

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JULIO DE MESQUITA FILHO"
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CAMPUS DE JABOTICABAL

EXIGÊNCIAS DE METIONINA + CISTINA E TREONINA PARA
MANUTENÇÃO DE AVES

Melina Aparecida Bonato
Zootecnista

JABOTICABAL – SÃO PAULO – BRASIL
2010

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JULIO DE MESQUITA FILHO"
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CAMPUS DE JABOTICABAL

EXIGÊNCIAS DE METIONINA + CISTINA E TREONINA PARA
MANUTENÇÃO DE AVES

Melina Aparecida Bonato

Orientadora: Profa. Dra. Nilva Kazue Sakomura

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

JABOTICABAL – SÃO PAULO – BRASIL

Fevereiro de 2010

B697e Bonato, Melina Aparecida
Exigências de metionina + cistina e treonina para manutenção de
aves / Melina Aparecida Bonato. -- Jaboticabal, 2010
Xviii, 60 f. : il. ; 28 cm

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista,
Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2010
Orientador: Nilva Kazue Sakomura
Banca examinadora: Robert Mervyn Gous, Izabelle Auxiliadora
Molina de Almeida Teixeira
Bibliografia

1. Aves – Balanço de nitrogênio. 2. Aves - Manutença. 3. Aves -
Metionina + cistina. 4. Aves - Treonina. I. Título. II. Jaboticabal-
Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 636.5

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação –
Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação - UNESP, Câmpus de Jaboticabal.

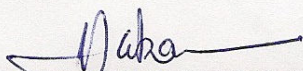
CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: EXIGÊNCIAS DE METIONINA + CISTINA E TREONINA PARA MANUTENÇÃO DE AVES.

AUTORA: MELINA APARECIDA BONATO

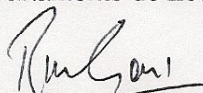
ORIENTADORA: Profa. Dra. NILVA KAZUE SAKOMURA

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de MESTRE em ZOOTECNIA , pela Comissão Examinadora:



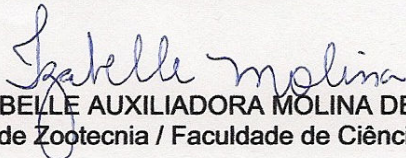
Profa. Dra. NILVA KAZUE SAKOMURA

Departamento de Zootecnia / Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal



Prof. Dr. ROBERT MERVYN GOUS

University of KwaZulu-Natal South África



Profa. Dra. IZABELLE AUXILIADORA MOLINA DE ALMEIDA TEIXEIRA

Departamento de Zootecnia / Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal

Data da realização: 17 de fevereiro de 2010.

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

MELINA APARECIDA BONATO – filha de José Antonio Bonato e Zília Marina de Bastiani, nasceu no dia 12 de outubro de 1984, na cidade de Jaú, São Paulo. Em fevereiro de 2002 ingressou no curso de Zootecnia na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da Universidade Estadual Paulista – campus de Jaboticabal, São Paulo, graduando-se em novembro de 2006. Durante o período de agosto de 2003 a julho de 2004 foi bolsista do Programa de Educação Tutorial (PET), e bolsista de iniciação científica pelo CNPq de agosto de 2004 a julho de 2006, sob orientação da Prof^a. Dr^a. Nilva Kazue Sakomura. De abril de 2007 a março de 2008 foi bolsista de Apoio Técnico pelo CNPq, sob orientação da Prof^a. Dr^a. Nilva Kazue Sakomura. Em março de 2008 iniciou o curso de Mestrado em Zootecnia pela mesma instituição, onde obteve bolsa pela FAPESP, sob mesma orientação, defendendo esta dissertação em fevereiro de 2010.

“Se eu pudesse deixar algum presente à você, deixaria aceso o sentimento de amar a vida dos seres humanos. A consciência de aprender tudo o que foi ensinado pelo tempo afora. Lembraria os erros cometidos para que não mais se repetissem. Deixaria para você, se pudesse, o respeito àquilo que é indispensável: além do pão, o trabalho. Além do trabalho, a ação. E quando tudo mais faltasse, um segredo: o de buscar no interior de si mesmo a resposta e a força para encontrar a saída.”

(Gandhi)

“...o mais importante e bonito do mundo, é isto: que as pessoas não estão sempre iguais, ainda não foram terminadas – mas que elas vão sempre mudando. Afinam e desafinam. Verdade maior, É isso o que a vida me ensinou. Isso me alegra, montão.”

(Grande Sertão: Veredas, Guimarães Rosa)

OFEREÇO...

À Deus,

Por sempre ter me dado saúde e inteligência, para chegar até aqui. Sempre me guiando, me iluminando, dando forças e coragem para não desistir, conquistar meus sonhos e enfrentar novos desafios. Também por ter me concedido a oportunidade de vivenciar momentos inesquecíveis com pessoas incomparáveis, que sempre me ensinaram muito.

DEDICO...

Aos meus pais, José Antonio e Zília Marina, por tudo, por sempre me ajudem, apoiarem, darem força, suporte, carinho, amor, atenção, além de sempre acreditarem em mim. Aos meus irmãos mais velhos, Marcelo e Marçal, por muitas vezes serem mais que irmãos, quase pais, sempre me apoiando e ajudando, com muito amor. À minha irmãzinha Maria Luíza, pelo amor e carinho. À minha cunhada e quase irmã mais velha, Eliane, pelo apoio, carinho, atenção e amor. Amo vocês.

Ao meu namorado Bruno (Faiado), pelo amor, atenção, carinho, dedicação, apoio, paciência e também por ser um grande amigo. Amo você.

Aos pais do Bruno, Eca e Carlão, pelo carinho, apoio, atenção, amizade e amor. Amo vocês!

À professora Nilva, por sempre acreditar e confiar em mim, pela convivência, amizade, e oportunidades que sempre me deu. Obrigada!

"Eis o meu segredo. É muito simples: só se vê bem com o coração. O essencial é invisível para os olhos."
(Raposa em o "Pequeno Príncipe" de Saint Exupéry)

AGRADECIMENTOS ESPECIAIS...

Aos membros da banca de examinadora:

Professora Izabelle A. M. A. Teixeira (qualificação e defesa), pelos ensinamentos, opiniões e contribuições para a melhora deste trabalho, e além disso, agradeço também a amizade, carinho e suporte que você sempre me dá.

Professor Euclides B. Malheiros (qualificação), também pelos ensinamentos, opiniões e contribuições, além da amizade e atenção.

Dr. Robert M. Gous (defesa), agradeço por tudo, pelos ensinamentos e imensas contribuições em metodologias, e também por sempre estar a nossa disposição para dúvidas que sempre temos. Agradeço também a amizade e carinho que o senhor tem conosco.

Aos colegas e amigos:

Jefferson, pelo apoio, ensinamentos, ajuda, atenção e paciência que sempre teve comigo. Além da amizade e companheirismo. Parceiro, tenho certeza que você sempre será um grande pesquisador e merece tudo de bom!

Sandra, também pela amizade, ajuda, companheirismo, aprendizados, etc. Minha querida, você já é professora universitária (merecidamente), e tenho certeza que realizará seus outros sonhos também!

Nei André (Tato), sempre pela amizade, carinho, aprendizados, e pela convivência que teremos por muitos anos ainda (já que você sempre vai me pedir algum favor...eternamente...rs). Querido, você mora no meu coração!

Iris, sempre pela amizade, paciência, carinho e atenção. É muito bom tê-la como amiga e colega de trabalho!

Leilane e Simara, por tudo que aprendi com vocês, pelo apoio e amizade que sempre tivemos e vamos ter. Vocês fazem muita falta!

Aos “novos” companheiros Edney, Anchieta, Daniella, Katiane, Juliano (kakareco – que não é novo!), Carol, Bruna e Mirielle, agradeço o apoio, carinho, ajuda e atenção de todos vocês! E espero que continuemos assim e que tenhamos sempre força e paciência para continuar.

Aos nossos estagiários e IC Gabi, Bituca, Laka e Danilo, obrigada por tudo, pela ajuda, carinho e amizade, sei que sempre posso contar com vocês!

Aos ex-colegas Mariana, Rodrigo, Dáphinne, Ellen, Nayara, Natália, Rafael (Stink), Ana Luíza, André e Cássia.

Aos funcionários do setor de avicultura da UNESP/FCAV:

Vicente, Izildo e Seu João (*in memorian*), pela ajuda, companheirismo, amizade e risadas. Vocês são grandes amigos.

E em especial à meu grande amigo Robson, por tudo, pela ajuda, amizade, atenção, carinho e companheirismo. Obrigada!

Aos meus familiares,

Vó Marina, Tia Osma, Na, Tio Pedro, Tia Rosa, Tia Sô, Tia Janete, Vó Luíza e Micheli. E também os outros tios e primos, que sempre me apoiaram com carinho. Obrigada.

Aos familiares do Bruno,

Gustavo e Mariana, pelo carinho, atenção e amizade. E as tias Augusta, Alice e Angélica, pelo carinho e atenção!

AGRADECIMENTOS...

À UNESP – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, pelo ótimo curso de graduação e pós-graduação em zootecnia.

À FAPESP – Fundação de Apóio à Pesquisa do Estado de São Paulo, pela bolsa de mestrado concedida, e financiamento da pesquisa.

Aos amigos de pós, Pipeta, Gretchen, Mala, Oscar, Greicy, Lisiane, Ian, K-Borja, Naílson, Natally, Vitor, Juan, Xanxês, Gringo, Farofa, Vanessa, Viviane, e tantos outros (me perdoem se esqueci o nome).

Aos professores,

Jane, Ricardo, Otto, Elisabeth Gonzáles, Kleber, Izabelle, Euclides, dentro outros que foram muito importantes na minha formação acadêmica.

Aos amigos,

De ontem, hoje e sempre, Dito, Karabina, Reduzida, Futum, Koringa, K-Pão, Mandruvá, Pícara, Bitoka, Márcio, Monyka, Érico, Jefferson, Cris, Débora, Aninha, Dani, Miriam.

Aos funcionários da UNESP, Wilson (UAD), Adalto (UAD), Adriana (Zootecnia), Cássia (Zootecnia), Carlos (Zootecnia), Sandra (Fábrica de ração), Seu Osvaldo (Fábrica de ração), Seu Orlando (Lana), Ana Paula (Lana), Seu Orandi (Fisiologia), Edson (motorista), Sola (monotorista), Mafra (motorista), Carlinho (Caprino), Juninho (Caprino), entre tantos outros que sempre nos ajudam, obrigada pela amizade!

SUMÁRIO

	Páginas
LISTA DE FIGURAS	XII
LISTA DE TABELAS	XIV
RESUMO	XVII
SUMMARY	XVIII
CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS	1
1. Introdução.....	1
1.1. Principais aminoácidos limitantes em dietas para aves.....	2
1.2. Metionina + Cistina	3
1.3. Treonina.....	5
1.4. Métodos para estimar as exigências de manutenção de aminoácidos das aves	6
2. Referências.....	10
CAPÍTULO 2 – EXIGÊNCIAS DE METIONINA+CISTINA E TREONINA PARA MANUTENÇÃO DE AVES	17
1. Introdução.....	19
2. Material e Métodos	21
2.1. Animais e delineamento experimental	22
2.2. Procedimentos experimentais.....	22
2.3. Dietas experimentais	23
2.3.1. Ensaios de metionina+cistina com galos Bovans White® (ensaio 1)	23
2.3.2. Ensaios de metionina+cistina com galos Cobb® (ensaio 2).....	26
2.3.3. Ensaios de treonina com galos Bovans White® (ensaio 3)	28
2.3.4. Ensaios de treonina com galos Cobb® (ensaio 4).....	31
2.4. Preparo das amostras de excretas e análises laboratoriais	34
2.5. Determinação do consumo de ração, consumo do aminoácido e balanço de nitrogênio.....	35
2.6. Determinação das exigências dos aminoácidos para manutenção	35
2.7. Exigência dos aminoácidos expressa em função do peso protéico.....	35
2.8. Análises estatísticas	36

3. Resultados e Discussão	37
3.1. Ensaios de metionina+cistina	37
3.1.1. Resultados obtidos no ensaio 1 – Bovans White®	37
3.1.2. Resultados obtidos no ensaio 2 – Cobb®	40
3.2. Ensaios de treonina	46
4. Conclusões	55
5. Referências.....	56

LISTA DE FIGURAS

	Páginas
Figura 1. Representação gráfica da regressão do balanço de nitrogênio (BN) em função do consumo de metionina+cistina (Cmet+cis) para determinar a exigência de metionina+cistina (mg/kg/dia) para manutenção do ensaio 1 com galos Bovans White®.	38
Figura 2. Representação gráfica da regressão do balanço de nitrogênio (BN) em função do consumo de metionina+cistina (Cmet+cis) para determinar a exigência de metionina+cistina (mg/BPm0,73u/dia) para manutenção do ensaio 1 com galos Bovans White®.	39
Figura 3. Representação gráfica da regressão do balanço de nitrogênio (BN) em função do consumo de metionina+cistina (Cmet+cis) para determinar a exigência de metionina+cistina para manutenção do ensaio 2, utilizando galos Cobb®.	41
Figura 4. Representação gráfica da regressão do balanço de nitrogênio (BN) em função do consumo de metionina+cistina (Cmet+cis) para determinar a exigência de metionina+cistina (mg/BP _m ^{0,73} u/dia) para manutenção do ensaio 2 com galos Cobb®.	42
Figura 5. Representação gráfica da regressão do balanço de nitrogênio (BN) em função do consumo de metionina+cistina (Cmet+cis) para determinar a exigência de metionina+cistina para manutenção (mg/kg/dia).	43
Figura 6. Representação gráfica da regressão do balanço de nitrogênio (BN) em função do consumo de metionina+cistina (Cmet+cis) para determinar a exigência de metionina+cistina para manutenção (mg/BPm0,73u/dia).	44
Figura 7. Representação gráfica da regressão do balanço de nitrogênio (BN) em função do consumo de treonina (Ctreo) para determinar a exigência de treonina para manutenção (mg/kg/dia) do ensaio 3 utilizando galos Bovans White®.	48

- Figura 8. Representação gráfica da regressão do balanço de nitrogênio (BN) em função do consumo de treonina (C_{treo}) para determinar a exigência de treonina para manutenção (mg/BPm_{0,73u/dia})..... 49
- Figura 9. Representação gráfica da regressão do balanço de nitrogênio (BN) em função do consumo de treonina (C_{treo}) para determinar a exigência de treonina para manutenção (mg/kg/dia) do ensaio 4 utilizando galos Cobb®..... 50
- Figura 10. Representação gráfica da regressão do balanço de nitrogênio (BN) em função do consumo de treonina (C_{treo}) para determinar a exigência de treonina para manutenção (mg/BPm_{0,73u/dia}) do ensaio 4 utilizando galos Cobb®. 51
- Figura 11. Representação gráfica da regressão do balanço de nitrogênio (BN) em função do consumo de treonina (C_{treo}) para determinar a exigência de treonina para manutenção (mg/kg/dia)..... 52
- Figura 12. Representação gráfica da regressão do balanço de nitrogênio (BN) em função do consumo de treonina (C_{treo}) para determinar a exigência de treonina para manutenção (mg/BPm_{0,73u/dia})..... 53

LISTA DE TABELAS

Páginas

Tabela 1. Médias (\pm erro padrão) de pesos (kg), pesos metabólicos ($\text{kg}^{0,75}$) e composição corporal (corpo livre de penas) de galos de diferentes linhagens utilizados nos ensaios 1 e 3 (metionina+cistina), 2 e 4 (treonina).....	23
Tabela 2. Composição centesimal e nutricional das dietas utilizadas para compor os tratamentos no ensaio 1 de metionina+cistina com galos Bovans White®.....	25
Tabela 3. Proporções das dietas isenta e concentrada para composição das dietas experimentais do ensaio 1 de metionina+cistina com galos Bovans White®.....	26
Tabela 4. Quantidades ingeridas de aminoácidos (expressos em mg/kg/dia) em cada dieta experimental do ensaio 1 de metionina+cistina com galos Bovans White®.....	26
Tabela 5. Composição centesimal e nutricional das dietas utilizadas para compor os tratamentos no ensaio 2 de metionina+cistina com galos Cobb®.....	27
Tabela 6. Proporções das dietas isenta e concentrada para composição das dietas experimentais do ensaio 2 de metionina+cistina com galos Cobb®.....	28
Tabela 7. Quantidades ingeridas de aminoácidos (expressos em mg/kg/dia) em cada dieta experimental do ensaio 2 de metionina+cistina com galos Cobb®.....	28
Tabela 8. Composição centesimal e nutricional das dietas utilizadas para compor os tratamentos no ensaio 3 de treonina com galos Bovans White®.....	30
Tabela 9. Proporções das dietas isenta e concentrada para composição das dietas experimentais do ensaio 3 de treonina com galos Bovans White®.....	31
Tabela 10. Quantidades ingeridas de aminoácidos (expressos em mg/kg/dia) em cada dieta experimental do ensaio 3 de treonina com galos Bovans White®.....	31

Tabela 11. Composição centesimal e nutricional das dietas utilizadas para compor os tratamentos no ensaio 4 de treonina com galos Cobb®.....	33
Tabela 12. Proporções das dietas isenta e concentrada para composição das dietas experimentais do ensaio 4 de treonina com galos Cobb®.....	34
Tabela 13. Quantidades ingeridas de aminoácidos (expressos em mg/kg/dia) em cada dieta experimental do ensaio 4 de treonina com galos Cobb®.....	34
Tabela 14. Médias (\pm erro padrão) de consumo de ração (CR), consumo de metionina+cistina digestível (Cmet+cis), nitrogênio ingerido (NI), nitrogênio excretado (NE) e balanço de nitrogênio (BN) do ensaio 1, com galos Bovans White® adultos.....	37
Tabela 15. Equações de balanço de nitrogênio (BN) em função do consumo de metionina+cistina (Cmet+cis) com os valores estimados de metionina+cistina para manutenção de galos Bovans White® expressos em diferentes unidades.....	39
Tabela 16. Médias (\pm erro padrão) de consumo de ração (CR), consumo de metionina+cistina digestível (Cmet+cis), nitrogênio ingerido (NI), nitrogênio excretado (NE) e balanço de nitrogênio (BN) do ensaio 2 com galos Cobb® adultos.....	40
Tabela 17. Equações de balanço de nitrogênio (BN) em função do consumo de metionina+cistina (Cmet+cis) com os valores estimados de metionina+cistina para manutenção de galos Cobb® expressos em diferentes unidades.....	41
Tabela 18. Equações de balanço de nitrogênio (BN) em função do consumo de metionina+cistina (Cmet+cis) com os valores estimados de metionina+cistina para manutenção expressos em diferentes unidades.....	44
Tabela 19. Exigências de metionina+cistina digestível para manutenção (Met+cis _m), expressas por diferentes unidades, obtidas em diferentes estudos.....	45
Tabela 20. Médias (\pm erro padrão) de consumo de ração (CR), consumo de treonina digestível (Ctreo), nitrogênio ingerido (NI), nitrogênio excretado	

