16 (1.12)	1.32 (1.29)	0.96 (0.92)	1.09 (1.07)	1.24 (1.25)	0.88 (0.82)	1.00 (0.98)	1.13 (1.09)	0.85 (0.82)	0.96 (0.96)	1.09 (1.10)
Phenylalanine	1.02 (0.99)	1.16 (1.11)	1.32 (1.28)	0.97 (0.93)	1.08 (1.06)	1.23 (1.18)	0.88 (0.85)	1.00 (0.97)	1.13 (1.08)	0.85 (0.90)	0.96 (0.93)	1.09 (1.06)
Tyrosine	0.69 (0.72)	0.78 (0.83)	0.89 (0.90)	0.66 (0.70)	0.73 (0.75)	0.83 (0.87)	0.59 (0.60)	0.67 (0.71)	0.76 (0.80)	0.58 (0.60)	0.65(0.70)	0.74 (0.80)

¹ Total AA in duplicate analyzes from one pooled sample of feed per treatment, formulated values are followed by analyzed ones in each age and treatment.

² Includes supplementation from 2-hydroxy-4-(methylthio) butanoic acid.

Table 3. Growth performance of broilers fed diets with varying amino acid (AA) densities¹.

		BWG ² , g		FCR ³		FI ⁴ , g		Mortality, %	
Treatments ⁵		1 – 28	1 – 40	1 - 28	1 - 40	1 – 28	1 – 40	1 – 28	1 – 40
Main Effects									
Sex	Male	1641 ^a	2828 ^a	1.231 ^b	1.538 ^b	2272 ^a	4324 ^a	1.83	4.99
	Female	1439 ^b	2391 ^b	1.259 ^a	1.604 ^a	2067 ^b	3859 ^b	1.33	4.17
SEM		4.80	7.31	0.003	0.005	7.25	17.46	0.41	0.63
AA Density	High	1552 ^a	2631 ^a	1.189 ^a	1.530 ^c	2109 ^c	3992 ^c	2.50	4.75
	Moderate	1560 ^a	2612 ^a	1.237 ^b	1.560 ^b	2177 ^b	4082 ^b	1.00	5.75
	Low	1509 ^b	2586 ^b	1.308 ^a	1.622 ^a	2222 ^a	4200 ^a	1.24	3.24
SEM		6.87	10.46	0.003	0.003	10.37	12.34	0.58	0.89
Probability									
Sex		<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	0.5542	0.5542
AA Density		<0.0001	0.0308	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	0.2934	0.5135
Sex x AA Density		0.3065	0.4621	0.3264	0.0600	0.5055	0.0015	0.1126	0.3313

^{a-d} Means within a column not sharing a common superscript differ (P<0.05).

¹ Means are based on 24 replicates per sex and 16 per diet, each with 25 birds at the beginning of the experiment.

² Body weight gain.

³ FCR, feed conversion ratio corrected for mortality.

⁴ Individual feed intake.

⁵ Moderate treatments were formulated with 1.25%, 1.19%, 1.09% and 1.05% digestible Lysine from first to last diet whereas High and Low being 12% higher and lower in digestible lysine and essential AA with minimum ratios to Lysine as: total sulfur AA 75%; Threonine: 65%; Valine: 75% (1 to 21 d) and 78% (21 to 40 d); Isoleucine: 65% (1 to 21 d) and 67% (21 to 40 d); Arginine: 105%; Tryptophan: 19%.

Table 4. Body weight at 28 and 40 days, carcass yields and percentage of cuts at 40 days, of broilers fed diets with varying amino acid (AA) densities¹.

Treatments ²		Body weight, g		Carcass ³		Abdominal fat ⁴		Breast meat ⁵		Leg quarters ⁶	
		28 days	40 days	%	g	%	g	%	g	%	g
Sex	Male	1688 ^a	2859 ^a	78.7 ^b	2,241 ^a	1.71 ^a	38.0 ^a	30.6 ^b	687.6 ^a	32.5	730.4 ^a
	Female	1487 ^b	2438 ^b	79.8 ^a	1,906 ^b	2.16 ^b	41.0 ^b	31.9 ^a	609.6 ^b	31.1	591.5 ^b
SEM		4.35	16.71	0.19	10.85	0.05	0.77	0.14	5.99	0.07	3.70
AA Density	High	1610 ^a	2668 ^a	79.6	2,086	1.74 ^c	35.5 ^c	31.5 ^a	658.5 ^a	31.8	664.5
	Moderate	1606 ^a	2657 ^a	79.0	2,076	1.90 ^b	38.8 ^b	31.2 ^{ab}	648.2 ^{ab}	31.8	664.2
	Low	1552 ^b	2633 ^b	79.0	2,060	2.16 ^a	44.1 ^a	31.1 ^b	639.1 ^b	31.7	654.1
SEM		5.16	6.62	0.24	15.28	0.06	1.09	0.14	6.43	0.10	5.23
Probability											
Sex		<0.0001	<0.0001	0.0002	<0.0001	<0.0001	0.0477	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001
AA Density		<0.0001	0.0377	0.0992	0.6015	<0.0001	0.0002	0.0321	0.0186	0.8110	0.4345
Sex X AA Density		0.1447	0.0731	0.8712	0.7658	0.0139	0.0115	0.6765	0.6818	0.1689	0.2719

^{a-d} Means within a column not sharing a common superscript differ (P<0.05).

¹ Means are based on 10 birds randomly taken from 24 replicate pens per sex and 16 per diet at 40 days.

² Moderate treatments were formulated with 1.25%, 1.19%, 1.09% and 1.05% digestible lysine from first to last diet whereas High and Low being 12% higher and lower in digestible lysine and essential AA with minimum ratios to lysine as: total sulfur AA 75%; threonine: 65%; valine: 75% (1 to 21 d) and 78% (21 to 40 d); isoleucine: 65% (1 to 21 d) and 67% (21 to 40 d); arginine: 105%; tryptophan: 19%.

³ Eviscerated carcass without feet or head, total weight per carcass or percentage of the carcass.

⁴ Fat adhered to abdomen after evisceration, total weight per carcass or percentage of the carcass.

⁵ Boneless-skinless *Pectoralys major* plus *Pectoralys minor* muscles, total weight per carcass or percentage of the carcass.

⁶ Bone in thighs + drumsticks with skin, total weight per carcass or percentage of the carcass.

Table 5. Feed intake and abdominal fat interaction between sex and diets of broilers fed diets with varying amino acid (AA) densities¹.

Sex		Abdominal Fat		Feed Intake
Sex	AA Density	% of Carcass	g per bird	1 – 40 d
Male	High	1.41 ^b	31.5 ^a	4158 ^b
Male	Moderate	1.71 ^b	38.6 ^{ab}	4356 ^a
Male	Low	2.07 ^c	45.9 ^b	4441 ^a
Female	High	2.07 ^c	39.6 ^b	3835 ^c
Female	Moderate	2.16 ^c	41.5 ^b	3824 ^c
Female	Low	2.28 ^c	43.2 ^b	3944 ^c
SEM		0.08	1.75	31.44
<i>Probability</i>		0.0233	0.0115	0.0015

^{a-d} Means within a column not sharing a common superscript differ (P<0.05).

¹ Means are based on 8 replicates per treatment with 25 birds at the beginning of the experiment

CAPÍTULO III

3.1 CONSIDERAÇÃO FINAL

Como pode ser observado a densidade de AA utilizada nas dietas pode modular o desempenho zootécnico de frangos de corte machos e fêmeas, porém quando utilizada a mesma dieta os machos respondem de forma superior às fêmeas, sendo que normalmente essas respostas são mais visíveis até a quarta ou quinta semanas de vida.

A densidade de AA também pode modular algumas características de carcaça, como ficou evidenciado na deposição de gordura abdominal, porém não observamos modificações na carcaça para as demais características neste estudo.

A análise econômica mostrou que o fornecimento de dietas com maior densidade de AA não refletiu em maior lucratividade, enquanto a CA indicava superioridade dessas aves, portanto a tomada de decisões sobre a densidade de AA a ser utilizada deve levar em consideração os custos dos ingredientes para a produção das dietas e as cotações da carne de frango no mercado para que seja economicamente viável

3.2 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, L. F. et al. Diferentes perfis de aminoácidos para frangos de corte no período de 43 a 56 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 31, n. 1, p. 387-393, 2002.