(NE) e balanço de nitrogênio (BN) do ensaio 3 com galos Bovans White® adultos.....	47
Tabela 21. Equações de balanço de nitrogênio (BN) em função do consumo de treonina (Ctreo) com os valores estimados de treonina para manutenção expressos em diferentes unidades.....	48
Tabela 22. Médias (\pm erro padrão) de consumo de ração (CR), consumo de treonina digestível (Ctreo), nitrogênio ingerido (NI), nitrogênio excretado (NE) e balanço de nitrogênio (BN) do ensaio 4 com galos Cobb® adultos.	50
Tabela 23. Equações de balanço de nitrogênio (BN) em função do consumo de treonina (Ctreo) com os valores estimados de treonina para manutenção expressos em diferentes unidades.....	51
Tabela 24. Equações de balanço de nitrogênio (BN) em função do consumo de treonina (Ctreo) com os valores estimados de treonina para manutenção expressos em diferentes unidades.....	53
Tabela 25. Exigências de treonina digestível para manutenção (Treo _m), expressas por diferentes unidades, obtidas em diferentes estudos.....	54

EXIGÊNCIAS DE METIONINA+CISTINA E TREONINA PARA MANUTENÇÃO DE AVES

RESUMO – A manutenção pode ser definida como o estado em que o animal se encontra em equilíbrio de nitrogênio, no qual a ingestão de N é igual à soma das perdas, permanecendo constante o conteúdo de N do corpo. E esta pode ser definida com base em estudos de metabolismo com aves adultas improdutivas, pelo fato das exigências totais de aminoácidos dessas aves estarem associadas apenas às perdas inevitáveis (manutenção), não incluindo necessidades específicas de aminoácidos para o crescimento e/ou produção. Porém, há alguns problemas na determinação da exigência de manutenção: primeiro é como comparar a manutenção entre genótipos de diferentes tamanhos à maturidade, o segundo é como comparar a manutenção entre animais de um mesmo genótipo em diferentes estágios de crescimento, e o terceiro é como lidar com a variação no conteúdo de gordura corporal, uma vez que não existe demanda de aminoácidos para a manutenção das reservas lipídicas. Assim, as diferenças de valores entre níveis de exigências para manutenção de aminoácidos encontrados na literatura, tem sido a diretriz para o desenvolvimento de novos estudos, visando à obtenção de metodologias padronizadas e estimativas de valores condizentes com as necessidades das aves. Este estudo teve como objetivo estimar as exigências de metionina+cistina e treonina digestíveis para a manutenção de aves adultas utilizando e comparando galos de diferentes pesos e composições corporais.

Palavras-chave: manutenção, metionina+cistina, treonina

MAINTENANCE REQUIREMENTS OF METHIONINE+CYSTINE AND THREONINE FOR POULTRY

SUMMARY – The maintenance can be defined as the state where the animal is in nitrogen balance, in which the intake of N is equal to the sum of the losses, stabilizing the N content in the body. And this can be defined based on studies of metabolism in adult birds unproductive, because the total amino acid requirements of these birds are associated only to the inevitable losses (maintenance), not including the specific amino acids for growth and/or production. However, there are some problems in determining the requirement for maintenance: first is to compare the maintenance among genotypes of different sizes at maturity, the second is like comparing the maintenance of animals of the same genotype at different stages of growth, and the third is how to deal with the variation in body fat content, since there is no demand for amino acids for the maintenance of lipid reserves. Thus, differences in values between levels of requirements for maintenance of amino acids found in the literature has been the guideline for the development of new studies aiming to produce standardized methodologies and estimates of amounts consistent with the needs of birds. This study aimed to estimate the methionine+cystine and threonine digestible for the maintenance of adult birds using and comparing roosters of different weights and body composition.

Keywords: maintenance, methionine + cystine, threonine

CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS

1. Introdução

O crescimento acelerado e a alta taxa de deposição de proteínas corporais figuram entre as principais características das linhagens modernas de aves corte e postura.

A síntese de uma proteína específica ocorre adequadamente quando os aminoácidos que a compõem estão simultaneamente disponíveis nos sítios citoplasmáticos. Aves alimentadas com dietas deficientes em aminoácidos essenciais podem sintetizar proteínas corporais somente se o aminoácido limitante para tal síntese for disponibilizado por meio da degradação de proteínas ou peptídeos já presentes no organismo (HRUBY, 1998). Se isso não ocorre, os aminoácidos em excesso são desaminados e os esqueletos carbônicos são utilizados no metabolismo de energia, enquanto o nitrogênio é excretado levando a um gasto indesejável de energia e afetando o desempenho das aves. Por outro lado, dietas com balanço adequado de aminoácidos promovem a maximização do desempenho e reduzem a excreção de nitrogênio, trazendo benefícios econômicos e ambientais para a atividade.

O método tradicionalmente utilizado para estimar as exigências de aminoácidos das aves tem sido o dose-resposta, que se baseia nas respostas de desempenho de aves alimentadas com dietas contendo níveis crescentes deste aminoácido (SAKOMURA & ROSTAGNO, 2007).

Porém, tem sido relatado na literatura que o nível ótimo de aminoácidos nas rações das aves pode variar em função de fatores como genética, idade, sexo, temperatura ambiente, níveis nutricionais, diferentes fontes de energia e proteína, desafios imunológicos e manejo (BAKER & HAN, 1994; ROSTAGNO et al., 1999; LEMME, 2005; ROSTAGNO et al., 2005; SAKOMURA & ROSTAGNO, 2007). Assim, as estimativas das exigências de aminoácidos, obtidas pelo método dose-resposta, podem ser aplicadas somente para condições idênticas àquelas em que as exigências foram estabelecidas (OVIDO-RONDÓN & WALDROUP, 2002).

Outro método que pode ser utilizado para estimar as exigências é o fatorial, que se fundamenta no princípio de que as aves necessitam de aminoácidos para a

manutenção dos processos vitais, crescimento e/ou produção, sendo a base para a elaboração dos modelos matemáticos de predição das exigências (SAKOMURA & ROSTAGNO, 2007). Segundo HURWITZ et al. (1978), este é o método mais adequado para estabelecer as exigências nutricionais das aves, pois considera as diferenças no peso, composição corporal e potencial de crescimento.

Com base no método fatorial, alguns autores estudaram exigências de aminoácidos para manutenção, entretanto os resultados são bastante variáveis. Para metionina, as recomendações variam de 9,4 mg/kg^{0,75}/dia (BAKER et al., 1996) a 144,26 mg/ kg^{0,75}/dia (LEVEILLE & FISHER, 1960), enquanto que para a treonina variam de 31 mg/kg^{0,75}/dia (HRUBY, 1998) a 130 mg/kg^{0,75}/dia (SAKOMURA & COON, 2003).

Tendo em vista a variabilidade dos resultados obtidos nos estudos que determinaram as exigências de manutenção, especialmente referente aos aminoácidos metionina+cistina e treonina, e a escassez de publicações acerca das exigências para manutenção dos aminoácidos, é imprescindível a realização de novos estudos, possibilitando a elaboração de modelos que permitam determinar com maior acurácia as exigências de aminoácidos. Este trabalho tem como proposta estudar as exigências de manutenção de met+cis e treonina, utilizando galos de linhagem de corte e postura.

1.1. Principais aminoácidos limitantes em dietas para aves

A ordem dos aminoácidos essenciais limitantes nas dietas para aves tem sido estudada por várias décadas, existindo considerável número de publicações que demonstram que os primeiros aminoácidos limitantes para a maioria das dietas das aves são os aminoácidos sulfurosos (metionina e cistina), seguidos da lisina e da treonina (VIEIRA & BERRES, 2007) em dietas com base em vegetais, como milho e farelo de soja.

Os aminoácidos podem existir como isômeros D ou L, ou a mistura dos dois. A forma D é biologicamente inativa, enquanto a forma L é mais comum encontrada nos tecidos. No entanto, as aves possuem a capacidade de utilizar tanto a forma D, como a L (LESSON & SUMMERS, 2001).

Os aminoácidos sintéticos são utilizados cada vez mais para atender a lisina, metionina e treonina essenciais para aves. Por razões econômicas, pois uma ave que consome uma dieta balanceada terá uma melhor conversão alimentar, salvo interferências do meio e sanidade; e também por preocupações com a poluição por excesso de nitrogênio, lembrando que esta ave estará consumindo uma dieta balanceada, ou seja, o mais próximo possível de sua exigência, sem muito excesso ou deficiência (FISHER, 2000).

1.2. Metionina + Cistina

A metionina+cistina é o primeiro aminoácido limitante para aves que recebem dietas à base de milho e soja, ingredientes que compõem as dietas tradicionais de aves no Brasil. Os níveis de metionina+cistina na dieta podem ser afetados pelos níveis de colina, lisina e arginina (CHAMRUSPOLLERT, 2001).

A metionina é normalmente suplementada na dieta na forma seca de DL-Metionina (DL-Met; 99%) ou como DL-Metionina líquida hidróxi análoga (MMTBA, contendo 88% de substância ativa) (KALBANDE, 2009). Como possuem os isômeros D e L, portanto, podem ser convertidas a L-metionina para serem utilizadas na síntese de proteína ou no metabolismo intermediário (ROMBOLA, 2008).

A Metionina pode ser classificada como glicogênica porque é metabolizada em ácido pirúvico através da succinil-CoA, e é convertida em S-adenosil metionina por uma reação dependente de ATP. Ela funciona como um importante doador de grupo metil no organismo, necessários para a biossíntese de inúmeras substâncias fundamentais para o perfeito funcionamento do organismo (BAKER, 1991), como creatina, carnitina, poliaminas (importante em tecidos que estão sintetizando proteínas), epinefrina (adrenalina), colina e melatonina (hormônio produzido pela glândula pineal), e é também um regulador de divisão celular (CORRÊA et al., 2006). Após a desmetilação, a homocisteína é formada e subseqüentemente metabolizada através de duas vias: uma é a via de recuperação envolvendo sua re-síntese em metionina pela homocisteína metiltransferase na presença de vitamina B12. O outro caminho se segue a partir da cistationina em cisteína após receber o esqueleto de carbono da serina. A homoserina

resultante é decomposta em succinil-Coa e então metabolizada em ácido pirúvico (AJINOMOTO, 2009a).

Um importante aspecto da relação entre a proteína e a metionina é a habilidade dos dois atuarem como lipotróficos, ajudando a produzir carnes mais magras (KALBANDE, 2009). Talvez, a metionina haja como um agente lipotrófico através de seu papel no balanço protéico ou como um doador de grupo metil e seu envolvimento na colina, betaína, ácido fólico e no metabolismo da vitamina B (YOUNG et al., 1955).

A adição de metionina sintética em excesso à ração, pode ser metabolizada em componentes altamente tóxicos, como o metilpropionato, podendo afetar o desempenho das aves (BENDER, 1975). Já uma dieta deficiente em metionina reduz o ganho de peso, a eficiência alimentar e o teor de proteína na carcaça, além de estimular o consumo de ração, contribuindo com energia adicional e, conseqüentemente, ocasionando acréscimo na deposição de gordura corporal (SUMMERS et al., 1992; MORAN, 1994).

A exigência fisiológica existe tanto para a metionina quanto para a cisteína ou cistina. Quando a cist(e)ína está deficiente e a metionina em excesso, é muito provável que a metionina se converta em cist(e)ína. E este catabolismo tem duas funções: remover o excesso de metionina (como já citado é extremamente tóxico), e suprir a deficiência de cist(e)ína (GRABER & BAKER, 1971). ROSE & RICE (1939) relataram que ratos perderam peso quando alimentados com uma dieta livre de metionina suplementada com cisteína, indicando que o inverso não ocorre.

A cistina, por sua vez, tem função especial na estrutura de proteínas como insulina, imunoglobulinas e queratina, sendo esta intimamente relacionada ao processo de empenamento (BAKER, 1991). As penas são estruturas queratinizadas, ricas em cistina, arginina e aminoácidos de cadeia ramificada, cuja principal função é recobrir o corpo das aves protegendo-as das intempéries e auxiliando na termorregulação corporal (LEESON & SUMMERS, 1997).

A suplementação de cistina na dieta, não afeta o desempenho de aves de linhagem de empenamento lento, no entanto, o nível de 0,38% melhora o desempenho de aves de empenamento rápido. Isso mostra a importância da cistina para o empenamento (KALINOWSKI et al., 2003).

As formulações de rações têm sido realizadas considerando-se esses aminoácidos em conjunto (metionina+cistina). O fornecimento adequado de aminoácidos sulfurosos para as aves é de extrema importância para a formação e renovação das penas, além disso, esses aminoácidos influenciam outros processos metabólicos importantes.

1.3. Treonina

A treonina foi descoberta em 1935 por W. C. Rose, e logo depois foi considerada um aminoácido essencial para aves (KIDD & KERR, 1996). É considerada o terceiro aminoácido limitante nas dietas, tendo grande importância para manutenção, e por participar em altos níveis na proteína endógena em relação a outros aminoácidos essenciais (FULLER, 1991).

Atualmente, com a disponibilidade comercial de aminoácidos sintéticos como a DL-metionina e a L-treonina, com preços acessíveis, tem possibilitado a redução dos níveis de proteína bruta com concomitante redução dos custos das dietas, trazendo benefícios econômicos e ambientais para a atividade avícola (KIDD & KERR, 1996). Portanto, é de extrema importância obter estimativas precisas das exigências desses aminoácidos, para que as necessidades das aves sejam supridas, maximizando desempenho produtivo e a lucratividade.

Em razão de sua importância em dietas práticas para aves e suínos, a treonina tem sido mais estudada, principalmente em virtude da escassez de informações sobre seus efeitos na nutrição animal e das condições em que sua suplementação nas rações seria benéfica aos animais (SARAIVA et al, 2006). Assim, ao se corrigir a perda endógena dos aminoácidos, obtêm-se maiores valores para a digestibilidade dos aminoácidos essenciais, sobretudo o triptofano, a treonina e a arginina (CHUNG & BAKER, 1992).

A treonina, ao contrário da maioria dos aminoácidos, não é transaminada, ou seja, não pode ser sintetizada a partir de outros aminoácidos, porém a partir dela outros aminoácidos podem ser sintetizados, como a glicina e a serina. A DL-Treonina, segundo KIDD & KERR (1996), pode fornecer apenas 25% da treonina que o animal irá

aproveitar (pois tem 4 isômeros, D, L, D-allo e L-allo), assim somente a L-treonina tem valor biológico.

Os esqueletos de carbono resultantes do catabolismo da L-treonina, geram piruvato para obtenção de energia ou produção de glicose e glicina para o metabolismo (acetil - CoA, creatina, serina, ácido úrico, sais biliares, etc). BAKER et al. (1972), avaliaram o efeito da treonina em uma dieta livre de glicina e serina e verificaram que o excesso de treonina na dieta pode suprir a deficiência de ambos, porém o contrário não é verdadeiro.

No tecido intestinal, os aminoácidos podem ser utilizados principalmente de 3 formas: incorporados à proteínas, convertidos em outros aminoácidos, substratos metabólicos e intermediários via transaminação, e completamente oxidados em CO₂. Nos dois primeiros caminhos, os aminoácidos podem ser depositados e reciclados dependendo da necessidade do corpo e de funções biológicas. No caso da treonina, a incorporação em secreções endógenas que serão fermentadas no intestino grosso representam as perdas. O mesmo acontece se a treonina é completamente oxidada em CO₂ pelas células da mucosa (STOLL, 2006). É o aminoácido em maior concentração na mucina e nos anticorpos, sendo que sua deficiência pode comprometer o funcionamento do sistema digestivo e imunológico e reduzir sua disponibilidade para síntese de proteína muscular (AJINOMOTO, 2009b).

A secreção, reciclagem e perda da mucina intestinal tem o maior impacto na exigência de treonina, e isto talvez contribua com um gasto de energia do organismo, aumentando as necessidades energéticas do mesmo (STOLL, 2006).

1.4. Métodos para estimar as exigências de manutenção de aminoácidos das aves

A manutenção pode ser definida como o estado em que o animal se encontra em equilíbrio de nitrogênio, no qual a ingestão de N é igual à soma das perdas, permanecendo constante o conteúdo de N do corpo. Em indivíduos adultos, significa manter o peso constante, contudo, para os animais em crescimento manterem o peso constante, eles são impedidos de crescer desde que submetidos à subnutrição. Nesse

caso, a deposição protéica continua ocorrendo enquanto a gordura corporal é perdida (FULLER et al., 1976).

Para manter o equilíbrio de N, os aminoácidos devem ser supridos na mesma taxa em que são perdidos pelo metabolismo, secreção ou excreção do corpo (SAKOMURA & ROSTAGNO, 2007). As perdas obrigatórias incluem a excreção endógena fecal e urinária, perdas irreversíveis durante a síntese protéica (hidroxilação de prolina e lisina na síntese de colágeno), síntese de substâncias não protéicas, taxas de oxidação dos aminoácidos e perdas do epitélio (FULLER, 1994).

As perdas de aminoácidos pela pele, pêlos e penas compreendem a maior parte das exigências de manutenção (SAKOMURA & ROSTAGNO, 2007). O corpo perde constantemente queratina da pele que contém ao redor de 82% de proteína bruta, sendo principalmente cistina (HURWITZ et al., 1983).

Assim, as exigências de aminoácidos para manutenção podem ser obtidas em ensaios de metabolismo, a partir da relação existente entre a retenção ou balanço de nitrogênio e/ou aminoácido e a ingestão do aminoácido teste, sendo estimadas pela intersecção da reta com o eixo das abscissas (BURNHAN & GOUS, 1992; SAKOMURA & COON, 2003; SAKOMURA & ROSTAGNO, 2007; NONIS & GOUS, 2008).

Segundo OWENS & PETTIGREW (1989), durante os períodos de rápida substituição de penas, ou desenvolvimento, as exigências de aminoácidos para manutenção muda, assim durante os diversos períodos de vida do animal, a exigência de manutenção muda. Assim, são utilizados animais adultos, de preferência sem estarem em fase de produção, no caso das aves, galos adultos.

De acordo com OWENS & PETTIGREW (1989), os estudos para estimar as exigências de aminoácidos para manutenção podem utilizar animais em crescimento ou adultos, relacionando a ingestão do aminoácido teste com a retenção ou balanço de nitrogênio corporal. Contudo, BURNHAM & GOUS (1992) advertem que a interpretação dos resultados de experimentos com animais em crescimento deve ser cautelosa em razão das modificações na taxa de crescimento, e conseqüentemente na proporção do aminoácido consumido que será utilizada para manutenção, durante o período experimental. Com base nisso, a utilização de aves adultas improdutivas mostra-se mais adequada, pelo fato das exigências totais de aminoácidos dessas aves estarem

associadas apenas às perdas inevitáveis (manutenção), não incluindo necessidades específicas de aminoácidos para o crescimento e/ou produção (OWENS & PETTIGREW, 1989).

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

Porém, segundo EMMANS & OLDHAM (1988) há alguns problemas na determinação da exigência de manutenção: primeiro é como comparar a manutenção entre genótipos de diferentes tamanhos à maturidade, o segundo é como comparar a manutenção entre animais de um mesmo genótipo em diferentes estágios de crescimento, e o terceiro é como lidar com a variação no conteúdo de gordura corporal, uma vez que não existe demanda de aminoácidos para a manutenção das reservas lipídicas (EMMANS & OLDHAM, 1988; BURNHAM & GOUS 1992; GOUS 2007; SIQUEIRA, 2009).

A maioria dos estudos relaciona as exigências diárias de aminoácidos para manutenção com o peso da ave em jejum (mg/kg/dia) ou com o peso metabólico (mg/kg^{0,75}/dia). EMMANS & FISHER (1986), estudando os trabalhos de BRODY (1945) e TAYLOR & YOUNG (1968), demonstraram que as exigências de aminoácidos para a manutenção se relacionam mais intimamente com o conteúdo de proteína corporal, em virtude de não existir demanda de aminoácidos para a manutenção das reservas lipídicas (EMMANS & OLDHAM, 1988; BURNHAM & GOUS, 1992; GOUS, 2007), sendo uma forma mais apropriada para expressar as exigências, uma vez que o conteúdo de lipídios pode variar até mesmo entre aves com pesos corporais semelhantes (EMMANS & FISHER, 1986; EMMANS & OLDHAM, 1988; BURNHAM & GOUS, 1992; SAKOMURA & COON, 2003; NONIS & GOUS, 2008; SIQUEIRA, 2009).

EMMANS & FISHER (1986) adaptando o trabalho de TAYLOR (1970), propuseram a seguinte equação: $MP = (0,008 \cdot BP_m^{0,73}) \cdot u$; onde MP é a exigência de proteína para a manutenção (g/dia); 0,008 é uma constante (kg de proteína ideal/ unidade

de manutenção), definida com base na pressuposição que as aves exigem 8 g de uma proteína com composição adequada (ideal) para suprir as necessidades de manutenção; BP_m é o peso de proteína à maturidade (kg); e u é o grau de maturidade da proteína no tempo t ($u = BP_t / BP_m = 1$ para aves adultas, nas quais $BP_t = BP_m$).

Este princípio foi utilizado por BURNHAM & GOUS (1992), para estimar as exigências de isoleucina para a manutenção de galos Leghorn, estimando em 60 mg/kg/dia ou $300 \text{ mg}/P_m^{0,73} \cdot u/\text{dia}$ equivalendo a 38 g de isoleucina / kg de proteína de manutenção. Estes autores afirmaram que as exigências de manutenção relacionam-se mais intimamente com o conteúdo de proteína corporal, sendo uma forma mais apropriada para expressar as exigências, uma vez que o conteúdo de lipídios pode variar mesmo entre aves com pesos corporais semelhantes. NONIS & GOUS (2008) também utilizaram os princípios de EMMANS & FISHER (1986) e estimaram a exigência de lisina para a manutenção em $182 \text{ mg}/P_m^{0,73} \cdot u/\text{dia}$, equivalendo a uma concentração de 23 g de lisina / kg de proteína de manutenção.

Segundo SIQUEIRA (2009), existe uma grande variação na proporção da proteína total depositada como proteína nas penas durante o crescimento, e devido à composição em aminoácidos das penas diferir substancialmente em relação à proteína do corpo depenado, as necessidades de manutenção e crescimento destes componentes deveriam ser consideradas separadamente (EMMANS & FISHER, 1986; MARTIN et al., 1994). As exigências de proteína para a manutenção das penas podem ser consideradas como sendo proporcionais às perdas de pena (MARTIN et al., 1994), e de acordo com EMMANS (1989) estas perdas equivalem a 0,01g/g de pena por dia. Porém, neste trabalho foi considerada apenas a exigência de manutenção para o corpo livre de penas.

Assim, as diferenças de valores entre níveis de exigências para manutenção de aminoácidos encontrados na literatura, tem sido a diretriz para o desenvolvimento de novos estudos, visando à obtenção de metodologias padronizadas e estimativas de valores condizentes com as necessidades das aves. Este estudo teve como objetivo estimar as exigências de metionina+cistina e treonina digestíveis para a manutenção de aves adultas utilizando e comparando galos de diferentes pesos e composições corporais.

2. Referências

AJINOMOTO, informações técnicas do produto DL-Metionina. Disponível em: <http://www.ajinomoto.com.br/2008/index.php?area=produtos&sub=metionina>. Acesso em 03/11/2009 a.

AJINOMOTO, informações técnicas do produto L-Treonina. Disponível em: <http://www.lisina.com.br/treonina.aspx>. Acesso em 03/11/2009 b.

BAKER, D. H.; HILL, T. M.; KLELSS, A. J. Nutritional evidence concerning formation of glycine from threonine in the chick. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 34, p. 582-586, 1972.

BAKER, D. H. Partitioning of nutrients for growth and other metabolic functions: efficiency and priority considerations. **Poultry Science**, Savoy, v.70, p.1797-1805, 1991.

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

BAKER, D.H.; FERNANDEZ, S.R.; WEBEL, D.M.; PARSONS, C.M. Sulfur amino acid requirements and cystine replacement value of broiler chicks during the period three to six weeks posthatching. **Poultry Science**, Savoy, v.75, p. 737-742, 1996.

BENDER, D. D. **Amino acid metabolism**. New York: John Wiley and Sons, 1975. p. 112-142.

BURNHAM, D.; GOUS, R. M. Isoleucine requirements of the chicken: requirement for maintenance. **British Poultry Science**, Abington, v.33, p.59-69, 1992.

CHAMRUSPOLLERT, M. **Interrelationships between dietary arginine, methionine, and environmental temperature affect growth and creatine biosynthesis in young broiler chicks**. 2001. 236 f. (PhD Thesis) - University of Georgia, Athens, 2001.

CHUNG, T.K.; BAKER, D.H. Ideal amino acid pattern for 10-kilogram pigs. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.70, p. 3102–3111, 1992.

CORRÊA, G. S. S.; SILVA, M. A.; CORRÊA, A. B.; ALMEIDA, V.; FONTES, D. O.; TORRES, R. A.; DIONELLO, N. J. L.; FREITAS, L. S.; VENTURA, R. V.; PAULO, A. A.; SILVA, J. V.; SANTOS, G. G. Exigência de metionina + cistina total para codornas de corte em crescimento. Arquivo **Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v.58, n.3, p.414-420, 2006.

EMMANS, G. C. The growth of turkey. In: NIXEY, C.; GREY, T.C. **Recent Advances in Turkey Science**. London: Ed. Butterwordths, 1989. p. 135-166.

EMMANS, G. C.; FISHER, C. Problems in nutritional theory. In: FISHER, C.; BOORMAN, K. N. **Nutrient requirements of poultry and nutritional research**. London: Ed. Butterwordths, 1986. p. 9-36.

EMMANS, G. C.; OLDHAM, J.D. Modelling of growth and nutrition in different species. In: KORVER, S.; VAN ARENDONK, J.A.M. **Modelling of livestock production systems**. Amsterdam: Kluwer Academic Publishers, 1988. p. 13-21.

FISHER, C. Advances in feed evaluation for poultry. In: Moughan, P.J., Verstegen, M.W.A. & Visser-Reyneveld, M.I (Ed.). **Feed evaluation, principles and practice**. Wageningen: Veenman drukkers, 2000. p. 243-268.

FULLER, M. F.; WEBSTER, A.J.F.; MACPHERSON, R. M.; SMITH, J.S. Comparative aspects of the energy metabolism of Pietrain and Large White X Landrace pigs during

growth. In: VERMOREL, M. **Energy metabolism of farm animals**. Clermont-Ferrand: European Association for Animal Production Publication, 1976. n. 19, p.177-180.

FULLER, M.F. Present knowledge of amino acid requirement for maintenance and production: non-ruminants. In: EGGUM, B.O., BOISEN, S.; BORTING, C.; DANFAER, A.; HVELPLUND, T.(Eds.). **Protein metabolism and nutrition**. Herning: EAAP, 1991. p.116-126 (publ. v. 1, n. 59).

FULLER, M. F. Amino acid requirements for maintenance, body protein accretion and reproduction in pigs. In: D'MELLO, J. P. F. **Amino acids in farm animal nutrition**. Oxon: Ed. Wallingford, CAB International, 1994. p. 155-184.

GOUS, R. M. Methodologies for modeling energy and amino acid responses in poultry. **Brazilian Journal of Animal Science**, Viçosa, MG, v. 36, p. 263-274, 2007.

GRABER, G.; BAKER, D. H. Sulfur Amino Acid Nutrition of the Growing Chick: Quantitative Aspects Concerning the Efficacy of Dietary Methionine, Cysteine and Cystine. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.33, p. 1005-1011, 1971.

HRUBY, M. **The amino acid maintenance and growth requirements of male broilers**. 1998. 144f. Thesis (Ph.D. in Animal Science) - University of Minnesota, Minnesota, 1998.

HURWITZ, S.; SKLAN, D.; BARTOV, I. New formal approaches to the determination of energy and amino acid requirements of chicks. **Poultry Science**, Savoy, v.57, p.197-205, 1978.

HURWITZ, S.; FRISCH, Y.; BAR, A.; EISNER, U.; BENGAL, I.; PINES, M. The amino acid requirement of growing turkeys: model construction and parameter estimation. **Poultry Science**, Savoy, v.62, p.2208-2217, 1983.

KALBANDE, V.H.; RAVIKANTH, K.; MAINI, S.; REKHE, D. S. Methionine Supplementation Options in Poultry. **International Journal of Poultry Science**, Faisalabad, v. 8, n. 6, p. 588-591, 2009.

KALINOWSKI, A.; MORAN, E. T.; WYATT, C. L. Methionine and Cystine Requirements of Slow- and Fast-Feathering Broiler Males from Three to Six Weeks of Age. **Poultry Science**, Savoy, v. 82, p.1428–1437, 2003.

KIDD, M. T.; KERR, B. J. L-threonine in poultry: a review. **Journal Applied Poultry Research**, Savoy, v. 5, p. 358-367, 1996.

LEMME, A. Optimum dietary amino acid level for broiler chicken. In: **Simpósio internacional sobre exigências nutricionais de aves e suínos, 2.**, 2005, Viçosa. Anais... Viçosa (MG): Universidade Federal de Viçosa, p. 117-144, 2005.

LESSON, S.; SUMMERS, J. D. **Commercial poultry nutrition**. 2nd ed. Guelph: University Books, 1997. 350p.

LEESON, S.; SUMMERS, J.D. **Nutrition of the chicken**. 4th ed. Guelph: University Books, 2001. 591p.

LEVEILLE, G.A.; FISHER, H. Amino acid requirements for maintenance in the adult rooster III. The requirements for leucine, isoleucine, valine and threonine, with reference also to the utilization of the d-isomers of valine, threonine and isoleucine. **The Journal of Nutrition**, Bethesda, v.70, p.135-140, 1960.

MARTIN, P.A.; BRADFORD, G.D.; GOUS, R.M. A formal method of determining the dietary amino acid requirements of laying type pullets during their growing periods. **British Poultry Science**, Abington, v. 35, p. 709-724, 1994.

MORAN, E. T. Response of broiler strains differing in body fat to inadequate methionine: live performance and processing yields. **Poultry Science**, Savoy, v.73, p. 1116-26, 1994.

NONIS, M.K.; GOUS, R.M. Threonine and lysine requirements for maintenance in chickens. **South African Journal of Animal Science**, Pretoria, v.38, p.75-82, 2008.

OVIEDO-RONDÓN, E.O.; WALDROUP, P.W. Models to estimate amino acid requirements for broiler chickens: A Review. **International Journal of Poultry Science**, Faisalabad, v. 5, p. 106-113, 2002.

OWENS, F.N.; PETTIGREW, J.E. Subdividing amino acid requirements into portions for maintenance and growth. In: FRIEDMAN, M. **Absorption and utilization of amino acids**. Boca Raton: CRC Press, 1989. v.1, p.15-30.

ROMBOLA, L. G.; FARIA, D. E.; DEPONTI, B. J.; SILVA, F. H. A.; FARIA FILHO, D. E.; JUNQUEIRA, O. M. Fontes de metionina em rações formuladas com base em aminoácidos totais ou digestíveis para frangas de reposição leves e semipesadas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.37, n.11, p.1990-1995, 2008.

ROSE, W. C.; RICE, E. E. The utilization of certain sulfur-containing compounds for growth purposes. **Journal of Biology Chemistry**, Baltimore, p. 130:305, 1939.

ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L.; GOMES, P.C.; OLIVEIRA, R.F.M.; LOPES, D.C.; FERREIRA, A.S.; BARRETO, S.L.T. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 2a. ed. Viçosa, MG: Departamento de Zootecnia, Universidade Federal de Viçosa, 2005.

ROSTAGNO, H.S.; NASCIMENTO, A.H.; ALBINO, L.F.T. Aminoácidos totais e digestíveis para aves. In: **CONFERÊNCIA APINCO**, 1999, Campinas. **Anais...** Campinas: APINCO, 1999. p. 66.

SAKOMURA, N. K.; COON, C. Amino acid requirements for maintenance of broiler breeder pullets. In: **EUROPEAN SYMPOSIUM ON POULTRY NUTRITION, 14.**, 2003 Lillehammer. **Proceedings...** p. 280-281.

SAKOMURA, N. K. Uso de modelos para estimar as exigências nutricionais de aves. In: **SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE EXIGÊNCIAS NUTRIONAIS DE AVES E SUÍNOS, 2.**, 2005, Viçosa-MG. **Anais...** Viçosa-MG: UFV, 2005. p.253-292.

SAKOMURA, N.K.; ROSTAGNO, H.S. **Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos.** Jaboticabal: Funep, 2007. 283p.

SARAIVA, E. P.; OLIVEIRA, R. F. M.; DONZELE, J. L.; SILVA, F. C. O.; VAZ, R. G. M. V.; SIQUEIRA, J. C.; MANNO, M. C.; OLIVEIRA, W. P. Níveis de treonina digestível em rações para leitoas dos 15 aos 30 kg mantidas em ambiente de alta temperatura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.35, n.2, p.485-490, 2006.

SIQUEIRA, J.C. **Estimativas das exigências de lisina de frangos de corte pelos métodos dose resposta e fatorial.** 178 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2009.

STOLL, B. Intestinal uptake and metabolism of threonine: nutritional impact. **Advances in Pork Production**, Edmonton, v. 17, p. 257-263, 2003.

SUMMERS, J. D.; SPRATI, D.; ATKINSON, J. L. Broiler weight gain and carcass composition when fed diets varying in amino acid balance, dietary energy and protein level. **Poultry Science**, Savoy, v.71, p.263-73, 1992.

VIEIRA, S.L.; BERRES, J. El Cuarto Aminoácido Limitante para Pollos de Engorde. In: **CONGRESSO LATINO AMERICANO DE AVICULTURA**, 20., 2007, Porto Alegre. **Anais...** p. 143-152.

YOUNG, R. J.; NORRIS, L. C.; HEUSER, G. F. The chick's requirement for folic acid in the utilization of choline and its precursors betaine and methylaminoethanol. **Journal of Nutrition**, Bethesda, v. 55, p. 362-365, 1955.

CAPÍTULO 2 – EXIGÊNCIAS DE METIONINA+CISTINA E TREONINA PARA MANUTENÇÃO DE AVES

RESUMO – O presente estudo teve como objetivo estimar as exigências de metionina+cistina e treonina digestíveis para a manutenção de aves adultas utilizando e comparando galos de diferentes pesos e composições corporais. E também estimar a concentração de metionina+cistina e treonina na proteína ideal. Para isso foram feitos 4 ensaios de metabolismo utilizando 36 galos sexualmente maduros da linhagem Bovans White[®] (ensaios 1 e 3) e 36 da linhagem Cobb[®] (ensaios 2 e 4). Os ensaios 1 e 2, com galos de diferentes linhagens, objetivaram determinar a exigência de metionina+cistina para manutenção, tendo uma variação de 0 a 137,93 mg/kg/dia de metionina+cistina nas dietas para galos Bovans White[®] e 0 a 64,08 mg/kg/dia para galos Cobb[®]. E os ensaios 3 e 4, para determinar a exigência de treonina para manutenção, tiveram uma variação de 0 a 127,30 mg/kg/dia, e 0 a 106,36 mg/kg/dia de treonina nas dietas, para galos Bovans White[®] e Cobb[®], respectivamente. Foram coletadas excretas e calculado o balanço de nitrogênio e consumo do aminoácido digestível. A exigência de metionina+cistina para manutenção de galos de diferentes pesos e composições corporais foi estimada em 25,45 mg/kg^{0,75}/dia ou 87,26 mg/BP_m^{0,73}u/dia, e de treonina em 21,89 mg/kg^{0,75}/dia ou 75,62 mg/BP_m^{0,73}u/dia. Já a metionina+cistina e treonina na proteína ideal para manutenção de galos independente do genótipo foi, respectivamente, 10,91 g/kg e 9,45 g/kg.