ARAÚJO, L. F.; JUNQUEIRA, O. M.; ARAÚJO, C. S. S. et al. Redução do nível protéico da dieta, através da formulação baseada em aminoácidos digestíveis. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 4, p. 1197-1201, 2004.

BARBOZA, W. A. Exigência nutricional de lisina digestível para frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 29, n. 4, p.1098-1102, 2000.

BORGES, A. F. Exigência de lisina para frangos de corte machos no período de 22 a 42 dias de idade, mantidos em ambiente quente (26 °C). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 31, n. 5, p. 1993-2001, 2002.

CHENG, T. K. et al. Responses of broilers to dietary protein levels and amino acid supplementation to low protein diets at various environmental temperatures. **The Journal of Applied Poultry Research**, Savoy, v. 6, p. 18-33, 1997.

CONEGLIAN, J. L. B. et al. Responses of fast and slow growth broilers fed all vegetable diets with variable ideal protein profiles. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 39, n. 2, p. 327-334, 2010.

CORZO, A. et al. Dietary amino acid density effects on growth and carcass of broilers differing in strain cross and sex. **The Journal of Applied Poultry Research**, Savoy, v. 14, p. 1-9, 2005.

CORZO, A.; DOZIER III, W. A. ; KIDD, M. T. Dietary lysine needs of late-developing heavy broilers. **Poultry Science**, Savoy, v. 85, p. 457-461, 2006.

COSTA, F. G. P. Níveis dietéticos de lisina para frangos de corte de 1 a 21 e 22 a 40 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 30, n. 5, p. 1490-1497, 2001.

COSTA, F. G. P. Níveis dietéticos de proteína bruta para frangos de corte de 1 a 21 e 22 a 42 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 30, n. 5, p. 1498-1505, 2001.

DAHIYA, J. P. et al. Effect of different dietary methionine sources on intestinal microbial populations in broiler chickens. **Poultry Science**, Savoy, v. 86, p. 2358-2366, 2007.

DARI, R. L. et al. Use of digestible amino acids and the concept of ideal protein in feed formulation for broilers. **The Journal of Applied Poultry Research**, Savoy, v. 14, p. 195-203, 2005.

DILGER, R. N. ; BAKER, D. H. DL-Methionine is as efficacious as L-methionine, but modest L-cystine excesses are anorexigenic in sulfur amino acid-deficient purified and practical-type diets fed to chicks. **Poultry Science**, Savoy, v. 86, p. 2367-2374, 2007.

DOZIER III, W. A. et al. Dietary amino acid responses of mixed-sex broiler chickens from two to four kilograms. **The Journal of Applied Poultry Research**, Savoy, v. 16, p. 331-343, 2007.

DOZIER III, W. A. et al. Digestible lysine requirements of male and female broilers from fourteen to twenty-eight days of age. **Poultry Science**, Savoy, v. 88, p. 1676-1682, 2009.

DOZIER III, W. A. Growth performance, meat yield, and economic responses of broilers provided diets varying in amino acid density from Thirty-six to fifty-Nine days of age. **The Journal of Applied Poultry Research**, Savoy, v. 15, p. 383-393, 2006.

HOEHLER, D. et al. Relative effectiveness of methionine sources in diets for broiler chickens. **The Journal of Applied Poultry Research**, Savoy, v. 14, p. 679-693, 2005.

KIDD, M. T. Increasing amino acid density improves live performance and carcass yields of commercial broilers. **The Journal of Applied Poultry Research**, Savoy, v. 13, p. 593-604, 2004.

LANA S. R. V. et al. Níveis de lisina digestível em rações para frangos de corte de 1 a 21 dias de idade mantidos em ambiente de termoneutralidade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 34, n. 5, p. 1614-1623, 2005.

LEMME, A. et al. Relative Effectiveness of Methionine Hydroxy Analog Compared to DL-Methionine in Broiler Chickens. **Poultry Science**, Savoy, v. 81, p. 838-845, 2002.

LUMPKINS, B. S.; BATAL, A. B.; BAKER, D. H. Variations in the digestible sulfur amino acid requirement of broiler chickens due to Sex, growth criteria, rearing environment, and processing yield characteristics. **Poultry Science**, Savoy, v. 86, p. 325-330, 2007.

OLIVEIRA NETO, A. R. ; OLIVEIRA, W. P. Aminoácidos para frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 38, p. 205-208, 2009.

PAVAN, A. C. et al. Efeito da linhagem e do nível de lisina da dieta sobre a qualidade da carne do peito de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**. Viçosa, v. 32, n. 6, p. 1732-1736, 2003.

QUENTIN, M.; BOUVAREL, I. ; PICARD, M. Effects of the starter diet, light intensity, and essential amino acids level on growth and carcass composition of broilers. **The Journal of Applied Poultry Research**, Savoy, v. 14, p. 69-76, 2005.

RODRIGUES, K. F. et al. Qualidade da carne de peito de frangos de corte recebendo rações com diferentes relações lisina digestível: proteína bruta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 37, n. 6, p. 1023-1028, 2008.

SI, J. et al. Effects of excess methionine from meeting needs for total sulfur amino acids on utilization of diets low in crude protein by broiler chicks. **The Journal of Applied Poultry Research**, Savoy, v. 13, p. 579-587, 2004.

STERLING, K. G.; PESTI, G. M. ; BAKALLI, R. I. Performance of different broiler genotypes fed diets with varying levels of dietary crude protein and lysine. **Poultry Science**, Savoy, v. 85, p. 1045-1054, 2006.

TRINDADE NETO, M. A. et al. Níveis de lisina digestível para frangos de corte machos no período de 37 a 49 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 38, n. 3, p. 508-514, 2009.

VÁQUEZ-AÑÓN, M. Evidence for 2-hydroxy-4(methylthio) butanoic acid and DL-methionine having different dose responses in growing broilers. **Poultry Science**, Savoy, v. 85, p. 1409-1420, 2006.

VIANA, M. T. S. Fontes e níveis de metionina em dietas para frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 38, n. 9, p. 1751-1756, 2009.

VIANA, M.T.S. et al. Fontes e níveis de metionina em dietas para frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 38, n. 9, p. 1751-1756, 2009.

VIEIRA, S. L. et al. Respostas de frangos de corte fêmeas de duas linhagens a dietas com diferentes perfis protéicos ideais. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 37, n. 6, p. 1753-1759, 2007.

VIOLA, T. H. et al. Formulação com aminoácidos totais ou digestíveis em rações com níveis decrescentes de proteína bruta para frangos de corte de 21 a 42 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 37, n. 2, p. 303-310, 2008.

ZARATE, A. J. , MORAN JR., E. T. ; BURNHAM, D. J. Reducing crude protein and increasing limiting essential amino acid levels with summer-reared, slow- and fast-feathering broilers. **The Journal of Applied Poultry Research**, Savoy, v. 12, p. 160-168, 2003.