Palavras-chave: balanço de nitrogênio, manutenção, metionina+cistina, treonina

MAINTENANCE REQUIREMENTS OF METHIONINE+CYSTINE AND THREONINE FOR POULTRY

SUMMARY - This study aimed to estimate the methionine+cystine and threonine digestible for the maintenance of adult birds using and comparing cocks of different weights and body composition. Also estimate the concentration of methionine+cystine and threonine in protein ideal. To this were made 4 metabolism trials using 36 sexually mature roosters line Bovans White[®] (tests 1 and 3) and 36 Cobb[®] (tests 2 and 4). Tests 1 and 2 with roosters of different strains, aimed to determine the methionine+cystine for maintenance, with a range from 0 to 137.93 mg/kg/day of methionine+cystine in the diets of roosters Bovans White[®], and for Cobb[®] 0 to 64,08 mg/kg/day. The trials 3 and 4, to determine the threonine requirement for maintenance, had a range from 0 to 127.30 mg/kg/day and 0 to 106.36 mg/kg/day of threonine in the diet to roosters Bovans White[®] and Cobb[®], respectively. Excreta were collected and calculated nitrogen balance and consumption of digestible amino acid. The requirement for methionine+cystine for maintenance of roosters of different weights and body composition was estimated at 25.45 mg/kg^{0.75}/day or 87.26 mg/BP_m^{0.73}u/day, and threonine in 21.89 mg/kg^{0.75}/day or 75.62 mg/BP_m^{0.73}u/day. Methionine+cystine and threonine in protein ideal for maintenance of roosters was respectively, 10.91 g/kg and 9.45 g/kg.

Keywords: nitrogen balance, maintenance, methionine+cystine, threonine

1. Introdução

A exigência de aminoácidos para manutenção pode ser definida como o estado de equilíbrio no qual a ingestão de nitrogênio é exatamente igual ao somatório das perdas, mantendo o conteúdo de nitrogênio corporal constante (OWENS & PETTGREW, 1989; SAKOMURA & COON, 2003; SAKOMURA & ROSTAGNO, 2007). Diversos trabalhos tem sido realizados para estudar as exigências de manutenção de aminoácidos para aves (LEVEILLE & FISHER, 1959; LEVEILLE et al., 1960; BURNHAM & GOUS, 1992; HRUBY, 1998; EDWARD et al., 1999; SAKOMURA & COON, 2003; BROWN et al., 2006; NONIS & GOUS, 2008).

Aminoácidos como a metionina+cistina e treonina são fundamentais para a manutenção do organismo, pois participam de processos metabólicos vitais e também da formação e renovação celular. A metionina, além de um importante doador de grupos metil para o organismo, pode ser transaminada em cistina, que participa da formação da queratina das penas, e desta forma não estará mais disponível para outras funções metabólicas. No caso de uma deficiência em cistina, o músculo do peito pode ter a deposição de nutrientes reduzida para dar continuidade à deposição de queratina (SMITH, 1994; WYLIE et al., 2001).

A treonina, além de ser importante para o crescimento, na deposição de proteínas, também está relacionada à produção de mucina e das secreções do sistema digestório (BALL et al., 1999).

Diversos autores estudaram as exigências de metionina+cistina para manutenção e crescimento dos animais (LEVEILLE et al., 1960; HEGER et al., 2002; BAKER et al., 1966; GRABER & BAKER, 1971; KALINOWSKI et al., 2003; EDWARDS & BAKER, 1999), entretanto, os estudos sobre as exigências de manutenção de metionina+ cistina ainda assim são escassos e os resultados variáveis (KALINOWSKI et al., 2003). Isso pode ser atribuído à utilização de diferentes métodos experimentais, e também à categoria das aves experimentais (SAKOMURA & ROSTAGNO, 2007).

De acordo com OWENS & PETTIGREW (1989), para estimar as exigências de aminoácidos para manutenção pode-se utilizar animais em crescimento ou adultos, relacionando a ingestão do aminoácido teste com a retenção de nitrogênio corporal.

Contudo, BURNHAM & GOUS (1992), advertem que a interpretação dos resultados de experimentos com animais em crescimento deve ser cautelosa em razão das modificações na taxa de crescimento, e conseqüentemente na proporção do aminoácido consumido que será utilizada para manutenção, durante o período experimental. Assim, a determinação com aves adultas improdutivas mostra-se mais adequada, pelo fato das exigências totais de aminoácidos dessas aves estarem associadas apenas às perdas inevitáveis (manutenção), não incluindo necessidades específicas de aminoácidos para o crescimento e/ou produção (OWENS & PETTIGREW, 1989; SIQUEIRA, 2009).

Outro fator que pode contribuir para as divergências de resultados é a forma de alimentação das aves. Pelo fato dos estudos de manutenção exigirem a formulação de dietas extremamente deficientes no aminoácido teste, o desbalanço natural dessas dietas pode ocasionar recusa do alimento conforme constatado nos estudos de LEVEILLE & FISHER (1960), LEVEILLE et al. (1960) e SIQUEIRA et al. (2009).

Para contornar este problema, GOUS et al. (1984) propuseram uma técnica utilizando alimentação precisa das dietas deficientes no aminoácido teste, associada à oferta "ad libitum" de uma dieta isenta de nitrogênio para assegurar balanço positivo de energia e minerais. De acordo com BURNHAM & GOUS (1992) esse método apresenta vantagens, dentre elas, o fornecimento de quantidades adequadas das dietas teste, por meio de funil sonda, evita a recusa e o desperdício do alimento, aumentando a acurácia e a precisão dos resultados.

Outro aspecto a ser levado em consideração, é a unidade em que se expressa às exigências de manutenção. A maioria dos estudos relaciona as exigências diárias de aminoácidos para manutenção com o peso da ave em jejum (mg/kg/dia) ou com o peso metabólico (mg/kg^{0,75}/dia) (SIQUEIRA, 2009). Entretanto, EMMANS & FISHER (1986) demonstraram que as exigências de aminoácidos para a manutenção se relacionam mais intimamente com o conteúdo de proteína corporal, em virtude de não existir demanda de aminoácidos para a manutenção das reservas lipídicas, sendo uma forma mais apropriada para expressar as exigências, uma vez que o conteúdo de lipídios pode variar até mesmo entre aves com pesos corporais semelhantes (EMMANS & FISHER,

1986; EMMANS & OLDHAM, 1988; BURNHAM & GOUS, 1992; SAKOMURA & COON, 2003; GOUS, 2007; NONIS & GOUS, 2008).

O uso de aves sexualmente maduras para determinar exigências de manutenção, é justificado, como já dito anteriormente, pelo fato das exigências totais de aminoácidos dessas aves estarem associadas apenas às perdas inevitáveis, não incluindo necessidades para o crescimento e/ou produção (OWENS & PETTIGREW, 1989). Por outro lado, também é necessário determinar as exigências de manutenção em aves com diferentes pesos e composições corporais. As linhagens são produzidas genicamente conforme seus objetivos proporcionando diferenças nos pesos e composições corporais.

É imprescindível que seja fornecida uma quantidade de aminoácidos na dieta que atenda as exigências das aves de forma cada vez mais precisa, para evitar gastos desnecessários e poluição ambiental. Por isso, a elaboração de modelos de predição de exigências de aminoácidos é de fundamental importância para o fornecimento adequado de aminoácidos. Para elaboração destes modelos, é necessário o conhecimento das exigências de manutenção e produção.

O presente estudo teve como objetivo estimar as exigências de metionina+cistina e treonina digestíveis para a manutenção de aves de galos com diferentes pesos e composições corporais.

2. Material e Métodos

Foram realizados quatro ensaios de metabolismo no Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – FCAV/UNESP, campus de Jaboticabal, entre abril e julho de 2009.

Os ensaios foram realizados para determinar as exigências de metionina+cistina e treonina para a manutenção (mg de aminoácido/kg/dia, mg aminoácido/kg^{0,75}/dia, mg aminoácido/dia e mg aminoácido/BP_m^{0,73}.u/dia), usando a metodologia descrita por NONIS & GOUS (2008), com o intuito de comparar as exigências de manutenção de aves com diferentes pesos e composições corporais.

Foram utilizados galos de diferentes linhagens, uma linhagem para corte (Cobb[®]), e outra especializada em produção de ovos (Bovans White[®]). O intuito de utilizar estas linhagens foi de determinar as exigências de aminoácido para aves de diferentes linhagens, e verificar se as diferenças corporais não afetam a exigência.

2.1. Animais e delineamento experimental

Nos ensaios para determinar exigências de metionina+cistina (1 e 3) foram utilizados 36 galos da linhagem Bovans White[®], e nos ensaios para determinar exigências de treonina (2 e 4), 36 galos da linhagem de corte Cobb[®]. Os galos foram alojados em gaiolas metabólicas de arame galvanizado (0,40 x 0,50 x 0,60 m), equipadas com bebedouro tipo “nipple” e comedouro tipo calha. Foram distribuídos em delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC), com seis dietas (dieta isenta de nitrogênio, e 5 dietas com diferentes níveis do aminoácido teste) e seis repetições, sendo cada unidade experimental composta por uma ave.

2.2. Procedimentos experimentais

Antes dos ensaios as aves foram selecionadas com pesos dentro da média do lote e seus pesos individuais anotados, para que os tratamentos ficassem com uma média de pesos das aves similar. No preparo das aves para o ensaio, foram retiradas as penas ao redor da cloaca.

As aves passaram por um período de jejum de 48 horas, recebendo 60ml de água com sacarose (50% de cada), uma vez ao dia, por um funil introduzido no papo. Nas 72 horas subseqüentes (3 dias) as aves foram alimentadas com as dietas experimentais por ingestão forçada. Simultaneamente, foi fornecida *ad libitum* uma dieta livre de nitrogênio (dieta 1) no comedouro. O consumo desta dieta foi quantificado durante as 72 horas. O início da coleta das excretas foi 24 horas após a primeira ingestão forçada e terminou 24 horas após a última ingestão. As excretas também foram quantificadas diariamente.

Para determinar a composição corporal das aves, no final de cada ensaio foram selecionados 3 galos, com pesos próximos à média geral do lote. Estes, após ficarem em jejum alimentar de 24 horas, para o esvaziamento completo do trato digestório,

foram pesados e abatidos por asfixia com CO₂, e congelados. Posteriormente, foram cortados em serra de fita (H. Benecke[®]) e moídos em moinho de carne industrial (98BT, CAF[®]), sendo homogeneizados e retiradas alíquotas que foram acondicionadas em placas de Petri descartáveis. As amostras foram pesadas e congeladas novamente (-20°C), para liofilização à vácuo (-50°C; -80kPa) (VLP20, Thermo Fisher[®]) por 72 horas para determinação da matéria pré-seca. Posteriormente, foram moídas em micro moinho (A11 BASIC – IKA[®], São Paulo) por aproximadamente 1 minuto. As amostras foram encaminhadas ao laboratório para determinar proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), cinzas e matéria seca definitiva (MS), conforme procedimentos descritos por SILVA & QUEIROZ (2002). Os pesos médios, pesos médios metabólicos e composição corporal das aves para cada ensaio estão apresentados na Tabela 1).

Tabela 1. Médias (± erro padrão) de pesos (kg), pesos metabólicos (kg^{0,75}) e composição corporal (corpo livre de penas) de galos de diferentes linhagens utilizados nos ensaios 1 e 3 (metionina+cistina), 2 e 4 (treonina).

	Pesos corporais médios (kg)	Pesos metabólicos médios (kg ^{0,75})	Penas (%)	Composição corporal			
				Água (%) ¹	PB (%) ²	EE (%) ³	Cinzas (%) ⁴
Ensaio 1 (Bovans White [®])	2,02 ± 0,2	1,69	7,04	68,61	18,37	4,35	8,67
Ensaio 3 (Bovans White [®])	2,11 ± 0,2	1,75					
Ensaio 2 (Cobb [®])	5,54 ± 0,6	3,61	3,61	66,30	19,86	5,70	8,14
Ensaio 4 (Cobb [®])	5,78 ± 0,7	3,74					

¹Total amostra retirando-se a matéria seca. ²Proteína Bruta (PB) da amostra, expressa com base na matéria natural. ³Extrato Etéreo (EE) da amostra, expresso com base na matéria natural. ⁴Cinzas da amostra, expressa com base na matéria natural.

2.3. Dietas experimentais

2.3.1. Ensaio de metionina+cistina com galos Bovans White[®] (ensaio 1)

As dietas experimentais foram formuladas pela técnica da diluição, sendo fornecida duas dietas, uma isenta de nitrogênio (dieta 1), contendo energia metabolizável (EM), minerais e vitaminas, segundo recomendação de ROSTAGNO et al. (2005). E outra formulada para atender os mesmos níveis de EM, minerais e vitaminas, e com deficiência relativa de 20% do aminoácido teste (metionina+cistina - dieta 6).

Porém, para que o aminoácido teste estivesse deficiente, foi necessário formular as dietas para fornecimento com base em mg/kg/dia, considerando o peso médio das aves, quantidade de ração a ser ingerida (foi levado em consideração que a dieta foi fornecida por ingestão forçada (g/ave)) e as exigências na literatura por Rostagno et al. (2005), conforme Tabela 2. Calculou-se 40% da exigência preconizada, a exigência em mg/kg/dia foi multiplicada por 0,4 e foi ajustada para um consumo de 40g de ração. Esta percentagem foi definida por tentativa e erro, pois foi considerada a amplitude dos níveis testados encontrados na literatura; levando-se também em consideração o peso da ave e a quantidade de ração ingerida. Depois foi feita a transformação destes valores de mg/kg/dia para percentagem, para que fossem formuladas as dietas. Com as exigências dos aminoácidos calculadas, e os outros nutrientes ajustados segundo recomendação de ROSTAGNO et al. (2005), foram formuladas as dietas isenta de nitrogênio e concentrada, apresentadas na Tabela 2. Foi calculado quanto cada alimento contribuiu com os aminoácidos na dieta concentrada (a dieta isenta não contribuiu com aminoácidos, apenas tinha os outros nutrientes para manter os níveis recomendados de EM, minerais e vitaminas), que são os valores encontrados na Tabela 4 para a dieta 6 (concentrada). As dietas isenta e concentrada foram misturadas em proporções (Tabela 3) para obter níveis crescentes de metionina+cistina (Tabela 4) e as relações ideais de todos os aminoácidos foram mantidas, apenas a metionina+cistina estava 50% abaixo da relação ideal com a lisina daquela recomendada por ROSTAGNO et al., (2005). O mesmo procedimento foi feito em todos os ensaios (sempre o aminoácido teste 20% abaixo da exigência dos outros aminoácidos), inclusive nos de treonina (3 e 4).

A composição das dietas utilizadas, segundo ROSTAGNO et al. (2005), no ensaio 1 de metionina+cistina com galos Bovans White[®] está apresentada na Tabela 2. As dietas isenta e concentrada foram pesadas e misturadas em proporções adequadas para obtenção das dietas experimentais que proporcionaram consumos de metionina+cistina variando de 0 a 137,93 mg/kg/dia (Tabela 3). As quantidades ingeridas de aminoácidos de cada dieta estão apresentadas na Tabela 4. As aves deste ensaio 1 receberam 40 g da ração experimental por ingestão forçada, durante 3 dias.

Tabela 2. Composição centesimal e nutricional das dietas utilizadas para compor os tratamentos no ensaio 1 de metionina+cistina com galos Bovans White®.

Ingredientes	Dietas	
	Isenta (1)	Concentrada (6)
Milho	-----	35,544
Farelo de Soja 45%	-----	48,000
Amido	40,000	-----
Casca de Arroz	12,000	-----
Sacarose	37,966	-----
Óleo de Soja	2,224	7,318
Fosfato Bicálcico	2,703	2,082
Calcário	0,834	0,932
Sal Comum	-----	0,806
Cloreto de Potássio	1,527	-----
Bicarbonato de Sódio	1,246	-----
L-Lisina HCl (78,5%)	-----	0,273
DL-Metionina (98%)	-----	0,137
L-Treonina (90,6%)	-----	0,676
L-Triptofano (93,3%)	-----	0,156
L-Valina (98%)	-----	0,900
L-Arginina (93,1%)	-----	0,511
L-Isoleucina (98%)	-----	0,636
L-Leucina (98,5%)	-----	0,425
L-Fenilalanina (98%)	-----	0,105
Cloreto de Colina 70%	0,500	0,500
Suplemento Vit ¹	0,500	0,500
Suplemento Min ²	0,500	0,500
Total	100	100
Composição calculada		
Energia metabolizável (kcal/kg)	3100	3100
Proteína Bruta (%)	0,21 (2,01) ³	27,35 (29,38) ³
Cálcio (%)	1,000	1,000
Fósforo disponível (%)	0,500	0,500
Sódio (%)	0,340	0,340
Fibra Bruta (%)	4,582	3,212
Potássio (%)	0,800	0,800
Lisina dig. (%)	-----	1,508
Metionina+cistina dig. (%)	-----	0,792
Triptofano dig. (%)	-----	0,437
Treonina dig. (%)	-----	1,458
Arginina dig. (%)	-----	2,117
Valina dig. (%)	-----	1,937
Fenilalanina dig. (%)	-----	1,259
Isoleucina dig. (%)	-----	1,639
Leucina dig. (%)	-----	2,336

¹ Conteúdo/kg - vit. A = 12.000.000UI, vit. D3 = 22.000.000UI, vit. E = 30.000mg, vit. B1 = 2.200mg, vit. B2 = 6.000mg, vit. B6 = 3.300mg, vit. B12 = 16.000mg, Niacina = 53.000mg, ácido pantotênico = 13.000mg, vit. K = 2.500mg, ácido fólico = 1.000mg, selênio = 250mg, antioxidante = 100.000mg, veículo qsp 1000g. ² Conteúdo/kg - manganês = 75.000mg, ferro = 50.000mg, zinco = 70.000mg, cobre = 6.500mg, cobalto = 200 mg, iodo = 1.500mg, veículo qsp 1000g. ³ Os números entre parênteses referem-se à composição analisada (N*6,25).

Tabela 3. Proporções das dietas isenta e concentrada para composição das dietas experimentais do ensaio 1 de metionina+cistina com galos Bovans White®.