APÊNDICES

Apêndice 1. Condições ambientais

Dia	Temp. Máxima (°C)	Temp. Mínima (°C)	UR Máxima. (%)	UR Mínima (%)
1	32	27	42	30
2	33	24	40	30
3	33	20	37	27
4	32	24	38	27
5	30	26	40	28
6	30	23	39	29
7	30	26	40	28
8	31	25	40	30
9	30	23	42	27
10	27	25	40	29
11	27	23	42	29
12	29	24	45	29
13	27	23	50	49
14	27	24	54	41
15	26	23	54	35
16	26	23	54	35
17	28	21	55	44
18	29	23	60	39
19	24	22	47	46
20	27	22	66	63
21	27	20	66	38
22	25	20	66	40
23	27	22	65	43
24	30	20	65	42
25	31	20	65	34
26	33	19	69	33
27	33	19	68	32
28	33	22	71	38
29	25	11	78	61
30	28	22	77	53
31	26	22	81	73
32	21	23	85	53
33	27	18	88	62
34	25	16	67	47
35	28	20	76	46
36	23	19	68	51
37	25	20	71	52
38	28	22	75	51
39	25	21	92	74

Apêndice 2. Dados calculados de ganho de peso, Kg

Densidade AA	Sexo	1 a 28d	1 a 40d
Baixo	Macho	1,619	2,866
Baixo	Macho	1,566	2,750
Baixo	Macho	1,618	2,757
Baixo	Macho	1,554	2,759
Baixo	Macho	1,610	2,794
Baixo	Macho	1,672	2,848
Baixo	Macho	1,560	2,764
Baixo	Macho	1,616	2,837
Baixo	Fêmea	1,376	2,346
Baixo	Fêmea	1,422	2,374
Baixo	Fêmea	1,373	2,289
Baixo	Fêmea	1,418	2,390
Baixo	Fêmea	1,400	2,375
Baixo	Fêmea	1,477	2,395
Baixo	Fêmea	1,449	2,422
Baixo	Fêmea	1,409	2,415
Moderado	Macho	1,638	2,792
Moderado	Macho	1,684	2,856
Moderado	Macho	1,653	2,888
Moderado	Macho	1,690	2,880
Moderado	Macho	1,696	2,795
Moderado	Macho	1,651	2,808
Moderado	Macho	1,662	2,848
Moderado	Macho	1,694	2,896
Moderado	Fêmea	1,433	2,424
Moderado	Fêmea	1,480	2,271
Moderado	Fêmea	1,442	2,324
Moderado	Fêmea	1,456	2,456
Moderado	Fêmea	1,421	2,340
Moderado	Fêmea	1,411	2,350
Moderado	Fêmea	1,438	2,389
Moderado	Fêmea	1,510	2,473
Alto	Macho	1,583	2,741
Alto	Macho	1,627	2,825
Alto	Macho	1,685	2,851
Alto	Macho	1,706	2,835
Alto	Macho	1,622	2,695
Alto	Macho	1,656	2,785
Alto	Macho	1,654	2,817
Alto	Macho	1,670	2,813
Alto	Fêmea	1,427	2,365
Alto	Fêmea	1,460	2,440
Alto	Fêmea	1,466	2,408
Alto	Fêmea	1,434	2,451
Alto	Fêmea	1,492	2,462
Alto	Fêmea	1,442	2,442
Alto	Fêmea	1,441	2,374
Alto	Fêmea	1,468	2,406

Apêndice 3. Dados calculados de conversão alimentar

Densidade AA	Sexo	1 a 28d	1 a 40d
Baixo	Macho	1,436	1,578
Baixo	Macho	1,466	1,617
Baixo	Macho	1,444	1,597
Baixo	Macho	1,451	1,579
Baixo	Macho	1,437	1,573
Baixo	Macho	1,443	1,606
Baixo	Macho	1,460	1,587
Baixo	Macho	1,471	1,610
Baixo	Fêmea	1,476	1,636
Baixo	Fêmea	1,535	1,681
Baixo	Fêmea	1,494	1,637
Baixo	Fêmea	1,490	1,643
Baixo	Fêmea	1,483	1,726
Baixo	Fêmea	1,516	1,673
Baixo	Fêmea	1,488	1,649
Baixo	Fêmea	1,500	1,638
Moderado	Macho	1,391	1,554
Moderado	Macho	1,379	1,530
Moderado	Macho	1,352	1,526
Moderado	Macho	1,373	1,538
Moderado	Macho	1,342	1,509
Moderado	Macho	1,386	1,539
Moderado	Macho	1,366	1,533
Moderado	Macho	1,372	1,525
Moderado	Fêmea	1,409	1,575
Moderado	Fêmea	1,421	1,679
Moderado	Fêmea	1,425	1,588
Moderado	Fêmea	1,428	1,597
Moderado	Fêmea	1,436	1,602
Moderado	Fêmea	1,432	1,577
Moderado	Fêmea	1,437	1,601
Moderado	Fêmea	1,414	1,584
Alto	Macho	1,335	1,503
Alto	Macho	1,353	1,482
Alto	Macho	1,343	1,492
Alto	Macho	1,333	1,508
Alto	Macho	1,322	1,498
Alto	Macho	1,336	1,482
Alto	Macho	1,328	1,465
Alto	Macho	1,316	1,471
Alto	Fêmea	1,374	1,574
Alto	Fêmea	1,459	1,602
Alto	Fêmea	1,386	1,567
Alto	Fêmea	1,383	1,523
Alto	Fêmea	1,387	1,576
Alto	Fêmea	1,377	1,570
Alto	Fêmea	1,416	1,657
Alto	Fêmea	1,398	1,590

Apêndice 4. Dados coletados de consumo, Kg

Densidade AA	Sexo	1 a 28d	1 a 40d
Baixo	Macho	2,325	4,522
Baixo	Macho	2,297	4,447
Baixo	Macho	2,336	4,404
Baixo	Macho	2,255	4,355
Baixo	Macho	2,315	4,394
Baixo	Macho	2,413	4,574
Baixo	Macho	2,278	4,385
Baixo	Macho	2,377	4,569
Baixo	Fêmea	2,031	3,837
Baixo	Fêmea	2,182	3,990
Baixo	Fêmea	2,050	3,747
Baixo	Fêmea	2,112	3,927
Baixo	Fêmea	2,076	4,098
Baixo	Fêmea	2,238	4,007
Baixo	Fêmea	2,156	3,994
Baixo	Fêmea	2,114	3,956
Moderado	Macho	2,279	4,340
Moderado	Macho	2,322	4,370
Moderado	Macho	2,235	4,408
Moderado	Macho	2,320	4,429
Moderado	Macho	2,277	4,216
Moderado	Macho	2,289	4,320
Moderado	Macho	2,271	4,366
Moderado	Macho	2,324	4,416
Moderado	Fêmea	2,019	3,817
Moderado	Fêmea	2,102	3,812
Moderado	Fêmea	2,054	3,690
Moderado	Fêmea	2,080	3,923
Moderado	Fêmea	2,040	3,749
Moderado	Fêmea	2,020	3,707
Moderado	Fêmea	2,066	3,825
Moderado	Fêmea	2,135	3,916
Alto	Macho	2,113	4,119
Alto	Macho	2,202	4,187
Alto	Macho	2,263	4,254
Alto	Macho	2,274	4,275
Alto	Macho	2,143	4,035
Alto	Macho	2,213	4,128
Alto	Macho	2,197	4,128
Alto	Macho	2,198	4,136
Alto	Fêmea	1,961	3,723
Alto	Fêmea	2,130	3,910
Alto	Fêmea	2,032	3,774
Alto	Fêmea	1,982	3,733
Alto	Fêmea	2,069	3,879
Alto	Fêmea	1,985	3,834
Alto	Fêmea	2,040	3,932
Alto	Fêmea	2,053	3,825

Apêndice 5. Dados coletados de abate, Kg

Densidade AA	Sexo	Peso vivo	Carcaça	Gordura abdominal	Peito	Pernas
Baixo	Macho	2,944	2,286	0,040	0,693	0,748
Baixo	Macho	2,700	2,051	0,044	0,634	0,656
Baixo	Macho	2,735	2,146	0,044	0,639	0,702
Baixo	Macho	2,828	2,262	0,053	0,712	0,720
Baixo	Macho	2,940	2,323	0,042	0,706	0,769
Baixo	Macho	2,780	2,192	0,045	0,642	0,710
Baixo	Macho	2,787	2,199	0,039	0,655	0,692
Baixo	Macho	2,860	2,280	0,059	0,705	0,726
Baixo	Fêmea	2,440	2,028	0,038	0,646	0,641
Baixo	Fêmea	2,345	1,852	0,039	0,581	0,577
Baixo	Fêmea	2,256	1,761	0,041	0,561	0,550
Baixo	Fêmea	2,327	1,857	0,043	0,608	0,569
Baixo	Fêmea	2,333	1,865	0,042	0,579	0,590
Baixo	Fêmea	2,560	2,030	0,052	0,646	0,616
Baixo	Fêmea	2,410	1,935	0,045	0,624	0,611
Baixo	Fêmea	2,368	1,891	0,039	0,596	0,591
Moderado	Macho	2,953	2,320	0,041	0,734	0,761
Moderado	Macho	2,847	2,265	0,034	0,717	0,731
Moderado	Macho	2,807	2,172	0,033	0,655	0,713
Moderado	Macho	2,640	2,141	0,025	0,670	0,738
Moderado	Macho	2,860	2,267	0,037	0,687	0,732
Moderado	Macho	2,893	2,227	0,046	0,659	0,742
Moderado	Macho	2,990	2,357	0,033	0,726	0,767
Moderado	Macho	2,890	2,259	0,044	0,698	0,735
Moderado	Fêmea	2,390	1,884	0,042	0,611	0,578
Moderado	Fêmea	2,405	1,920	0,043	0,617	0,588
Moderado	Fêmea	2,365	1,872	0,036	0,610	0,580
Moderado	Fêmea	2,385	1,900	0,043	0,575	0,588
Moderado	Fêmea	2,296	1,846	0,049	0,591	0,564
Moderado	Fêmea	2,388	1,913	0,038	0,606	0,604
Moderado	Fêmea	2,350	1,873	0,038	0,576	0,588
Moderado	Fêmea	2,496	1,995	0,039	0,641	0,620
Alto	Macho	2,760	2,179	0,030	0,663	0,721
Alto	Macho	2,933	2,324	0,034	0,712	0,760
Alto	Macho	2,860	2,287	0,028	0,714	0,725
Alto	Macho	2,870	2,261	0,034	0,690	0,749
Alto	Macho	2,820	2,225	0,038	0,678	0,737
Alto	Macho	2,980	2,339	0,036	0,735	0,762
Alto	Macho	2,920	2,322	0,030	0,710	0,762
Alto	Macho	2,740	2,139	0,022	0,670	0,674
Alto	Fêmea	2,253	1,771	0,033	0,537	0,555
Alto	Fêmea	2,416	1,971	0,038	0,625	0,614
Alto	Fêmea	2,390	1,924	0,042	0,620	0,594
Alto	Fêmea	2,415	1,926	0,038	0,605	0,603
Alto	Fêmea	2,452	1,991	0,044	0,670	0,611
Alto	Fêmea	2,340	1,866	0,040	0,580	0,581
Alto	Fêmea	2,368	1,908	0,041	0,630	0,578
Alto	Fêmea	2,453	1,950	0,040	0,615	0,607

Apêndice 6. Dados calculados de abate, %

Densidade AA	Sexo	Carcaça	Gordura abdominal	Peito	Pernas
Baixo	Macho	77,128	1,797	30,373	32,798
Baixo	Macho	75,953	2,150	30,925	31,976
Baixo	Macho	78,398	2,074	29,698	32,754
Baixo	Macho	80,005	2,344	31,463	31,840
Baixo	Macho	79,073	1,819	30,428	33,039
Baixo	Macho	78,785	2,052	29,256	32,484
Baixo	Macho	78,906	1,764	29,801	31,501
Baixo	Macho	79,726	2,563	30,937	31,805
Baixo	Fêmea	82,810	1,986	31,781	31,626
Baixo	Fêmea	78,978	2,100	31,331	31,147
Baixo	Fêmea	77,993	2,311	31,900	31,239
Baixo	Fêmea	79,852	2,318	32,720	30,641
Baixo	Fêmea	79,853	2,255	31,086	31,632
Baixo	Fêmea	79,266	2,594	31,781	30,363
Baixo	Fêmea	80,281	2,326	32,256	31,558
Baixo	Fêmea	79,854	2,037	31,494	31,220
Moderado	Macho	78,568	1,779	31,640	32,797
Moderado	Macho	79,541	1,480	31,608	32,258
Moderado	Macho	77,321	1,523	30,160	32,758
Moderado	Macho	81,059	1,155	29,911	32,946
Moderado	Macho	79,259	1,610	30,325	32,264
Moderado	Macho	77,017	2,062	30,626	33,259
Moderado	Macho	78,827	1,581	30,767	32,554
Moderado	Macho	78,142	1,929	30,898	32,509
Moderado	Fêmea	78,871	2,262	32,378	30,637
Moderado	Fêmea	79,806	2,249	32,166	30,636
Moderado	Fêmea	79,165	1,941	32,610	30,970
Moderado	Fêmea	79,532	2,255	30,295	30,962
Moderado	Fêmea	80,397	2,670	32,016	30,544
Moderado	Fêmea	80,127	1,994	31,701	31,561
Moderado	Fêmea	79,573	1,982	30,680	31,556
Moderado	Fêmea	79,970	1,959	32,081	31,086
Alto	Macho	78,824	1,354	30,499	33,046
Alto	Macho	79,195	1,454	30,710	32,714
Alto	Macho	79,919	1,237	31,132	31,738
Alto	Macho	78,776	1,517	30,492	33,126
Alto	Macho	78,860	1,708	30,468	33,132
Alto	Macho	78,454	1,526	31,485	32,653
Alto	Macho	80,623	1,457	30,745	32,956
Alto	Macho	78,004	0,989	31,197	31,542
Alto	Fêmea	78,657	1,839	30,296	31,335
Alto	Fêmea	81,492	1,971	31,646	31,148
Alto	Fêmea	80,454	2,159	32,265	30,866
Alto	Fêmea	79,787	1,960	31,424	31,338
Alto	Fêmea	81,175	2,209	33,659	30,679
Alto	Fêmea	79,709	2,147	31,046	31,091
Alto	Fêmea	80,535	2,170	32,973	30,322
Alto	Fêmea	79,638	2,071	31,502	31,132

Apêndice 7. Dados calculados de custo de produção associado ao peso vivo aos 28 e 40 dias, U\$

Densidade AA	Sexo	28 dias	40 dias
Baixo	Macho	0,460	0,502
Baixo	Macho	0,471	0,516
Baixo	Macho	0,463	0,510
Baixo	Macho	0,465	0,503
Baixo	Macho	0,461	0,502
Baixo	Macho	0,464	0,512
Baixo	Macho	0,468	0,506
Baixo	Macho	0,472	0,513
Baixo	Fêmea	0,472	0,520
Baixo	Fêmea	0,491	0,535
Baixo	Fêmea	0,478	0,521
Baixo	Fêmea	0,476	0,522
Baixo	Fêmea	0,474	0,547
Baixo	Fêmea	0,486	0,533
Baixo	Fêmea	0,477	0,525
Baixo	Fêmea	0,480	0,521
Moderado	Macho	0,488	0,541
Moderado	Macho	0,483	0,533
Moderado	Macho	0,474	0,536
Moderado	Macho	0,481	0,535
Moderado	Macho	0,471	0,526
Moderado	Macho	0,486	0,536
Moderado	Macho	0,479	0,535
Moderado	Macho	0,481	0,533
Moderado	Fêmea	0,492	0,549
Moderado	Fêmea	0,497	0,587
Moderado	Fêmea	0,498	0,553
Moderado	Fêmea	0,501	0,556
Moderado	Fêmea	0,502	0,557
Moderado	Fêmea	0,500	0,549
Moderado	Fêmea	0,502	0,556
Moderado	Fêmea	0,495	0,551
Alto	Macho	0,508	0,569
Alto	Macho	0,515	0,561
Alto	Macho	0,513	0,566
Alto	Macho	0,508	0,570
Alto	Macho	0,503	0,567
Alto	Macho	0,509	0,560
Alto	Macho	0,506	0,555
Alto	Macho	0,503	0,560
Alto	Fêmea	0,521	0,593
Alto	Fêmea	0,553	0,604
Alto	Fêmea	0,526	0,591
Alto	Fêmea	0,525	0,580
Alto	Fêmea	0,526	0,596
Alto	Fêmea	0,522	0,591
Alto	Fêmea	0,537	0,624
Alto	Fêmea	0,531	0,599

Apêndice 8. Dados calculados de de custo de produção associado ao peso de carcaça, peito e pernas, U\$