	Dietas					
	1	2	3	4	5	6
Isenta (g)	40	37,5	35	30	20	0
Concentrada (g)	0	2,5	5	10	20	40
Total (g)	40	40	40	40	40	40

Tabela 4. Quantidades ingeridas de aminoácidos (expressos em mg/kg/dia) em cada dieta experimental do ensaio 1 de metionina+cistina com galos Bovans White®.

	Composição em aminoácidos digestíveis das dietas (mg/kg/dia)					
	Dieta 1	Dieta 2	Dieta 3	Dieta 4	Dieta 5	Dieta 6
Met+cis	0,00	8,62	17,24	34,48	68,97	137,93
Metionina	0,00	5,18	10,37	20,73	41,47	82,93
Lisina	0,00	16,39	32,78	65,56	131,13	262,25
Treonina	0,00	15,85	31,70	63,39	126,79	253,57
Triptofano	0,00	4,75	9,50	19,00	38,00	76,00
Arginina	0,00	23,01	46,02	92,04	184,09	368,18
Valina	0,00	21,06	42,11	84,22	168,44	336,88
Fenilalanina	0,00	13,68	27,37	54,74	109,48	218,96
Isoleucina	0,00	17,81	35,63	71,26	142,52	285,04
Leucina	0,00	25,39	50,78	101,57	203,13	406,27

*Para cada 40g de ração por dia.

2.3.2. Ensaios de metionina+cistina com galos Cobb® (ensaio 2)

Para o ensaio 2 com galos Cobb®, as dietas isenta e concentrada foram pesadas e misturadas em proporções adequadas para obtenção das dietas experimentais que proporcionaram consumo de metionina+cistina variando de 0 a 64,08 mg/kg/dia. Os níveis são diferentes dos do ensaio 1 com galos Bovans White® porque as aves tiveram pesos diferentes, foi feita em mg/kg/dia. A Tabela 5 apresenta a composição das dietas utilizadas (isenta e concentrada), a Tabela 6 a proporção da mistura das dietas para composição dos tratamentos e a Tabela 7 a composição em aminoácidos de cada tratamento para o ensaio 2. As aves deste ensaio receberam 60 g da ração experimental por ingestão forçada, durante 3 dias.

Tabela 5. Composição centesimal e nutricional das dietas utilizadas para compor os tratamentos no ensaio 2 de metionina+cistina com galos Cobb®.

Ingredientes	Dietas	
	Isenta (1)	Concentrada
Milho	-----	58,07
Farelo de Soja 45%	-----	31,86
Amido	65,00	-----
Casca de Arroz	12,00	-----
Sacarose	11,93	-----
Óleo de Soja	3,26	4,38
Fosfato Bicálcico	2,70	2,14
Calcário	0,83	0,98
Sal Comum	-----	0,80
Cloreto de Potássio	1,53	-----
Bicarbonato de Sódio	1,25	-----
DL-Metionina (98%)	-----	0,03
L-Treonina (90,6%)	-----	0,08
L-Valina (98%)	-----	0,12
L-Isoleucina (98%)	-----	0,04
Cloreto de Colina 70%	0,50	0,50
Suplemento Vit ¹	0,50	0,50
Suplemento Min ²	0,50	0,50
Total	100,00	100,00
Composição calculada		
Energia metabolizável (kcal/kg)	3100	3100
Proteína Bruta (%)	0,21 (1,84) ³	19,75 (20,36) ³
Cálcio (%)	1,000	1,000
Fósforo disponível (%)	0,500	0,500
Sódio (%)	0,340	0,340
Fibra Bruta (%)	4,582	2,728
Potássio (%)	0,800	0,800
Lisina dig. (%)	-----	0,931
Metionina+cistina dig. (%)	-----	0,585
Triptofano dig. (%)	-----	0,215
Treonina dig. (%)	-----	0,720
Arginina dig. (%)	-----	1,192
Valina dig. (%)	-----	0,943
Fenilalanina dig. (%)	-----	0,898
Isoleucina dig. (%)	-----	0,809
Leucina dig. (%)	-----	1,633

¹ Conteúdo/kg - vit. A = 12.000.000UI, vit. D3 = 22.000.000UI, vit. E = 30.000mg, vit. B1 = 2.200mg, vit. B2 = 6.000mg, vit. B6 = 3.300mg, vit. B12 = 16.000mg, Niacina = 53.000mg, ácido pantotênico = 13.000mg, vit. K = 2.500mg, ácido fólico = 1.000mg, selênio = 250mg, antioxidante = 100.000mg, veículo qsp 1000g. ² Conteúdo/kg - manganês = 75.000mg, ferro = 50.000mg, zinco = 70.000mg, cobre = 6.500mg, cobalto = 200 mg, iodo = 1.500mg, veículo qsp 1000g. ³ Os números entre parênteses referem-se à composição analisada (N*6,25).

Tabela 6. Proporções das dietas isenta e concentrada para composição das dietas experimentais do ensaio 2 de metionina+cistina com galos Cobb®.

	Dietas					
	1	2	3	4	5	6 ¹
Isenta (g)	60	50	47,5	35	22,5	10
Concentrada (g)	0	10	12,5	25	37,5	50
Total (g)	60	60	60	60	60	60

¹ A dieta 6 deste ensaio, não foi 100% composta da dieta concentrada, pois as aves consumiram 60g de ração, resultando um maior consumo dos aminoácidos.

Tabela 7. Quantidades ingeridas de aminoácidos (expressos em mg/kg/dia) em cada dieta experimental do ensaio 2 de metionina+cistina com galos Cobb®.

	Composição em aminoácidos digestíveis das dietas (mg/kg/dia)					
	Dieta 1	Dieta 2	Dieta 3	Dieta 4	Dieta 5	Dieta 6
Met+cis	0,00	10,68	24,03	37,38	50,73	64,08
Metionina	0,00	5,77	12,98	20,19	27,40	34,61
Lisina	0,00	16,94	38,13	59,31	80,49	101,67
Treonina	0,00	13,95	31,38	48,81	66,24	83,67
Triptofano	0,00	3,91	8,81	13,70	18,59	23,48
Arginina	0,00	21,70	48,82	75,94	103,06	130,18
Valina	0,00	17,16	38,60	60,05	81,49	102,94
Fenilalanina	0,00	16,34	36,76	57,18	77,60	98,02
Isoleucina	0,00	15,24	34,29	53,35	72,40	91,45
Leucina	0,00	29,72	66,86	104,00	141,15	178,29

*Para cada 60g de ração por dia.

2.3.3. Ensaio de treonina com galos Bovans White® (ensaio 3)

As dietas foram formuladas segundo os mesmos procedimentos do item 2.3.1., neste ensaio, os níveis do aminoácido teste (treonina) foram também estabelecidos à 20% das exigências (e 50% da relação ideal com a lisina) e os demais à 40% das exigências, segundo recomendação de ROSTAGNO et al. (2005). Foram formuladas duas dietas, uma isenta de nitrogênio (dieta 1), contendo energia metabolizável (EM), minerais e vitaminas, e outra formulada para atender os mesmos níveis de EM, minerais e vitaminas, e com uma deficiência relativa de 20% de treonina (dieta 6 - concentrada).

A composição das dietas utilizadas no ensaio 4 de treonina com galos Bovans White® está apresentada na Tabela 8. As dietas isenta e concentrada foram pesadas e misturadas em proporções adequadas para obtenção das dietas experimentais que

proporcionaram consumo de treonina variando de 0 a 127,30 mg/kg/dia (Tabela 9). A composição em aminoácidos de cada tratamento está apresentada na Tabela 10. As aves deste ensaio 3 receberam 40 g da ração experimental por ingestão forçada, durante 3 dias.

Tabela 8. Composição centesimal e nutricional das dietas utilizadas para compor os tratamentos no ensaio 3 de treonina com galos Bovans White®.

Ingredientes	Dietas	
	Isenta (1)	Concentrada (6)
Milho	-----	45,133
Farelo de Soja 45%	-----	39,208
Amido	40,000	-----
Casca de Arroz	12,000	-----
Sacarose	37,966	-----
Óleo de Soja	2,224	5,016
Fosfato Bicálcico	2,703	2,126
Calcário	0,834	0,951
Sal Comum	-----	0,804
Cloreto de Potássio	1,527	-----
Bicarbonato de Sódio	1,246	-----
L-Lisina HCl (78,5%)	-----	0,538
DL-Metionina (98%)	-----	1,010
L-Triptofano (93,3%)	-----	0,203
L-Valina (98%)	-----	1,100
L-Arginina (93,1%)	-----	0,777
L-Isoleucina (98%)	-----	0,787
L-Leucina (98,5%)	-----	0,613
L-Fenilalanina (98%)	-----	0,237
Cloreto de Colina 70%	0,500	0,500
Suplemento Vit ¹	0,500	0,500
Suplemento Min ²	0,500	0,500
Total	100,00	100,00
Composição calculada		
Energia metabolizável (kcal/kg)	3100	3100
Proteína Bruta (%)	0,21 (3,95) ³	24,97 (26,97) ³
Cálcio (%)	1,000	1,000
Fósforo disponível (%)	0,500	0,500
Sódio (%)	0,340	0,340
Fibra Bruta (%)	4,582	2,902
Potássio (%)	0,800	0,800
Lisina dig. (%)	-----	1,508
Metionina+cistina dig. (%)	-----	1,584
Triptofano dig. (%)	-----	0,437
Treonina dig. (%)	-----	0,732
Arginina dig. (%)	-----	2,112
Valina dig. (%)	-----	1,998
Fenilalanina dig. (%)	-----	1,237
Isoleucina dig. (%)	-----	1,644
Leucina dig. (%)	-----	2,338

¹ Conteúdo/kg - vit. A = 12.000.000UI, vit. D3 = 22.000.000UI, vit. E = 30.000mg, vit. B1 = 2.200mg, vit. B2 = 6.000mg, vit. B6 = 3.300mg, vit. B12 = 16.000mg, Niacina = 53.000mg, ácido pantotênico = 13.000mg, vit. K = 2.500mg, ácido fólico = 1.000mg, selênio = 250mg, antioxidante = 100.000mg, veículo qsp 1000g. ² Conteúdo/kg - manganês = 75.000mg, ferro = 50.000mg, zinco = 70.000mg, cobre = 6.500mg, cobalto = 200 mg, iodo = 1.500mg, veículo qsp 1000g. ³ Os números entre parênteses referem-se à composição analisada (N*6,25).

Tabela 9. Proporções das dietas isenta e concentrada para composição das dietas experimentais do ensaio 3 de treonina com galos Bovans White®.

	Dietas					
	1	2	3	4	5	6
Isenta (g)	40	37,5	35	30	20	0
Concentrada (g)	0	2,5	5	10	20	40
Total (g)	40	40	40	40	40	40

Tabela 20. Quantidades ingeridas de aminoácidos (expressos em mg/kg/dia) em cada dieta experimental do ensaio 3 de treonina com galos Bovans White®.

	Composição em aminoácidos digestíveis das dietas (mg/kg/dia)					
	Dieta 1	Dieta 2	Dieta 3	Dieta 4	Dieta 5	Dieta 6
Met+cis	0,00	17,23	34,46	68,93	137,86	275,72
Metionina	0,00	14,12	28,24	56,48	112,96	225,92
Lisina	0,00	16,39	32,78	65,56	131,13	262,25
Treonina	0,00	7,96	15,91	31,83	63,65	127,30
Triptofano	0,00	4,75	9,50	19,00	38,00	76,00
Arginina	0,00	22,96	45,91	91,83	183,65	367,30
Valina	0,00	21,72	43,44	86,87	173,75	347,49
Fenilalanina	0,00	13,45	26,89	53,78	107,57	215,14
Isoleucina	0,00	17,87	35,74	71,48	142,96	285,92
Leucina	0,00	25,41	50,83	101,65	203,31	406,61

*Para cada 40g de ração por dia.

A exigência de treonina para manutenção encontrada neste ensaio estava muito abaixo dos valores encontrados na literatura, por isso, este ensaio foi repetido com os mesmos níveis de treonina, ou seja, com as mesmas dietas e a mesma metodologia.

2.3.4. Ensaios de treonina com galos Cobb® (ensaio 4)

Para o ensaio 4 com galos Cobb®, as dietas isenta e concentrada foram pesadas e misturadas em proporções adequadas para obtenção das dietas experimentais que proporcionaram consumos de treonina variando de 0 a 106,36 mg/kg/dia. A composição das dietas utilizadas é apresentada na Tabela 11. A proporção das dietas para composição dos tratamentos e a composição em aminoácidos de cada tratamento para o ensaio 4, estão apresentados nas Tabelas 12 e 13. As aves do ensaio 3 (Cobb®) receberam 50 g da ração experimental por ingestão forçada, durante 3 dias. Esta

quantidade foi diferente do ensaio 3 com galos Cobb[®] porque foi verificado que 50g de ração era uma quantidade que facilitou a ingestão forçada pelos galos.

Tabela 11. Composição centesimal e nutricional das dietas utilizadas para compor os tratamentos no ensaio 4 de treonina com galos Cobb®.

Ingredientes	Dietas	
	Isenta (1)	Concentrada (6)
Milho	-----	37,000
Farelo de Soja 45%	-----	45,001
Amido	40,000	-----
Casca de Arroz	12,000	-----
Sacarose	37,966	-----
Óleo de Soja	2,224	6,000
Fosfato Bicálcico	2,703	2,105
Calcário	0,834	0,935
Sal Comum	-----	0,807
Cloreto de Potássio	1,527	-----
Bicarbonato de Sódio	1,246	-----
L-Lisina HCl (78,5%)	-----	0,602
DL-Metionina (98%)	-----	1,167
L-Treonina (90,6%)	-----	0,406
L-Triptofano (93,3%)	-----	0,302
L-Valina (98%)	-----	1,200
L-Arginina (93,1%)	-----	0,876
L-Isoleucina (98%)	-----	0,900
L-Leucina (98,5%)	-----	0,900
L-Fenilalanina (98%)	-----	0,300
Cloreto de Colina 70%	0,500	0,500
Suplemento Vit ¹	0,500	0,500
Suplemento Min ²	0,500	0,500
Total	100,00	100,00
Composição calculada		
Energia metabolizável (kcal/kg)	3100	3100
Proteína Bruta (%)	0,21 (2,50) ³	27,80 (28,29) ³
Cálcio (%)	1,000	1,000
Fósforo disponível (%)	0,500	0,500
Sódio (%)	0,340	0,340
Fibra Bruta (%)	4,582	3,075
Potássio (%)	0,800	0,800
Lisina dig. (%)	-----	1,689
Metionina+cistina dig. (%)	-----	1,774
Triptofano dig. (%)	-----	0,557
Treonina dig. (%)	-----	1,170
Arginina dig. (%)	-----	2,365
Valina dig. (%)	-----	2,179
Fenilalanina dig. (%)	-----	1,392
Isoleucina dig. (%)	-----	1,844
Leucina dig. (%)	-----	2,722

¹ Conteúdo/kg - vit. A = 12.000.000UI, vit. D3 = 22.000.000UI, vit. E = 30.000mg, vit. B1 = 2.200mg, vit. B2 = 6.000mg, vit. B6 = 3.300mg, vit. B12 = 16.000mg, Niacina = 53.000mg, ácido pantotênico = 13.000mg, vit. K = 2.500mg, ácido fólico = 1.000mg, selênio = 250mg, antioxidante = 100.000mg, veículo qsp 1000g. ² Conteúdo/kg - manganês = 75.000mg, ferro = 50.000mg, zinco = 70.000mg, cobre = 6.500mg, cobalto = 200 mg, iodo = 1.500mg, veículo qsp 1000g. ³ Os números entre parênteses referem-se à composição analisada (N°6,25).

Tabela 12. Proporções das dietas isenta e concentrada para composição das dietas experimentais do ensaio 4 de treonina com galos Cobb®.

	Dietas					
	1	2	3	4	5	6
Isenta (g)	50	45	30	20	10	0
Concentrada (g)	0	5	20	30	40	50
Total (g)	50	50	50	50	50	50

Tabela 33. Quantidades ingeridas de aminoácidos (expressos em mg/kg/dia) em cada dieta experimental do ensaio 4 de treonina com galos Cobb®.

	Composição em aminoácidos digestíveis das dietas (mg/kg/dia)					
	Dieta 1	Dieta 2	Dieta 3	Dieta 4	Dieta 5	Dieta 6
Met+cis	0,00	16,14	64,55	96,82	129,10	161,37
Metionina	0,00	13,38	53,53	80,30	107,07	133,84
Lisina	0,00	15,35	61,42	92,13	122,84	153,55
Treonina	0,00	10,64	42,55	63,82	85,09	106,36
Triptofano	0,00	5,06	20,26	30,39	40,51	50,64
Arginina	0,00	21,50	86,00	129,00	172,00	215,00
Valina	0,00	19,80	79,22	118,82	158,43	198,04
Fenilalanina	0,00	12,65	50,62	75,93	101,24	126,55
Isoleucina	0,00	16,76	67,06	100,59	134,11	167,64
Leucina	0,00	24,75	98,99	148,48	197,98	247,47

*Para cada 50g de ração por dia.

2.4. Preparo das amostras de excretas e análises laboratoriais

As excretas produzidas diariamente foram devidamente identificadas, pesadas e mantidas em freezer (-20°C) até o final do período de coleta. Depois de descongeladas, as amostras de cada ave foram homogeneizadas com o uso de um liquidificador doméstico (RI2008, Walita®) adicionando-se um volume conhecido de água destilada para obter uma consistência adequada, quando necessário, conforme descrito por BURNHAM & GOUS (1992). Nesse caso, o peso correspondente ao volume de água destilada adicionado foi somado ao total de excretas produzidas pela parcela.

Retiraram-se alíquotas que foram acondicionadas em placas de Petri descartáveis, pesadas e congeladas novamente (-20°C), e liofilizadas à vácuo (-50°C; -80kPa) (VLP20, Thermo Fisher®) por 72 horas para determinação da matéria pré-

seca. Posteriormente foram moídas em micro moinho (A11 BASIC – IKA®, São Paulo) por aproximadamente 1 minuto.

As dietas experimentais foram processadas da mesma forma, e juntamente com as excretas, foram encaminhadas para o laboratório para determinação dos teores de matéria seca e nitrogênio total.

O nitrogênio total foi determinado pelo método de Kjeldahl, conforme descrito por SILVA & QUEIROZ (2002).