Densidade AA	Sexo	Carcaça	Peito	Pernas
Baixo	Macho	0,651	2,145	1,986
Baixo	Macho	0,679	2,195	2,123
Baixo	Macho	0,650	2,189	1,986
Baixo	Macho	0,629	1,999	1,976
Baixo	Macho	0,635	2,083	1,924
Baixo	Macho	0,650	2,221	2,002
Baixo	Macho	0,641	2,148	2,034
Baixo	Macho	0,644	2,080	2,024
Baixo	Fêmea	0,628	1,963	1,971
Baixo	Fêmea	0,678	2,162	2,176
Baixo	Fêmea	0,668	2,094	2,138
Baixo	Fêmea	0,654	1,999	2,135
Baixo	Fêmea	0,685	2,205	2,166
Baixo	Fêmea	0,672	2,113	2,213
Baixo	Fêmea	0,654	2,027	2,072
Baixo	Fêmea	0,657	2,073	2,089
Moderado	Macho	0,686	2,175	2,098
Moderado	Macho	0,676	2,121	2,078
Moderado	Macho	0,684	2,297	2,112
Moderado	Macho	0,660	2,173	1,973
Moderado	Macho	0,664	2,189	2,058
Moderado	Macho	0,696	2,350	2,095
Moderado	Macho	0,678	2,204	2,084
Moderado	Macho	0,682	2,206	2,098
Moderado	Fêmea	0,696	2,148	2,271
Moderado	Fêmea	0,735	2,285	2,400
Moderado	Fêmea	0,698	2,140	2,254
Moderado	Fêmea	0,699	2,308	2,260
Moderado	Fêmea	0,692	2,163	2,266
Moderado	Fêmea	0,685	2,161	2,172
Moderado	Fêmea	0,699	2,277	2,220
Moderado	Fêmea	0,689	2,148	2,217
Alto	Macho	0,722	2,368	2,184
Alto	Macho	0,709	2,309	2,166
Alto	Macho	0,708	2,273	2,231
Alto	Macho	0,723	2,371	2,184
Alto	Macho	0,719	2,362	2,171
Alto	Macho	0,714	2,268	2,187
Alto	Macho	0,688	2,241	2,088
Alto	Macho	0,718	2,299	2,277
Alto	Fêmea	0,754	2,489	2,407
Alto	Fêmea	0,741	2,341	2,380
Alto	Fêmea	0,734	2,276	2,378
Alto	Fêmea	0,726	2,313	2,320
Alto	Fêmea	0,734	2,181	2,395
Alto	Fêmea	0,742	2,390	2,386
Alto	Fêmea	0,775	2,348	2,557
Alto	Fêmea	0,753	2,391	2,416

Apêndice 9. Análise de variância do efeito dos tratamentos sobre o ganho de peso de 1 a 28 dias

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F	Pr>F
Tratamento	5	515,88904	103,17781	97,69	<0,0001
Erro	42	44,35773	1,05614		
Total Corrigido	47	560,24677			

CV, % = 2,11

Apêndice 10. Análise de variância do efeito dos tratamentos sobre o ganho de peso de 1 a 40 dias

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F	Pr>F
Tratamento	5	2.154,32104	430,86421	175,14	<0,0001
Erro	42	103,32198	2,46005		
Total Corrigido	47	2.257,64302			

CV, % = 1,91

Apêndice 11. Análise de variância do efeito dos tratamentos sobre a conversão alimentar de 1 a 28 dias

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F	Pr>F
Tratamento	5	0,13751986	0,02750397	89,06	<0,0001
Erro	42	0,01297130	0,00030884		
Total Corrigido	47	0,15049116			

CV, % = 1,24

Apêndice 12. Análise de variância do efeito dos tratamentos sobre a conversão alimentar de 1 a 40 dias

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F	Pr>F
Tratamento	5	0,14249318	0,02849864	40,71	<0,0001
Erro	42	0,02939964	0,00069999		
Total Corrigido	47	0,17189282			

CV, % = 1,68

Apêndice 13. Análise de variância do efeito dos tratamentos sobre o consumo de 1 a 28 dias

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F	Pr>F
Tratamento	5	575,13375	115,02675	43,06	<0,0001
Erro	42	112,18405	2,67105		
Total Corrigido	47	687,31780			

CV, % = 2,38

Apêndice 14. Análise de variância do efeito dos tratamentos sobre o consumo de 1 a 40 dias

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F	Pr>F
Tratamento	5	3.059,35896	611,87179	83,68	<0,0001
Erro	42	307,11256	7,31220		
Total Corrigido	47	3.366,47152			

CV, % = 2,09

Apêndice 15. Análise de variância do efeito dos tratamentos sobre o rendimento de carcaça aos 40 dias

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F	Pr>F
Tratamento	5	18,081	3,616	3,01	0,0206
Erro	42	50,403	1,200		
Total Corrigido	47	68,484			

CV, % = 1,38

Apêndice 16. Análise de variância do efeito dos tratamentos sobre o rendimento de peito aos 40 dias

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F	Pr>F
Tratamento	5	16,885	3,377	6,33	0,0002
Erro	42	22,422	0,534		
Total Corrigido	47	39,307			

CV, % = 2,34

Apêndice 17. Análise de variância do efeito dos tratamentos sobre o rendimento de pernas aos 40 dias

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F	Pr>F
Tratamento	5	26,667	5,333	24,14	<0,0001
Erro	42	9,281	0,221		
Total Corrigido	47	35,949			

CV, % = 1,48

Apêndice 18. Análise de variância do efeito dos tratamentos sobre a deposição de gordura abdominal aos 40 dias

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F	Pr>F
Tratamento	5	4,392	0,878	16,28	<0,0001
Erro	42	2,266	0,054		
Total Corrigido	47	6,659			

CV, % = 12,02

Apêndice 19. Análise de variância do efeito dos tratamentos sobre o custo de produção por quilo de peso vivo aos 28 dias

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F	Pr>F
Tratamento	5	0,02172393	0,00434479	111,32	<0,0001
Erro	42	0,00163930	0,00003903		
Total Corrigido	47	0,02336323			

CV, % = 1,27

Apêndice 20. Análise de variância do efeito dos tratamentos sobre o custo de produção por quilo de peso vivo aos 40 dias

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F	Pr>F
Tratamento	5	0,03954439	0,00790888	97,79	<0,0001
Erro	42	0,00339675	0,00008088		
Total Corrigido	47	0,04294114			

CV, % = 1,64

Apêndice 21. Análise de variância do efeito dos tratamentos sobre o custo de produção por quilo de carcaça

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F	Pr>F
Tratamento	5	0,05090485	0,01018097	47,86	<0,0001
Erro	42	0,00893471	0,00021273		
Total Corrigido	47	0,05983956			

CV, % = 2,11

Apêndice 22. Análise de variância do efeito dos tratamentos sobre o custo de produção por quilo de peito

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F	Pr>F
Tratamento	5	0,40419268	0,08083854	14,45	<0,0001
Erro	42	0,23490693	0,00559302		
Total Corrigido	47	0,63909960			

CV, % = 3,39

Apêndice 23. Análise de variância do efeito dos tratamentos sobre o custo de produção por quilo de pernas

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F	Pr>F
Tratamento	5	0,80908457	0,16181691	42,53	<0,0001
Erro	42	0,15978394	0,00380438		
Total Corrigido	47	0,96886851			

CV, % = 2,84

Apêndice 24. Simulação do mercado de cortes comerciais de frango para o ano de 2009 com as cotações dos cortes e o custo de alimentação flutuando entre 80 e 120%, U\$/ave¹

Custo de Alimentação	Cotação dos cortes ²					
	80%	90%	100%	110%	120%	
Macho	Alto					
	80%	1,366	1,674	1,983	2,291	2,6
	100%	1,091	1,399	1,708	2,016	2,324
	120%	0,815	1,124	1,432	1,741	2,049
	Moderado					
	80%	1,439	1,749	2,06	2,371	2,682
	100%	1,177	1,487	1,798	2,109	2,42
	120%	0,915	1,225	1,536	1,847	2,158
	Baixo					
	80%	1,446	1,747	2,048	2,349	2,65
	100%	1,205	1,506	1,807	2,108	2,409
	120%	0,965	1,266	1,567	1,868	2,169
Fêmea	Alto					
	80%	1,148	1,418	1,688	1,958	2,228
	100%	0,895	1,165	1,435	1,705	1,975
	120%	0,642	0,912	1,182	1,452	1,722
	Moderado					
	80%	1,217	1,484	1,751	2,018	2,285
	100%	0,988	1,255	1,522	1,789	2,056
	120%	0,759	1,026	1,292	1,559	1,826
	Baixo					
	80%	1,269	1,534	1,798	2,062	2,326
	100%	1,058	1,322	1,587	1,851	2,115
	120%	0,847	1,111	1,376	1,64	1,904

¹ [(Peso de peito * cotação do peito) + (peso do filé de peito * cotação do filé) + (peso das pernas * cotação das pernas) – (consumo de ração * custo da ração)]

² Pernas U\$1,99 , peito U\$ 2,17 e filé de peito U\$ 3,25.

Apêndice 25. Simulação do mercado de cortes comerciais de frango para o ano de 2011 com as cotações dos cortes e o custo de alimentação fluando entre 80 e 120%, U\$/ave¹

Custo de Produção	Cotação dos cortes ²					
	80%	90%	100%	110%	120%	
Macho	Alto					
	80%	0,944	1,246	1,548	1,85	2,152
	100%	0,576	0,878	1,18	1,482	1,785
	120%	0,209	0,511	0,813	1,115	1,417
	Moderado					
	80%	0,975	1,28	1,584	1,888	2,192
	100%	0,611	0,915	1,219	1,523	1,828
	120%	0,246	0,55	0,855	1,159	1,463
	Baixo					
	80%	0,954	1,248	1,543	1,837	2,132
	100%	0,603	0,897	1,192	1,487	1,781
	120%	0,252	0,547	0,841	1,136	1,43
Fêmea	Alto					
	80%	0,778	1,045	1,311	1,577	1,844
	100%	0,44	0,706	0,973	1,239	1,506
	120%	0,102	0,368	0,635	0,901	1,167
	Moderado					
	80%	0,829	1,092	1,355	1,618	1,881
	100%	0,509	0,773	1,036	1,299	1,562
	120%	0,19	0,453	0,717	0,98	1,243
	Baixo					
	80%	0,852	1,112	1,372	1,633	1,893
	100%	0,544	0,804	1,064	1,325	1,585
	120%	0,236	0,496	0,757	1,017	1,277

¹ [(Peso de peito * cotação do peito) + (peso do filé de peito * cotação do filé) + (peso das pernas * cotação das pernas) – (consumo de ração * custo da ração)]

² Pernas U\$1,57 , peito U\$ 2,59 e filé de peito U\$ 3,25.

Apêndice 26. Normas para publicação de artigos no periódico *Livestock Science*.

GUIDE FOR AUTHORS

INTRODUCTION

Types of paper

1. Original Research Articles (Regular Papers)
2. Review Articles
3. Short Communications
4. Position Papers
5. Technical Notes
6. Book Reviews

Original Research Articles should report the results of original research. The material should not have been previously published elsewhere, except in a preliminary form. They should not occupy more than 12 Journal pages.

Review Articles should cover subjects falling within the scope of the journal which are of active current interest. Reviews will often be invited, but submitted reviews will also be considered for publication. All reviews will be subject to the same peer review process as applies for original papers. They should not occupy more than 12 Journal pages.

A *Short Communication* is a concise but complete description of a limited investigation, which will not be included in a later paper. Short Communications may be submitted to the journal as such, or may result from a request to condense a regular paper, during the peer review process. They should not occupy more than 5 journal pages (approximately 10 manuscript pages) including figures, tables and references.

Position Papers are informative and thought-provoking articles on key issues, often dealing with matters of public concern. These will usually be invited, but a submitted paper may also be considered for publication. They should not occupy more than 12 Journal pages.

A *Technical Note* is a report on a new method, technique or procedure falling within the scope of *Livestock Science*. It may involve a new algorithm, computer program (e.g. for statistical analysis or for simulation), or testing method for example. The Technical Note should be used for information that cannot adequately be incorporated into an Original Research Article, but that is of sufficient value to be brought to the attention of the readers of *Livestock Science*. The note should describe the nature of the new method, technique or procedure and clarify how it differs from those currently in use if cannot be incorporated. They should not occupy more than 5 Journal pages.

Book Reviews will be included in the journal on a range of relevant books which are not more than two years old.

Contact details for submission

Authors should send queries concerning the submission process or journal procedures to AuthorSupport@elsevier.com. Authors can check the status of their manuscript within the review procedure using Elsevier Editorial System.

Page charges

This journal has no page charges.

BEFORE YOU BEGIN

Ethics in Publishing

For information on Ethics in Publishing and Ethical guidelines for journal publication see

<http://www.elsevier.com/publishingethics>

and

<http://www.elsevier.com/ethicalguidelines>.

Policy and ethics

The work described in your article must have been carried out in accordance with *The Code of Ethics of the World Medical Association (Declaration of Helsinki)* for experiments involving humans <http://www.wma.net/en/30publications/10policies/b3/index.html>; *EU Directive 2010/63/EU for animal experiments*

http://ec.europa.eu/environment/chemicals/lab_animals/legislation_en.htm;

Uniform Requirements for manuscripts submitted to Biomedical journals

<http://www.icmje.org>. This must be stated at an appropriate point in the article.

Unnecessary cruelty in animal experimentation is not acceptable to the Editors of *Livestock Science*.

Conflict of interest

All authors are requested to disclose any actual or potential conflict of interest including any financial, personal or other relationships with other people or organizations within three years of beginning the submitted work that could inappropriately influence, or be perceived to influence, their work. See also <http://www.elsevier.com/conflictsofinterest>.

Submission declaration

Submission of an article implies that the work described has not been published previously (except in the form of an abstract or as part of a published lecture or academic thesis), that it is not under consideration for publication elsewhere, that its publication is approved by all authors and tacitly or explicitly by the responsible authorities where the work was carried out, and that, if accepted, it will not be published elsewhere including electronically in the same form, in English or in any other language, without the written consent of the copyright-holder.

Changes to authorship

This policy concerns the addition, deletion, or rearrangement of author names in the authorship of accepted manuscripts:

Before the accepted manuscript is published in an online issue: Requests to add or remove an author, or to rearrange the author names, must be sent to the Journal Manager from the corresponding author of the accepted manuscript and must include: (a) the reason the name should be added or removed, or the author names rearranged and (b) written confirmation (e-mail, fax, letter) from all authors that they agree with the addition, removal or rearrangement. In the case of addition or removal of authors, this includes confirmation from the author being added or removed. Requests that are not sent by the corresponding author will be forwarded by the Journal Manager to the corresponding author, who must follow the procedure as described above. Note that: (1) Journal Managers will inform the Journal Editors of any such requests and (2) publication of the accepted manuscript in an online issue is suspended until authorship has been agreed.

After the accepted manuscript is published in an online issue: Any requests to add, delete, or rearrange author names in an article published in an online issue will follow the same policies as noted above and result in a corrigendum.

Copyright

Upon acceptance of an article, authors will be asked to complete a 'Journal Publishing Agreement' (for more information on this and copyright see <http://www.elsevier.com/copyright>). Acceptance of the agreement will ensure the widest possible dissemination of information. An e-mail will be sent to the corresponding author confirming receipt of the manuscript together with a 'Journal Publishing Agreement' form or a link to the online version of this agreement.

Subscribers may reproduce tables of contents or prepare lists of articles including abstracts for internal circulation within their institutions. Permission of the Publisher is required for resale or distribution outside the institution and for all other derivative works, including compilations and translations (please consult <http://www.elsevier.com/permissions>). If excerpts from other copyrighted works are included, the author(s) must obtain written permission from the copyright owners and credit the source(s) in the article. Elsevier has preprinted forms for use by authors in these cases: please consult <http://www.elsevier.com/permissions>.

Material in unpublished letters and manuscripts is also protected and must not be published unless permission has been obtained.

Retained author rights

As an author you (or your employer or institution) retain certain rights; for details you are referred to: <http://www.elsevier.com/authorsrights>.