2.5. Determinação do consumo de ração, consumo do aminoácido e balanço de nitrogênio

O consumo de ração (CR g/kg/dia) foi determinado pelo consumo da ração fornecida pela ingestão forçada (g), mais a ração isenta fornecida *ad libitum* no comedouro (g), divididos pelo peso da ave (kg). O consumo dos aminoácidos foram calculados pelo nível do aminoácido das dietas (mg/ave/dia) dividido pelo peso das aves (kg).

O balanço de nitrogênio (BN) foi calculado pela diferença entre o nitrogênio ingerido (mg/kg/dia) e o nitrogênio excretado (mg/kg/dia).

2.6. Determinação das exigências dos aminoácidos para manutenção

Foi obtida uma equação de regressão linear simples do balanço de nitrogênio (mg/kg/dia) em função do consumo de metionina+cistina ou treonina digestível (mg/kg/dia).

Com base nestas equações de regressão linear simples, a exigência do aminoácido digestível para manutenção foi determinada pela quantidade deste que foi ingerida (mg/kg/dia) para manter o balanço de nitrogênio igual a zero. A exigência expressa em mg/kg/dia, corresponde à intersecção da reta com o eixo X (SAKOMURA & ROSTAGNO, 2007).

2.7. Exigência dos aminoácidos expressa em função do peso protéico

Para determinar as exigências de manutenção em função do peso de proteína corporal, utilizou-se a equação proposta por EMMANS & FISHER (1986):

$MP = 0,008.BP_m^{0,73}.u$, onde:

- MP é a exigência de proteína para a manutenção (g/dia);
- 0,008 é uma constante (kg de proteína ideal/ unidade de manutenção) definida com base na pressuposição que as aves exigem 8g de uma proteína com composição adequada para suprir as necessidades de manutenção;
- BP_m é o peso de proteína corporal à maturidade (kg);
- u é o grau de maturidade da proteína corporal no tempo t ($u = BP_t / BP_m$), onde:
 - BP_t é a quantidade (peso) de proteína corporal no tempo t;
 - t é o número de dias, ou seja, a idade da ave em dias;
 - BP_m = é a quantidade (peso) de proteína corporal na maturidade (m);

O Grau de maturidade pode ser $u = 1$ para aves adultas, ou $u < 1$ para aves em crescimento. Desse modo, as exigências diárias de metionina+cistina e treonina para manutenção também foram expressas em $mg/BP_m^{0,73}.u/dia$.

Também foi calculada a concentração do aminoácido na proteína ideal de manutenção (PIM), onde $BP_m^{0,73}.u$ é dividido por 8 (assumindo-se que as aves exigem 8g de uma proteína com composição adequada para suprir as necessidades de manutenção).

2.8. Análises estatísticas

Os dados de cada ensaio foram submetidos à análises de regressão, considerando-se o consumo do aminoácido digestível (mg/kg/dia) como variável independente (Caa) e o balanço de nitrogênio (mg/kg/dia) como dependente (BN), segundo o modelo: $BN = \beta_0 + \beta_1 Caa + \mathcal{E}$; onde, β_0 e β_1 são os parâmetros da regressão e \mathcal{E} é o erro aleatório. Para verificar o ajuste das equações considerou-se o nível de significância de 5% do teste “F” sob as hipóteses $H_0: \beta_1 = 0$ e $H_1: \beta_1 \neq 0$. As exigências do aminoácido para a manutenção foram obtidas utilizando-se a expressão: $Caa = \beta_0 / \beta_1$, conforme descrito por Siqueira (2009).

Para comparar as respostas dos diferentes genótipos, os dados de balanço de nitrogênio obtidos nos ensaios 1 e 2 (metionina+cistina), 3 e 4 (treonina) foram analisados por teste de paralelismo, utilizando-se como variável classificatória o

genótipo (G) e como co-variável o consumo do aminoácido digestível (Caa), segundo o modelo descrito por KAPS & LAMBERSON (2004).

As análises estatísticas foram realizadas considerando-se um nível de significância de até 5% por meio do procedimento GLM do “software” SAS 9.0 (2002).

3. Resultados e Discussão

3.1. Ensaio de metionina+cistina

3.1.1. Resultados obtidos no ensaio 1 – Bovans White®

Os resultados obtidos para consumo das dietas, consumo de metionina+cistina, e balanço de nitrogênio utilizando galos Bovans White® alimentados com níveis crescentes de metionina+cistina digestível estão apresentados na Tabela 14.

Tabela 44. Médias (\pm erro padrão) de consumo de ração (CR), consumo de metionina+cistina digestível (Cmet+cis), nitrogênio ingerido (NI), nitrogênio excretado (NE) e balanço de nitrogênio (BN) do ensaio 1, com galos Bovans White® adultos.

CR ¹ (g/kg/dia)	Cmet+cis ²	NI	NE	BN
mg/kg/dia				
36,42 \pm 3,9	0,00 \pm 0,0	116,55 \pm 12,6	188,17 \pm 12,4	-71,62 \pm 24,4
36,13 \pm 3,1	9,37 \pm 0,3	168,53 \pm 9,7	207,83 \pm 28,3	-39,29 \pm 28,6
41,23 \pm 5,5	20,65 \pm 0,9	256,95 \pm 19,7	272,06 \pm 41,6	-15,11 \pm 47,3
45,52 \pm 4,2	40,08 \pm 1,3	355,94 \pm 19,7	274,27 \pm 25,4	81,68 \pm 38,3
27,45 \pm 2,4	81,94 \pm 4,0	519,48 \pm 20,3	369,70 \pm 43,8	149,77 \pm 43,8
39,13 \pm 3,0	151,71 \pm 4,0	960,44 \pm 24,4	529,10 \pm 34,2	431,33 \pm 29,2

¹No consumo de ração está computada também a dieta livre de nitrogênio que foi ofertada “*ad libitum*” no comedouro. ²Os valores de Cmet+cis diferem do nível de met+cis pois este último foi calculado com base em um peso das aves de 2,30 kg, já o Cmet+cis foi computado com base no peso real das aves de 2,02 kg.

O consumo médio de metionina+cistina digestível (Cmet+cis) variou de 0 a 151,71 mg/kg/dia, abrangendo um intervalo suficiente para proporcionar um BN negativo, próximo à zero e positivo, possibilitando a obtenção da estimativa da exigência, sem que houvesse a necessidade de extrapolação dos dados (Figura 1).

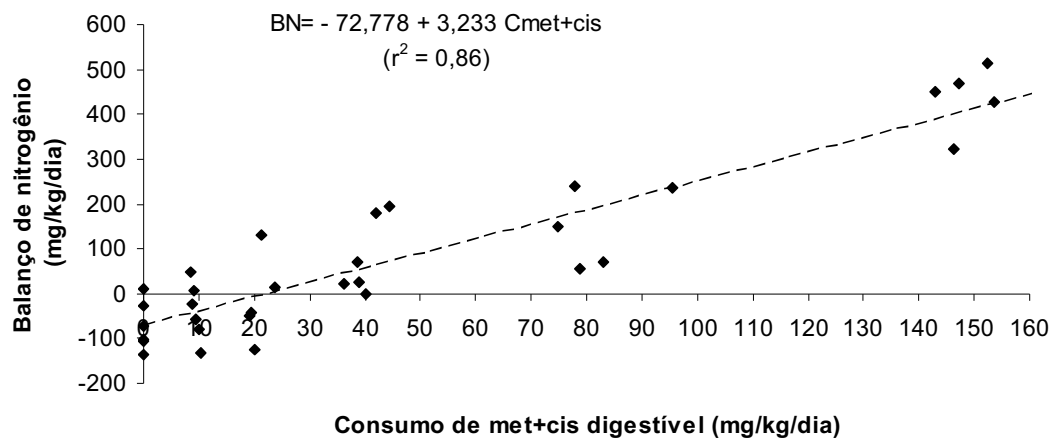


Figura 1. Representação gráfica da regressão do balanço de nitrogênio (BN) em função do consumo de metionina+cistina (Cmet+cis) para determinar a exigência de metionina+cistina (mg/kg/dia) para manutenção do ensaio 1 com galos Bovans White®.

A equação de regressão linear ajustou adequadamente ($P < 0,01$) os dados de BN em função de Cmet+cis. A exigência de metionina+cistina para manutenção foi determinada pela intersecção da reta com o eixo das abscissas estimada em 22,51 mg/kg/dia. Com base no peso corporal e peso metabólico, as exigências foram estimadas em mg/ave/dia e mg/kg^{0,75}/dia, encontrando-se os valores de 45,35 mg/ave/dia e 26,82 mg/kg^{0,75}/dia.

A exigência foi também estabelecida com base no peso metabólico protéico, conforme EMMANS & FISHER (1986), onde se levou em consideração o teor de proteína corporal (18,37%), o peso das aves e o grau de maturidade das mesmas, resultando em uma estimativa de 93,70 mg/BP_m^{0,73}u/dia. EMMANS & FISHER (1986), assumem que as aves necessitam de 8g de proteína com composição ideal para manutenção / unidade (BP_m^{0,73}.u)/dia. Assim, a proporção de metionina+cistina na proteína ideal de manutenção (PIM) pode ser estimada em 11,71 g/kg (93,70 / 8 = 11,71) para galos Bovans White®.

A Tabela 15 apresenta os valores estimados das exigências de metionina+cistina em diversas unidades.

Tabela 55. Equações de balanço de nitrogênio (BN) em função do consumo de metionina+cistina (Cmet+cis) com os valores estimados de metionina+cistina para manutenção de galos Bovans White[®] expressos em diferentes unidades.

mg met+cis/unidade/dia	Equações	r ²	Exigência estimada equação
mg/kg/dia	BN = - 72,778 + 3,233 Cmet+cis	0,86	22,51
mg/ave/dia	BN = - 147,017 + 3,242 Cmet+cis	0,87	45,35
mg/kg ^{0,75} /dia	BN = - 86,782 + 3,236 Cmet+cis	0,86	26,82
mg/BP _m ^{0,73} u/dia	BN = - 303,208 + 3,236 Cmet+cis	0,86	93,70

Com base no r², os dados em diversas unidades ajustaram-se à equação de forma similar. Porém, em vista que não existe demanda de aminoácidos para manutenção de tecidos adiposos, é necessário estabelecer as exigências com base no peso protéico à maturidade, conforme a recomendação de EMMANS & FISHER (1986).

Na Figura 2, está a representação gráfica da regressão do balanço de nitrogênio em função do consumo de metionina+cistina expressos na unidade mg/BP_m^{0,73}u/dia.

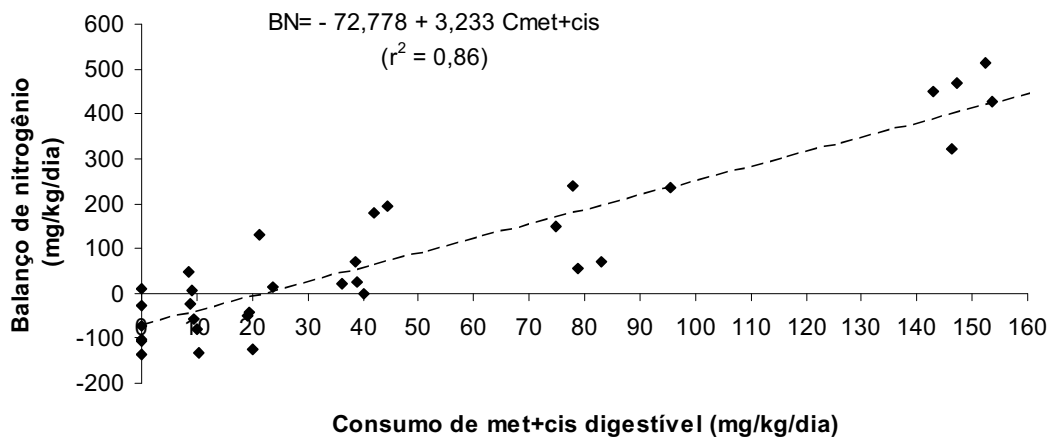


Figura 2. Representação gráfica da regressão do balanço de nitrogênio (BN) em função do consumo de metionina+cistina (Cmet+cis) para determinar a exigência de metionina+cistina (mg/BP_m^{0,73}u/dia) para manutenção do ensaio 1 com galos Bovans White[®].

A equação de regressão linear ajustou adequadamente ($P < 0,01$) os dados de BN em função de Cmet+cis.

3.1.2. Resultados obtidos no ensaio 2 – Cobb®

Os resultados obtidos para consumo das dietas, consumo de metionina+cistina e balanço de nitrogênio usando galos Cobb® alimentados com níveis crescentes de metionina+cistina digestível estão apresentados na Tabela 16.

Tabela 66. Médias (\pm erro padrão) de consumo de ração (CR), consumo de metionina+cistina digestível (Cmet+cis), nitrogênio ingerido (NI), nitrogênio excretado (NE) e balanço de nitrogênio (BN) do ensaio 2 com galos Cobb® adultos.

CR ¹ (g/kg/dia)	Cmet+cis ²	NI	NE	BN
		mg/kg/dia		
24,55 \pm 1,4	0,00 \pm 0,0	72,43 \pm 4,2	118,04 \pm 13,8	-45,60 \pm 12,6
21,56 \pm 1,9	10,76 \pm 0,5	137,02 \pm 7,3	156,27 \pm 16,2	-19,24 \pm 16,9
21,67 \pm 2,3	23,09 \pm 1,0	185,15 \pm 12,0	143,78 \pm 13,5	41,37 \pm 18,5
20,99 \pm 1,6	39,58 \pm 2,6	271,99 \pm 18,4	221,05 \pm 20,6	50,94 \pm 13,8
20,84 \pm 4,7	51,29 \pm 4,0	339,96 \pm 34,5	207,72 \pm 22,2	132,25 \pm 44,9
21,62 \pm 3,3	60,77 \pm 2,7	370,22 \pm 22,5	235,91 \pm 31,7	134,32 \pm 49,4

¹No consumo de ração está computada também a dieta livre de nitrogênio que foi ofertada "ad libitum" no comedouro. ²Os valores de Cmet+cis diferem do nível de met+cis pois este último foi calculado com base em um peso das aves de 5,5 kg, já o Cmet+cis foi computado com base no peso real das aves de 5,54 kg.

O consumo médio de metionina+cistina digestível (Cmet+cis) variou de 0 a 60,77 mg/kg/dia, abrangendo um intervalo suficiente para proporcionar um BN negativo, próximo à zero e positivo, possibilitando a obtenção da estimativa da exigência, sem que houvesse a necessidade de extrapolação dos dados (Figura 3).

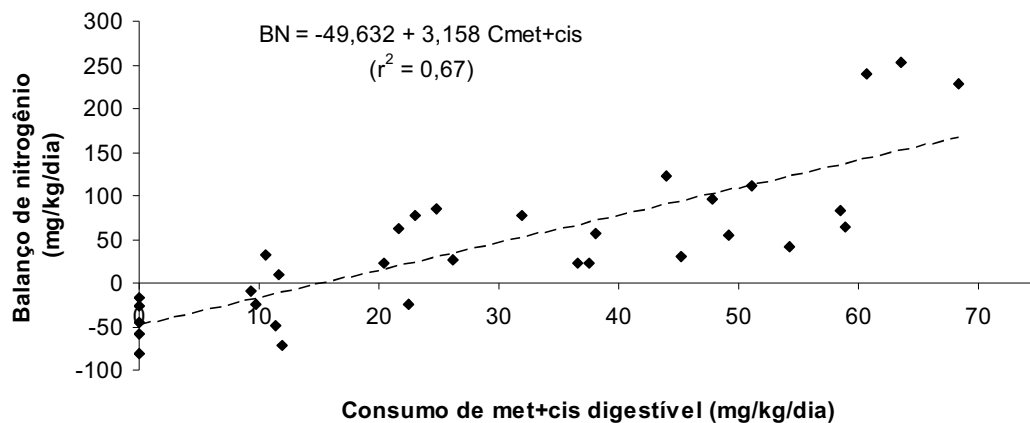


Figura 3. Representação gráfica da regressão do balanço de nitrogênio (BN) em função do consumo de metionina+cistina (Cmet+cis) para determinar a exigência de metionina+cistina para manutenção do ensaio 2, utilizando galos Cobb®.

A equação de regressão linear ajustou adequadamente ($P < 0,01$) os dados de BN em função de Cmet+cis, sendo a intersecção da reta com o eixo das abscissas estimada em 15,71 mg/kg/dia. Na Tabela 17 estão apresentadas as equações e os valores estimados para exigência de metionina+cistina para manutenção em diferentes unidades (mg/unidade/dia).

Tabela 17. Equações de balanço de nitrogênio (BN) em função do consumo de metionina+cistina (Cmet+cis) com os valores estimados de metionina+cistina para manutenção de galos Cobb® expressos em diferentes unidades.

mg met+cis/unidade/dia	Equações	r^2	Exigência estimada equação
mg/kg/dia	BN = - 49,632 + 3,158 Cmet+cis	0,67	15,71
mg/ave/dia	BN = - 233,941 + 2,904 Cmet+cis	0,63	80,56
mg/kg ^{0,75} /dia	BN = - 73,557 + 3,103 Cmet+cis	0,66	23,71
mg/BP _m ^{0,73} u/dia	BN = -247,001 + 3,098 Cmet+cis	0,66	79,73

A proporção de metionina+cistina na proteína ideal de manutenção (PIM) pode ser estimada em 9,97 g/kg ($79,73 / 8 = 9,97$) para galos Cobb®.

Na Figura 4, está a representação gráfica da regressão do balanço de nitrogênio em função do consumo de metionina+cistina expressos na unidade mg/BP_m^{0,73}u/dia.