Role of the funding source

You are requested to identify who provided financial support for the conduct of the research and/or preparation of the article and to briefly describe the role of the sponsor(s), if any, in study design; in the collection, analysis and interpretation of data; in the writing of the report; and in the decision to submit

the paper for publication. If the funding source(s) had no such involvement then this should be stated. Please see <http://www.elsevier.com/funding>.

Funding body agreements and policies

Elsevier has established agreements and developed policies to allow authors whose articles appear in journals published by Elsevier, to comply with potential manuscript archiving requirements as specified as conditions of their grant awards. To learn more about existing agreements and policies please visit <http://www.elsevier.com/fundingbodies>.

Language and language services

Please write your text in good English (American or British usage is accepted, but not a mixture of these). Authors who require information about language editing and copyediting services pre- and post-submission please visit <http://webshop.elsevier.com/languageediting> or our customer support site at <http://support.elsevier.com> for more information.

Submission

Submission to this journal proceeds totally online and you will be guided stepwise through the creation and uploading of your files. The system automatically converts source files to a single PDF file of the article, which is used in the peer-review process. Please note that even though manuscript source files are converted to PDF files at submission for the review process, these source files are needed for further processing after acceptance. All correspondence, including notification of the Editor's decision and requests for revision, takes place by e-mail removing the need for a paper trail.

Submit your article

Please submit your article via <http://ees.elsevier.com/livsci/>

Referees

Please submit, with the manuscript, the names, addresses and e-mail addresses of 3 potential referees. Note that the editor retains the sole right to decide whether or not the suggested reviewers are used.

PREPARATION

Article structure

Manuscripts should have numbered lines, with wide margins and double spacing throughout, i.e. also for abstracts, footnotes and references. Every page of the manuscript, including the title page, references, tables, etc., should be numbered. However, in the text no reference should be made to page numbers; if necessary, one may refer to sections. Avoid excessive usage of italics to emphasise part of the text.

Manuscripts in general should be organised in the following order:

- Title should be clear, descriptive and not too long
- Abstract
- Keywords (indexing terms)
- Introduction

- Material studied, area descriptions, methods, techniques
- Results
- Discussion
- Conclusion
- Acknowledgment and any additional information concerning research grants, and so on
- References
- Figure captions
- Figures (separate file(s))
- Tables (separate file(s))

Essential title page information

- **Title.** Concise and informative. Titles are often used in information-retrieval systems. Avoid abbreviations and formulae where possible.
- **Author names and affiliations.** Where the family name may be ambiguous (e.g., a double name), please indicate this clearly. Present the authors' affiliation addresses (where the actual work was done) below the names. Indicate all affiliations with a lower-case superscript letter immediately after the author's name and in front of the appropriate address. Provide the full postal address of each affiliation, including the country name, and, if available, the e-mail address of each author.
- **Corresponding author.** Clearly indicate who will handle correspondence at all stages of refereeing and publication, also post-publication. **Ensure that telephone and fax numbers (with country and area code) are provided in addition to the e-mail address and the complete postal address. Contact details must be kept up to date by the corresponding author.**
- **Present/permanent address.** If an author has moved since the work described in the article was done, or was visiting at the time, a "Present address" (or "Permanent address") may be indicated as a footnote to that author's name. The address at which the author actually did the work must be retained as the main, affiliation address. Superscript Arabic numerals are used for such footnotes.

Abstract

A concise and factual abstract is required. The abstract should state briefly the purpose of the research, the principal results and major conclusions. An abstract is often presented separately from the article, so it must be able to stand alone. For this reason, References should be avoided, but if essential, then cite the author(s) and year(s). Also, non-standard or uncommon abbreviations should be avoided, but if essential they must be defined at their first mention in the abstract itself.

The abstract should not be longer than 400 words.

Keywords

Immediately after the abstract, provide a maximum of 6 keywords, using American spelling and avoiding general and plural terms and multiple concepts (avoid, for example, "and", "of"). Be sparing with abbreviations: only

abbreviations firmly established in the field may be eligible. These keywords will be used for indexing purposes.

Nomenclature and units

Follow internationally accepted rules and conventions: use the international system of units (SI). If other quantities are mentioned, give their equivalent in SI. You are urged to consult IUB: Biochemical Nomenclature and Related Documents: <http://www.chem.qmw.ac.uk/iubmb/> for further information.

Authors and Editors are, by general agreement, obliged to accept the rules governing biological nomenclature, as laid down in the *International Code of Botanical Nomenclature*, the *International Code of Nomenclature of Bacteria*, and the *International Code of Zoological Nomenclature*. All botica (crops, plants, insects, birds, mammals, etc.) should be identified by their scientific names when the English term is first used, with the exception of common domestic animals. All biocides and other organic compounds must be identified by their Geneva names when first used in the text. Active ingredients of all formulations should be likewise identified.

Math formulae

Present simple formulae in the line of normal text where possible and use the solidus (/) instead of a horizontal line for small fractional terms, e.g., X/Y. In principle, variables are to be presented in italics. Powers of e are often more conveniently denoted by exp. Number consecutively any equations that have to be displayed separately from the text (if referred to explicitly in the text).

Equations should be numbered serially at the right-hand side in parentheses. In general only equations explicitly referred to in the text need be numbered. The use of fractional powers instead of root signs is recommended. Powers of e are often more conveniently denoted by exp.

Levels of statistical significance which can be mentioned without further explanation are *P<0.05, **P< 0.01 and ***P< 0.001.

In chemical formulae, valence of ions should be given as, e.g. Ca²⁺ , not as Ca⁺⁺.

Isotope numbers should precede the symbols, e.g. ¹⁸O.

The repeated writing of chemical formulae in the text is to be avoided where reasonably possible; instead, the name of the compound should be given in full. Exceptions may be made in the case of a very long name occurring very frequently or in the case of a compound being described as the end product of a gravimetric determination (e.g. phosphate as P₂O₅).

Footnotes

Footnotes should be used sparingly. Number them consecutively throughout the article, using superscript Arabic numbers. Many wordprocessors build footnotes into the text, and this feature may be used. Should this not be the case, indicate the position of footnotes in the text and present the footnotes themselves separately at the end of the article. Do not include footnotes in the Reference list.

Table footnotes

Indicate each footnote in a table with a superscript lowercase letter.

Artwork

Electronic artwork

General points

- Make sure you use uniform lettering and sizing of your original artwork.
- Save text in illustrations as "graphics" or enclose the font.
- Only use the following fonts in your illustrations: Arial, Courier, Times, Symbol.
- Number the illustrations according to their sequence in the text.
- Use a logical naming convention for your artwork files.
- Provide captions to illustrations separately.
- Produce images near to the desired size of the printed version.
- Submit each figure as a separate file.

A detailed guide on electronic artwork is available on our website:

<http://www.elsevier.com/artworkinstructions>

You are urged to visit this site; some excerpts from the detailed information are given here.

Formats

Regardless of the application used, when your electronic artwork is finalised, please "save as" or convert the images to one of the following formats (note the resolution requirements for line drawings, halftones, and line/halftone combinations given below):

EPS: Vector drawings. Embed the font or save the text as "graphics".

TIFF: color or grayscale photographs (halftones): always use a minimum of 300 dpi.

TIFF: Bitmapped line drawings: use a minimum of 1000 dpi.

TIFF: Combinations bitmapped line/half-tone (color or grayscale): a minimum of 500 dpi is required.

If your electronic artwork is created in a Microsoft Office application (Word, PowerPoint, Excel) then please supply "as is".

Please do not:

- Supply files that are optimised for screen use (like GIF, BMP, PICT, WPG); the resolution is too low;
- Supply files that are too low in resolution;
- Submit graphics that are disproportionately large for the content.

Color artwork

Please make sure that artwork files are in an acceptable format (TIFF, EPS or MS Office files) and with the correct resolution. If, together with your accepted article, you submit usable color figures then Elsevier will ensure, at no additional charge, that these figures will appear in color on the Web (e.g., ScienceDirect and other sites) regardless of whether or not these illustrations are reproduced in color in the printed version. **For color reproduction in print, you will receive information regarding**

the costs from Elsevier after receipt of your accepted article. Please indicate your preference for color in print or on the Web only. For further information on the preparation of electronic artwork, please see <http://www.elsevier.com/artworkinstructions>.