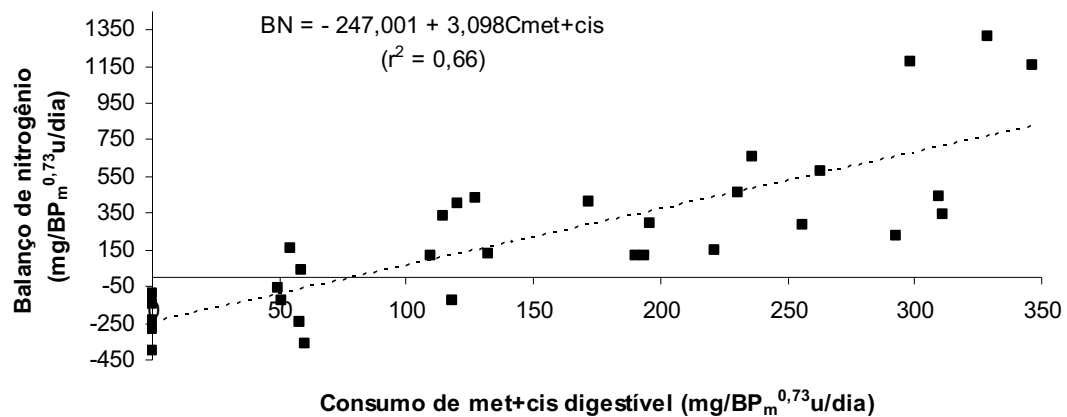


Figura 4. Representação gráfica da regressão do balanço de nitrogênio (BN) em função do consumo de metionina+cistina (Cmet+cis) para determinar a exigência de metionina+cistina (mg/BP_m^{0,73}u/dia) para manutenção do ensaio 2 com galos Cobb®.

A equação de regressão linear ajustou adequadamente ($P < 0,01$) os dados de BN em função de Cmet+cis.

Tendo em vista a assimilabilidade das respostas realizou-se um teste de paralelismo conforme KAPS & LAMBERSON (2004), com o intuito de comparar as respostas das aves com pesos e composições corporais diferentes e a ausência de diferenças ($P > 0,05$) entre as inclinações das retas em relação à média. Pelos resultados obtidos, apenas uma equação foi suficiente para descrever as respostas de BN das aves (mg/kg/dia) independente do genótipo (Figura 5).

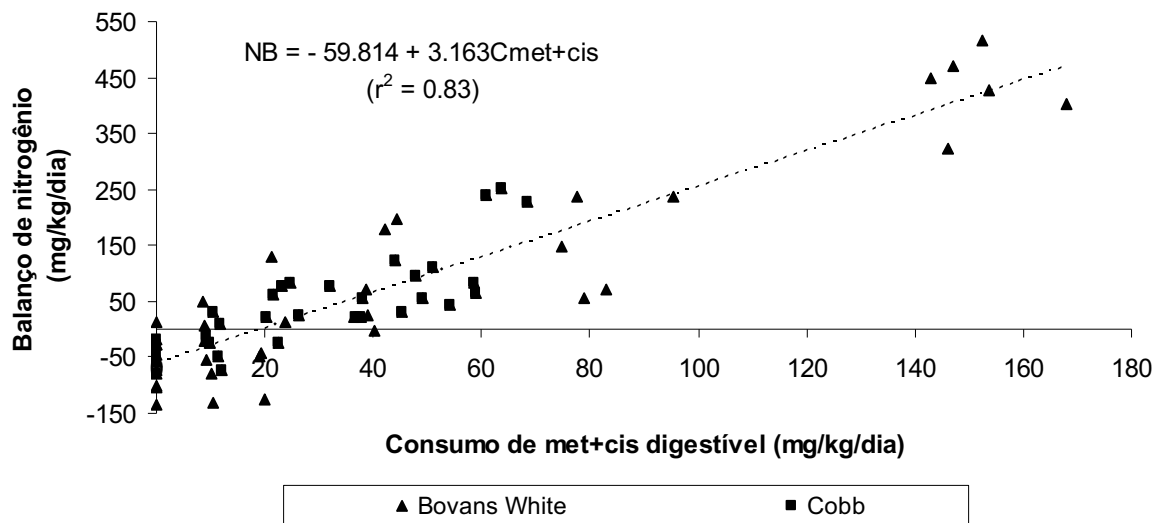


Figura 5. Representação gráfica da regressão do balanço de nitrogênio (BN) em função do consumo de metionina+cistina (Cmet+cis) para determinar a exigência de metionina+cistina para manutenção (mg/kg/dia).

Os dados de BN em função de Cmet+cis foram ajustados pela regressão linear, sendo a intersecção da reta com o eixo das abscissas estimada em 18,91 mg/kg/dia, definindo a exigência de metionina+cistina para manutenção independente das diferenças de pesos corporais das aves. O mesmo procedimento foi feito para os dados na unidade de peso metabólico protéico. Pelos resultados obtidos, apenas uma equação foi suficiente para descrever as respostas de BN das aves ($\text{mg}/\text{BP}_m^{0,73}\text{u}/\text{dia}$) independente do genótipo (Figura 6).

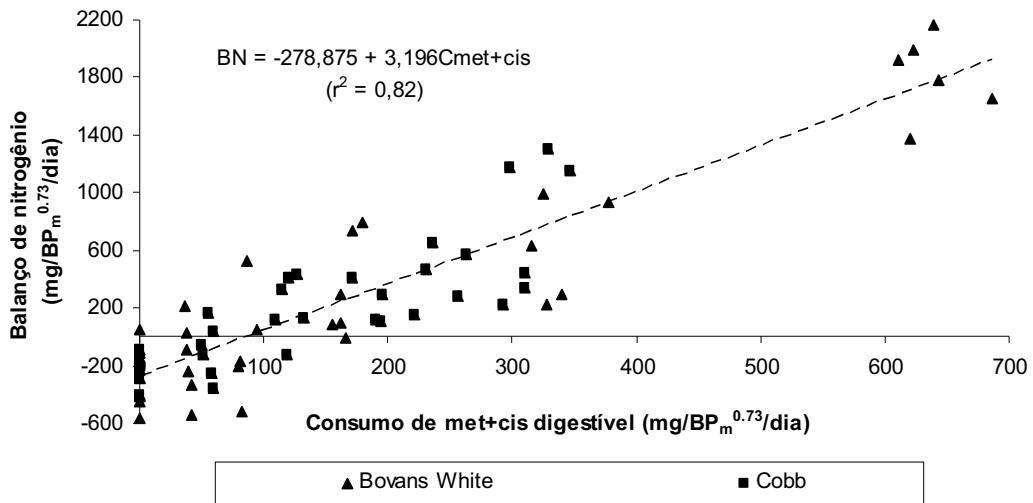


Figura 6. Representação gráfica da regressão do balanço de nitrogênio (BN) em função do consumo de metionina+cistina (Cmet+cis) para determinar a exigência de metionina+cistina para manutenção (mg/BPm^{0,73}u/dia).

Os dados de BN em função de Cmet+cis foram ajustados pela regressão linear, sendo a intersecção da reta com o eixo das abscissas estimada em 87,26 mg/BPm^{0,73}u/dia, definindo a exigência de metionina+cistina para manutenção independente das diferenças de pesos corporais das aves. A proporção de metionina+cistina na proteína ideal de manutenção (PIM) pode ser estimada em 10,91 independente do genótipo das aves.

Na Tabela 19 estão apresentadas as equações e os valores estimados para exigência de metionina+cistina para manutenção em diferentes unidades (mg/unidade/dia).

Tabela 7. Equações de balanço de nitrogênio (BN) em função do consumo de metionina+cistina (Cmet+cis) com os valores estimados de metionina+cistina para manutenção expressos em diferentes unidades.

mg met+cis/unidade/dia	Equações	r ²	Exigência estimada equação
mg/kg/dia	BN = - 59,814 + 3,163 Cmet+cis	0,83	18,91
mg/ave/dia	BN = - 173,887 + 2,924 Cmet+cis	0,72	59,48
mg/kg ^{0,75} /dia	BN = - 81,443 + 3,2006 Cmet+cis	0,82	25,45
mg/BP _m ^{0,73} u/dia	BN = - 278,875 + 3,196 Cmet+cis	0,82	87,26

Na Tabela 19 estão expressas as estimativas das exigências de manutenção de metionina+cistina obtidas nos ensaios 1 e 2 e também de diferentes trabalhos encontrados na literatura, em diferentes unidades.

Tabela 19. Exigências de metionina+cistina digestível para manutenção (Met+cis_m), expressas por diferentes unidades, obtidas em diferentes estudos.

	Met+cis _m (mg/unidade/dia)				PIM ⁴ (g/kg)
	Ave	kg	kg ^{0,75}	BP _m ^{0,73} .u ³	
Ensaio 1 (Bovans White [®])	45,35	22,51	26,82	93,70	11,71
Ensaio 2 (Cobb [®])	80,56	15,71	23,71	79,73	9,97
Independente de linhagem ⁵	59,48	18,91	25,45	87,26	10,91
LEVEILLE et al. (1960) ⁵	288,15	113,00	142,80	554,42	69,30
EDWARDS & BAKER (1999) ⁶	2,70	14,21	9,40	34,92	4,37

¹ MP = peso corporal à maturidade do corpo livre de penas; ² BP_m = peso de proteína corporal à maturidade; ³ u = BP/BP_m = 1; ⁴ PIM = concentração de met+cis na proteína ideal para a manutenção, assumindo concentrações de proteína bruta (MN) de 18,37; 19,86; 16,00 e 16,00%, respectivamente para corpo livre de penas. ⁵ Exigências considerando-se um peso médio de 2,55 kg. ⁶ Exigências considerando-se um peso médio de 0,19 kg.

Os resultados estão abaixo do encontrado por LEVEILLE et al. (1960), que estimou um valor de 142,80 mg/kg^{0,75}/dia, e acima do encontrado por EDWARDS & BAKER (1999) que foi 9,40 mg/kg^{0,75}/dia. Essa variação pode ser atribuída principalmente ao fato das metodologias usadas serem diferentes. EDWARDS & BAKER (1999) utilizaram aves em crescimento, alimentadas com dietas purificadas, e usaram o abate comparativo para quantificar a deposição de proteína corporal e de aminoácidos. LEVEILLE et al. (1960) utilizaram galos sexualmente maduros e determinaram a exigência de manutenção de metionina na presença ou ausência de cistina na dieta, onde encontraram um valor de 71 mg/kg/dia de metionina na presença de 42 mg/kg/dia de cistina (113 mg/kg/dia de metionina+cistina).

Contudo, os resultados expressos com base no peso corporal, ou mesmo no peso metabólico tem sido questionados, em virtude de não existir demanda de aminoácidos para a manutenção das reservas lipídicas (EMMANS & OLDHAM, 1988; BURNHAM & GOUS, 1992; GOUS, 2007), que podem variar consideravelmente, mesmo entre indivíduos com pesos corporais semelhantes (EMMANS & FISHER, 1986; EMMANS & OLDHAM, 1988; BURNHAM & GOUS, 1992; NONIS & GOUS, 2008). Desta forma, para comparar as exigências entre aves de diferentes pesos e

composições corporais, é necessário estabelecer as exigências com base no peso protéico à maturidade, conforme a recomendação de EMMANS & FISHER (1986).

Estas diferenças se devem talvez ao fato de que no estudo de EDWARDS & BAKER (1999), os autores utilizaram aves em crescimento, que por serem jovens tinham um peso protéico corporal ainda baixo, ou seja, ainda estavam depositando proteína. No estudo de LEVEILLE et al. (1960), não foi estimada diretamente a exigência de metionina+cistina, e sim a exigência de metionina na presença de um valor fixo de cistina, não sendo considerado que uma parte da metionina é transformada em cistina no corpo quando necessário. Temos que considerar também, que neste estudo os autores não avaliaram a percentagem de proteína corporal, sendo que esta utilizada na tabela acima foi uma estimativa do teor médio de proteína corporal.

No presente estudo, apenas uma estimativa da exigência de metionina+cistina pode ser indicada para ambas as linhagens estudadas, devido a ausência de diferenças ($P>0,05$) entre as inclinações das retas em relação à média, para as unidades estudadas.

Este método de predição de exigências sugere que aves com peso de proteína corporal similares, mas com diferentes pesos de proteína corporal na maturidade, terão as exigências de manutenção diferentes por dia (MARTIN ET AL., 1994). Atualmente, as exigências de aminoácidos para a manutenção são mal definidas, e assim proteína ideal para manutenção é levada em consideração por ter uma composição de aminoácidos semelhante à proteína corporal (FISHER, 1987; EMMANS, 1989; MARTIN ET AL., 1994).

3.2. Ensaio de treonina

3.2.1. Resultados obtidos no ensaio 3 – Bovans White®

Foram realizados 2 ensaios, devido ao resultado encontrado no primeiro ensaio de treonina com galos Bovans White® ter sido um valor muito abaixo dos valores encontrados na literatura. Foi encontrado no segundo ensaio, resultados similares, aplicou-se o teste de paralelismo para comparar os resultados obtidos nos dois ensaios e estimar uma exigência de treonina para manutenção para galos Bovans White®. Tendo em vista que os resultados foram similares, foi obtida apenas uma equação de

regressão apresentada na Figura 7. Na Tabela 20 estão apresentados os resultados obtidos para consumo das dietas, consumo de treonina e balanço de nitrogênio dos galos Bovans White[®] alimentados com níveis crescentes de treonina digestível, dos dois ensaios.

Tabela 8. Médias (\pm erro padrão) de consumo de ração (CR), consumo de treonina digestível (Ctreo), nitrogênio ingerido (NI), nitrogênio excretado (NE) e balanço de nitrogênio (BN) do ensaio 3 com galos Bovans White[®] adultos.

CR ¹ (g/kg/dia)	Ctreo ²	NI	NE	BN
mg/kg/dia				
28,13 \pm 3,1	0,00 \pm 0,0	104,08 \pm 11,3	152,43 \pm 9,5	-48,35 \pm 8,9
34,02 \pm 5,3	0,00 \pm 0,0	100,37 \pm 15,6	188,31 \pm 42,3	-87,94 \pm 45,4
31,93 \pm 5,7	8,71 \pm 0,2	167,66 \pm 21,9	176,15 \pm 14,0	-8,49 \pm 25,8
30,90 \pm 4,8	9,20 \pm 0,2	173,30 \pm 10,7	204,74 \pm 19,3	-31,44 \pm 24,5
29,62 \pm 3,3	17,36 \pm 0,5	196,88 \pm 11,0	165,82 \pm 10,5	31,05 \pm 17,4
35,72 \pm 5,2	17,96 \pm 0,7	229,43 \pm 3,3	176,19 \pm 23,8	27,99 \pm 26,3
36,85 \pm 1,7	34,21 \pm 0,5	326,56 \pm 4,9	216,34 \pm 44,6	92,42 \pm 44,7
28,01 \pm 2,5	36,54 \pm 1,1	339,98 \pm 9,9	222,86 \pm 17,8	117,12 \pm 21,2
30,66 \pm 2,4	67,41 \pm 2,4	541,07 \pm 18,4	250,23 \pm 19,5	278,27 \pm 12,0
30,29 \pm 2,9	69,13 \pm 2,3	452,08 \pm 21,6	318,50 \pm 55,3	119,88 \pm 50,3
33,34 \pm 3,0	138,16 \pm 4,7	857,60 \pm 26,5	583,44 \pm 49,2	383,68 \pm 48,1
29,61 \pm 3,8	138,49 \pm 1,9	854,64 \pm 26,5	531,51 \pm 80,2	309,02 \pm 59,9

¹ No consumo de ração está computada também a dieta livre de nitrogênio que foi ofertada "ad libitum" no comedouro. ² Os valores de Ctreo diferem do nível de treonina pois este último foi calculado com base em um peso das aves de 2,3 kg, já o Ctreo foi computado com base no peso real das aves, respectivamente de 2,14 e 2,07 kg.

O consumo médio de treonina digestível (Ctreo) variou de 0 a 138,49 mg/kg/dia, abrangendo um intervalo maior que o aquele obtido no ensaio com galos Cobb[®]. Na Figura 7 está a representação gráfica do balanço de nitrogênio pelo consumo de treonina.

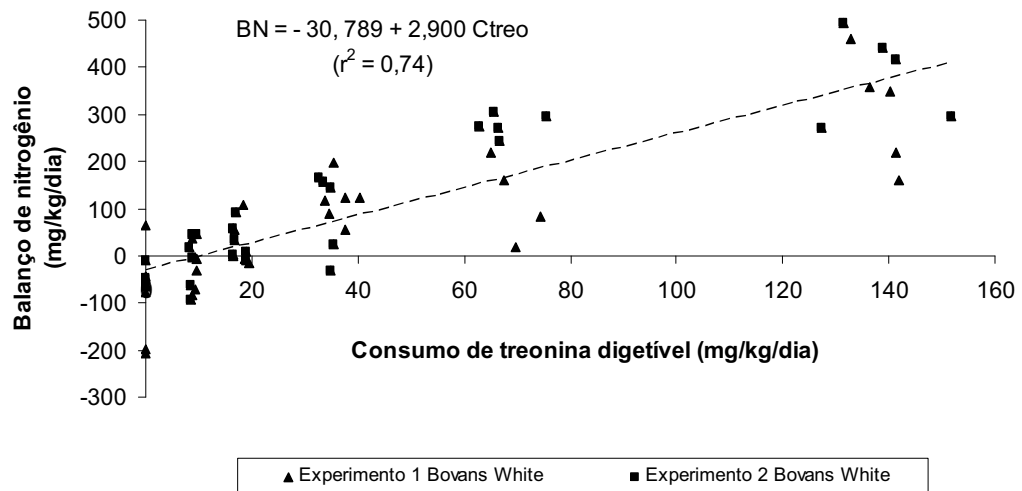


Figura 7. Representação gráfica da regressão do balanço de nitrogênio (BN) em função do consumo de treonina (Ctreo) para determinar a exigência de treonina para manutenção (mg/kg/dia) do ensaio 3 utilizando galos Bovans White®.

A equação de regressão linear ajustou adequadamente ($P < 0,01$) os dados de balanço de nitrogênio do consumo de treonina, sendo a intersecção da reta com o eixo das abscissas estimada em 10,62 mg/kg/dia de treonina para manutenção.

Na Tabela 21 estão apresentadas as equações e os valores estimados para exigência de treonina para manutenção em diferentes unidades (mg/unidade/dia).

Tabela 21. Equações de balanço de nitrogênio (BN) em função do consumo de treonina (Ctreo) com os valores estimados de treonina para manutenção expressos em diferentes unidades.

mg treo/unidade/dia	Equações	r^2	Exigência estimada equação
mg/kg/dia	$BN = -30,789 + 2,900 C_{treo}$	0,74	10,62
mg/ave/dia	$BN = -65,229 + 2,945 C_{treo}$	0,75	22,15
$mg/kg^{0,75}/dia$	$BN = -31,102 + 2,413 C_{treo}$	0,74	12,89
$mg/BP_m^{0,73}u/dia$	$BN = -129,860 + 2,912 C_{treo}$	0,74	44,59

A proporção de treonina na proteína ideal de manutenção (PIM) pode ser estimada em 5,57 g/kg ($44,59 / 8 = 5,57$) para galos Bovans White®.