Please note: Because of technical complications which can arise by converting color figures to "gray scale" (for the printed version should you not opt for color in print) please submit in addition usable black and white versions of all the color illustrations.

Tables

Number tables consecutively in accordance with their appearance in the text. Place footnotes to tables below the table body and indicate them with superscript lowercase letters. Avoid vertical rules. Be sparing in the use of tables and ensure that the data presented in tables do not duplicate results described elsewhere in the article.

References

References concerning unpublished data and "personal communications" should not be cited in the reference list but may be mentioned in the text.

Reference style

Text: All citations in the text should refer to:

1. *Single author:* the author's name (without initials, unless there is ambiguity) and the year of publication;
2. *Two authors:* both authors' names and the year of publication;
3. *Three or more authors:* first author's name followed by "et al." and the year of publication.

Citations may be made directly (or parenthetically). Groups of references should be listed first alphabetically, then chronologically.

Examples: "as demonstrated (Allan, 1996a, 1996b, 1999; Allan and Jones, 1995). Kramer et al. (2000) have recently shown"

List: References should be arranged first alphabetically and then further sorted chronologically if necessary. More than one reference from the same author(s) in the same year must be identified by the letters "a", "b", "c", etc., placed after the year of publication.

Examples:

Reference to a journal publication:

Van der Geer, J., Hanraads, J.A.J., Lupton, R.A., 2000. The art of writing a scientific article. *J. Sci. Commun.* 163, 51–59.

Reference to a book:

Strunk Jr., W., White, E.B., 1979. *The Elements of Style*, third ed. Macmillan, New York.

Reference to a chapter in an edited book:

Mettam, G.R., Adams, L.B., 1999. How to prepare an electronic version of your article, in: Jones, B.S., Smith, R.Z. (Eds.), *Introduction to the Electronic Age*. E-Publishing Inc., New York, pp. 281–304.

Journal abbreviations source

Journal names should be abbreviated according to

Index Medicus journal abbreviations: <http://www.nlm.nih.gov/tsd/serials/lji.html>;
List of title word abbreviations: <http://www.issn.org/2-22661-LTWA-online.php>;
CAS (Chemical Abstracts Service): <http://www.cas.org/sent.html>.

Video data

Elsevier accepts video material and animation sequences to support and enhance your scientific research. Authors who have video or animation files that they wish to submit with their article are strongly encouraged to include these within the body of the article. This can be done in the same way as a figure or table by referring to the video or animation content and noting in the body text where it should be placed. All submitted files should be properly labeled so that they directly relate to the video file's content. In order to ensure that your video or animation material is directly usable, please provide the files in one of our recommended file formats with a preferred maximum size of 50 MB. Video and animation files supplied will be published online in the electronic version of your article in Elsevier Web products, including ScienceDirect: <http://www.sciencedirect.com>. Please supply 'stills' with your files: you can choose any frame from the video or animation or make a separate image. These will be used instead of standard icons and will personalize the link to your video data. For more detailed instructions please visit our video instruction pages at <http://www.elsevier.com/artworkinstructions>. Note: since video and animation cannot be embedded in the print version of the journal, please provide text for both the electronic and the print version for the portions of the article that refer to this content.

Supplementary data

Elsevier accepts electronic supplementary material to support and enhance your scientific research. Supplementary files offer the author additional possibilities to publish supporting applications, highresolution images, background datasets, sound clips and more. Supplementary files supplied will be published online alongside the electronic version of your article in Elsevier Web products, including ScienceDirect: <http://www.sciencedirect.com>. In order to ensure that your submitted material is directly usable, please provide the data in one of our recommended file formats. Authors should submit the material in electronic format together with the article and supply a concise and descriptive caption for each file. For more detailed instructions please visit our artwork instruction pages at <http://www.elsevier.com/artworkinstructions>.

Submission checklist

The following list will be useful during the final checking of an article prior to sending it to the journal for review. Please consult this Guide for Authors for further details of any item.

Ensure that the following items are present:

One Author designated as corresponding Author:

- E-mail address
- Full postal address
- Telephone and fax numbers

All necessary files have been uploaded

- Keywords
- All figure captions
- All tables (including title, description, footnotes)

Further considerations

- Manuscript has been "spellchecked" and "grammar-checked"
- References are in the correct format for this journal
- All references mentioned in the Reference list are cited in the text, and vice versa
- Permission has been obtained for use of copyrighted material from other sources (including the Web)
- Color figures are clearly marked as being intended for color reproduction on the Web (free of charge) and in print or to be reproduced in color on the Web (free of charge) and in black-and-white in print
- If only color on the Web is required, black and white versions of the figures are also supplied for printing purposes

For any further information please visit our customer support site at <http://support.elsevier.com>.

AFTER ACCEPTANCE

Use of the Digital Object Identifier

The Digital Object Identifier (DOI) may be used to cite and link to electronic documents. The DOI consists of a unique alpha-numeric character string which is assigned to a document by the publisher upon the initial electronic publication. The assigned DOI never changes. Therefore, it is an ideal medium for citing a document, particularly 'Articles in press' because they have not yet received their full bibliographic information. The correct format for citing a DOI is shown as follows (example taken from a document in the journal *Physics Letters B*): doi:10.1016/j.physletb.2010.09.059 When you use the DOI to create URL hyperlinks to documents on the web, they are guaranteed never to change.

Proofs

One set of page proofs (as PDF files) will be sent by e-mail to the corresponding author (if we do not have an e-mail address then paper proofs will be sent by post) or, a link will be provided in the e-mail so that authors can download the files themselves. Elsevier now provides authors with PDF proofs which can be annotated; for this you will need to download Adobe Reader version 7 (or higher) available free from <http://get.adobe.com/reader>. Instructions on how to annotate PDF files will accompany the proofs (also given online). The exact system requirements are given at the Adobe site: <http://www.adobe.com/products/reader/tech-specs.html> If you do not wish to use the PDF annotations function, you may list the corrections (including replies to the Query Form) and return them to Elsevier in an e-mail. Please list your corrections quoting line number. If, for any reason, this is not possible, then

mark the corrections and any other comments (including replies to the Query Form) on a printout of your proof and return by fax, or scan the pages and e-mail, or by post. Please use this proof only for checking the typesetting, editing, completeness and correctness of the text, tables and figures. Significant changes to the article as accepted for publication will only be considered at this stage with permission from the Editor. We will do everything possible to get your article published quickly and accurately – please let us have all your corrections within 48 hours. It is important to ensure that all corrections are sent back to us in one communication: please check carefully before replying, as inclusion of any subsequent corrections cannot be guaranteed. Proofreading is solely your responsibility. Note that Elsevier may proceed with the publication of your article if no response is received.

Offprints

The corresponding author, at no cost, will be provided with a PDF file of the article via e-mail. For an extra charge, paper offprints can be ordered via the offprint order form which is sent once the article is accepted for publication. The PDF file is a watermarked version of the published article and includes a cover sheet with the journal cover image and a disclaimer outlining the terms and conditions of use.

AUTHOR INQUIRIES

For inquiries relating to the submission of articles (including electronic submission) please visit this journal's homepage. Contact details for questions arising after acceptance of an article, especially those relating to proofs, will be provided by the publisher. You can track accepted articles at <http://www.elsevier.com/trackarticle>. You can also check our Author FAQs (<http://www.elsevier.com/authorFAQ>) and/or contact Customer Support via <http://support.elsevier.com>.

VITA

Diogo Taschetto, primogênito de Hermes Taschetto e Luci Wouters Taschetto, nasceu em Mata, RS, aos 11 de maio de 1986. Coursou o ensino fundamental na Escola Estadual de Ensino Fundamental Florismundo Egges da Silva em Mata, RS. Concluiu o ensino médio no Centro Federal de Educação Tecnológica de São Vicente do Sul, RS. Em 2004 ingressou no Curso de Zootecnia da Universidade Federal de Santa Maria, RS, obtendo o grau de Zootecnista em março de 2009. Iniciou, em março de 2009, o curso de mestrado na área de Produção Animal, subárea Nutrição de Não-ruminantes, no Programa de Pós-graduação em Zootecnia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, permanecendo neste até o presente momento.