Na Figura 8, está a representação gráfica da regressão do balanço de nitrogênio em função do consumo de treonina expressos na unidade $\text{mg}/\text{BP}_m^{0,73}\text{u}/\text{dia}$.

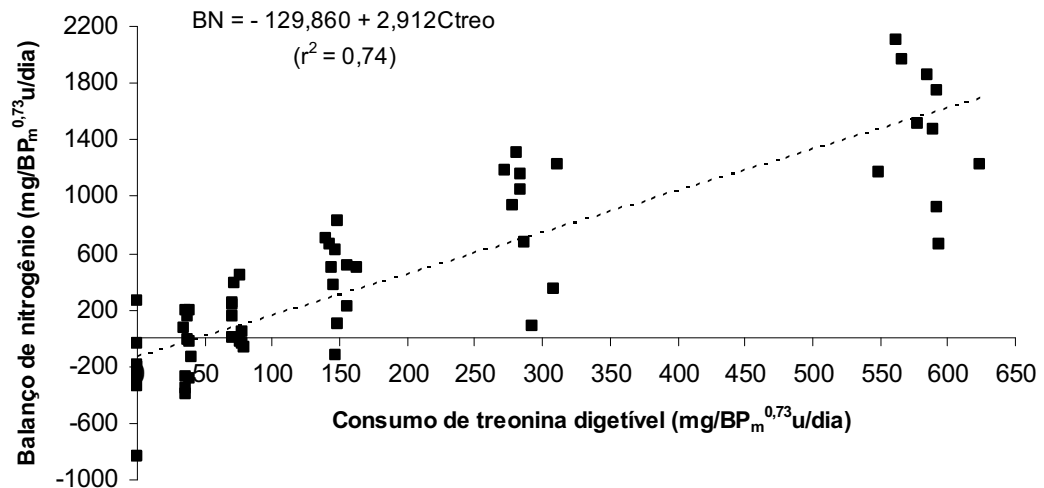


Figura 8. Representação gráfica da regressão do balanço de nitrogênio (BN) em função do consumo de treonina (Ctreo) para determinar a exigência de treonina para manutenção ($\text{mg}/\text{BP}_m^{0,73}\text{u}/\text{dia}$).

A equação de regressão linear ajustou adequadamente ($P < 0,01$) os dados de BN em função de Ctreo.

3.2.2. Resultados obtidos no ensaio 4 – Cobb®

Os resultados obtidos para consumo das dietas, consumo de treonina e balanço de nitrogênio dos galos Cobb® alimentados com níveis crescentes de treonina digestível estão apresentados na Tabela 22.

Tabela 9. Médias (\pm erro padrão) de consumo de ração (CR), consumo de treonina digestível (Ctreo), nitrogênio ingerido (NI), nitrogênio excretado (NE) e balanço de nitrogênio (BN) do ensaio 4 com galos Cobb® adultos.

CR ¹ (g/kg/dia)	Ctreo ²	NI	NE	BN
		mg/kg/dia		
21,20 \pm 3,1	0,00 \pm 0,0	84,60 \pm 12,6	142,05 \pm 11,9	-57,46 \pm 20,6
16,95 \pm 2,0	10,06 \pm 0,6	101,33 \pm 8,9	180,49 \pm 18,1	-79,16 \pm 20,7
15,89 \pm 0,8	41,96 \pm 2,4	221,56 \pm 1,4	212,63 \pm 36,6	8,93 \pm 31,4
22,59 \pm 1,6	62,56 \pm 3,5	309,81 \pm 15,6	193,33 \pm 30,2	116,48 \pm 41,1
14,20 \pm 3,2	78,78 \pm 3,1	359,85 \pm 23,0	262,88 \pm 74,0	96,97 \pm 65,7
18,87 \pm 3,5	104,34 \pm 52	443,35 \pm 26,6	309,06 \pm 41,9	134,29 \pm 42,3

¹ No consumo de ração está computada também a dieta livre de nitrogênio que foi ofertada "ad libitum" no comedouro. ² Os valores de Ctreo diferem do nível de treonina pois este último foi calculado com base em um peso das aves de 5,5 kg, já o Ctreo foi computado com base no peso real das aves de 5,78 kg.

O consumo médio de treonina digestível (Ctreo) variou de 0 a 104,34 mg/kg/dia, proporcionando balanço de nitrogênio positivo e negativo, permitindo um ajuste linear do balanço de nitrogênio em função do consumo de treonina (Figura 9).

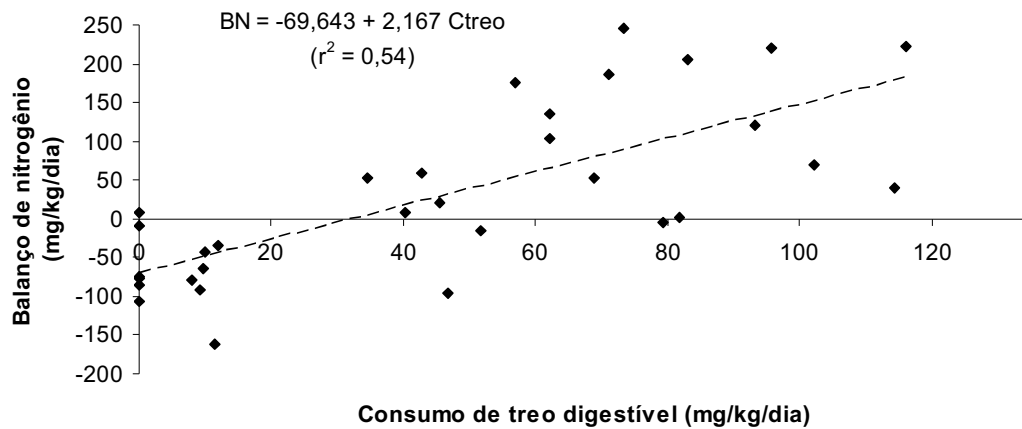


Figura 9. Representação gráfica da regressão do balanço de nitrogênio (BN) em função do consumo de treonina (Ctreo) para determinar a exigência de treonina para manutenção (mg/kg/dia) do ensaio 4 utilizando galos Cobb®.

A equação de regressão linear ajustou adequadamente ($P < 0,01$) os dados de BN em função de Ctreo, sendo a intersecção da reta com o eixo das abscissas estimada em 32,14 mg/kg/dia de treonina para manutenção.

Na Tabela 23 estão apresentadas as equações e os valores estimados para exigência de treonina para manutenção em diferentes unidades (mg/unidade/dia).

Tabela 23. Equações de balanço de nitrogênio (BN) em função do consumo de treonina (Ctreo) com os valores estimados de treonina para manutenção expressos em diferentes unidades.

mg treo/unidade/dia	Equações	r ²	Exigência estimada equação
mg/kg/dia	BN = - 69,643 + 2,167 Ctreo	0,54	32,14
mg/ave/dia	BN = - 424,03 + 2,253 Ctreo	0,57	188,22
mg/kg ^{0,75} /dia	BN = - 109,466 + 2,190 Ctreo	0,55	49,98
mg/BP _m ^{0,73} u/dia	BN = 369,370 + 2,192 Ctreo	0,55	168,51

A proporção de treonina na proteína ideal de manutenção (PIM) pode ser estimada em 21,06 g/kg (168,51/ 8 = 21,06) para galos Cobb[®].

Na Figura 10, está a representação gráfica da regressão do balanço de nitrogênio em função do consumo de treonina expressos na unidade mg/BP_m^{0,73}u/dia.

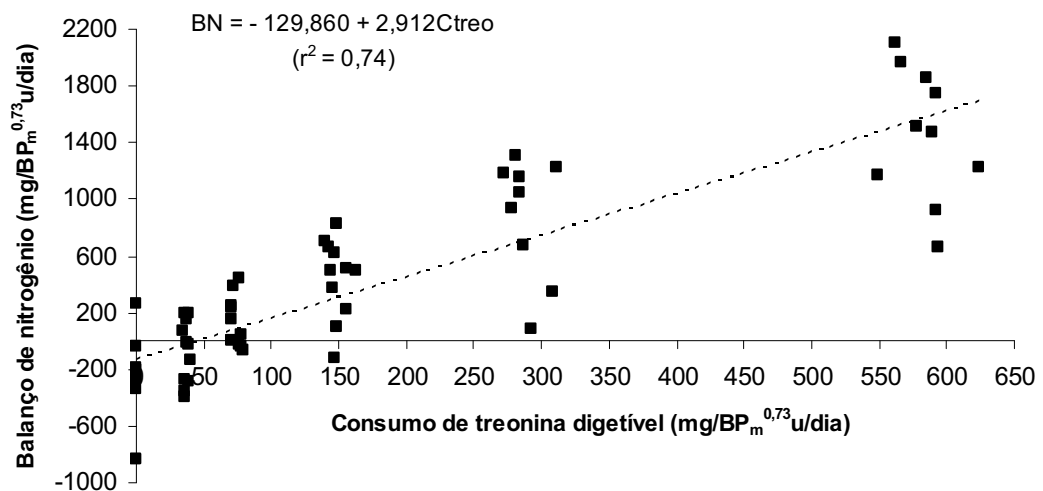


Figura 10. Representação gráfica da regressão do balanço de nitrogênio (BN) em função do consumo de treonina (Ctreo) para determinar a exigência de treonina para manutenção (mg/BP_m^{0,73}u/dia) do ensaio 4 utilizando galos Cobb[®].

A equação de regressão linear ajustou adequadamente ($P < 0,01$) os dados de BN em função de Ctreo.

Tendo em vista a assimilaridade das respostas realizou-se um teste de paralelismo com o intuito de comparar as respostas de aves de diferentes pesos e composições corporais (KAPS & LAMBERSON, 2004), e a ausência de diferenças ($P > 0,05$) entre as inclinações das retas em relação à média comprovou que apenas uma equação foi suficiente para descrever as respostas de BN das aves (mg/kg/dia), independente do genótipo (Figura 11).

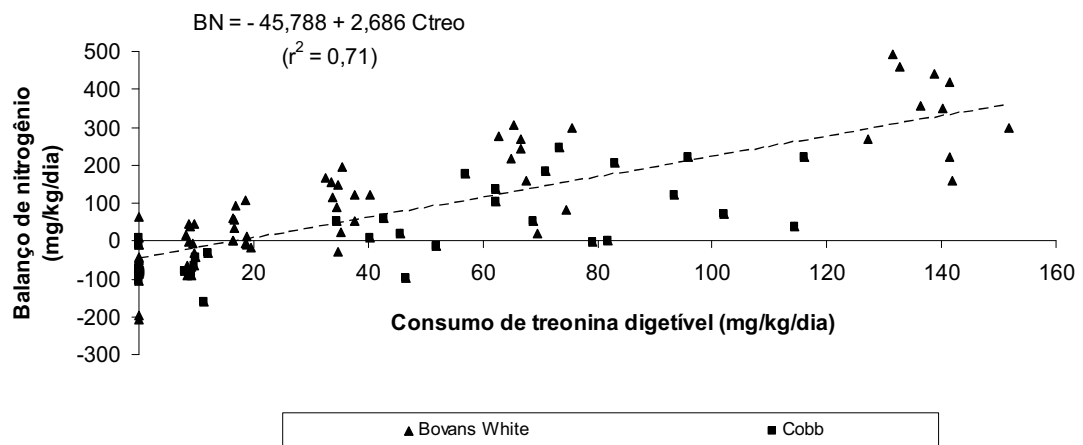


Figura 11. Representação gráfica da regressão do balanço de nitrogênio (BN) em função do consumo de treonina (Ctreo) para determinar a exigência de treonina para manutenção (mg/kg/dia).

Os dados de BN em função de Ctreo foram ajustados pela regressão linear, sendo a intersecção da reta com o eixo das abscissas estimada em 17,05 mg/kg/dia, definindo a exigência de treonina para manutenção independente do peso e composição corporal das aves. O mesmo procedimento foi feito para os dados na unidade de peso metabólico protéico. Pelos resultados obtidos, apenas uma equação foi suficiente para descrever as respostas de BN das aves ($\text{mg/BP}_m^{0,73}\text{u/dia}$) independente do genótipo (Figura 12).

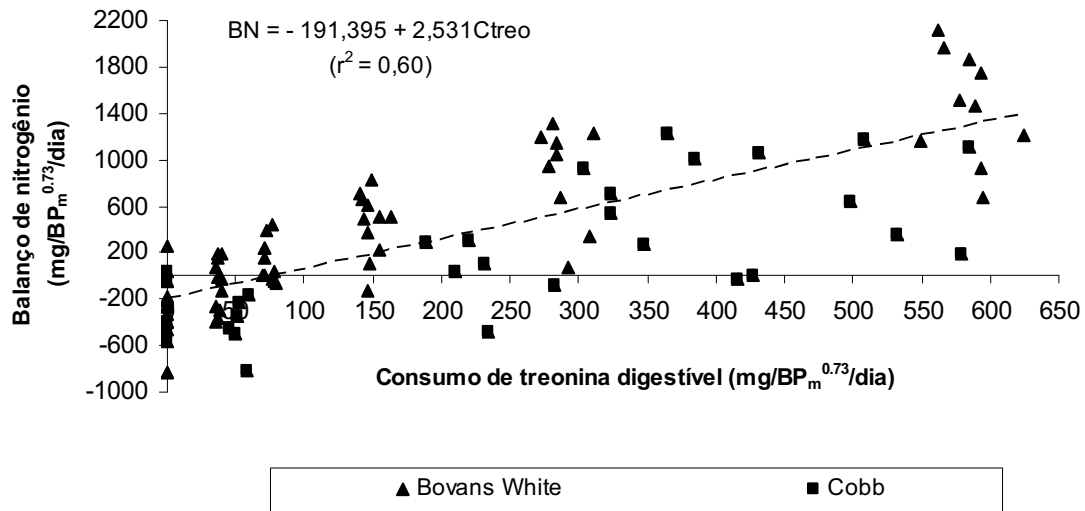


Figura 12. Representação gráfica da regressão do balanço de nitrogênio (BN) em função do consumo de treonina (Ctreo) para determinar a exigência de treonina para manutenção (mg/BP_m^{0,73}u/dia).

Os dados de BN em função de Ctreo foram ajustados pela regressão linear, sendo a intersecção da reta com o eixo das abscissas estimada em 75,62 mg/BP_m^{0,73}u/dia, definindo a exigência de treonina para manutenção independente das diferenças de pesos corporais das aves. A proporção de treonina na proteína ideal de manutenção (PIM) pode ser estimada em 9,45 g/kg independente do genótipo das aves

Na Tabela 24 estão apresentadas as equações e os valores estimados para exigência de treonina para manutenção em diferentes unidades (mg/unidade/dia).

Tabela 10. Equações de balanço de nitrogênio (BN) em função do consumo de treonina (Ctreo) com os valores estimados de treonina para manutenção expressos em diferentes unidades.

mg treo/unidade/dia	Equações	r ²	Exigência estimada equação
mg/kg/dia	BN = - 45,788 + 2,686 Ctreo	0,71	17,05
mg/ave/dia	BN = - 82,184 + 1,831 Ctreo	0,45	44,89
mg/kg ^{0,75} /dia	BN = - 54,699 + 2,498 Ctreo	0,60	21,89
mg/BP _m ^{0,73} u/dia	BN = 191,395 + 2,531 Ctreo	0,60	75,62

As exigências de aminoácidos para manutenção, segundo a literatura, são bastante variáveis. Os valores encontrados na literatura para exigência de manutenção de treonina, variam de 31 mg/kg^{0,75}/dia (HRUBY, 1998) a 130 mg/kg^{0,75}/dia (SAKOMURA & COON, 2003), enquanto que o valor encontrado neste trabalho foi de 21,89 mg/kg^{0,75}/dia independente do peso e composição corporal das aves.

Na Tabela 25 estão expressas as estimativas das exigências de manutenção de treonina obtidas nos ensaios 3 e 4 e também de diferentes trabalhos encontrados na literatura, em diferentes unidades.

Tabela 11. Exigências de treonina digestível para manutenção (Treo_m), expressas por diferentes unidades, obtidas em diferentes estudos.

	Treo _m (mg/unidade/dia)				PIM ⁴ (g/kg)
	Ave	kg	kg ^{0,75}	BP _m ^{0,73} .u ³	
Ensaio 3 (Bovans White [®])	22,15	10,62	12,89	44,59	5,457
Ensaio 4 (Cobb [®])	188,22	32,14	49,98	168,51	21,06
Independente de linhagem ⁵	44,89	17,05	21,89	75,62	9,45
NONIS & GOUS (2008) ⁵	140,00	56,00	70,42	273,29	34,16
LEVEILLE & FISHER (1960) ⁶	130,90	55,00	68,31	264,87	33,11

¹ MP = peso corporal à maturidade do corpo livre de penas; ² BP_m = peso de proteína corporal à maturidade; ³ u = BP/MP = 1; ⁴ PIM = concentração de met+cis na proteína ideal para a manutenção, assumindo concentrações de proteína bruta (MN) de 18,37; 19,86; 16,00 e 16,00%, respectivamente para corpo livre de penas. ⁵ Exigências considerando-se um peso médio de 2,50 kg. ⁶ Exigências considerando-se um peso médio de 2,38 kg.

As diferenças encontradas entre os dois genótipos deve-se talvez a baixa exigência encontrada no ensaio 3 (com galos Bovans White[®]), isto pode ter ocorrido pela diferença fisiológica de cada linhagem. Aves de linhagem de corte foram selecionadas ao longo dos anos ganharem mais peso e terem uma melhor conversão alimentar. Com isso, o desenvolvimento da superfície do trato gastrointestinal em aves de corte é maior do que em aves de linhagens de postura.

RESENDE & BELLETI (2008), estudando o trato gastrointestinal de aves de postura e comparando com aves de corte da mesma idade, concluíram que os frangos de corte possuem vilosidades mais altas e delgadas quando comparados a galinhas poedeiras com uma ou seis semanas de vida. Segundo KISIELINSKI et al. (2002), quanto menor a proporção largura/altura das vilosidades maior vai ser o aumento na área de absorção provocada pela presença dessas estruturas, donde pode-se concluir

que os frangos de corte possuem maior área de absorção de nutrientes quando comparado a galinhas poedeiras. E também, maior produção de mucina, devido a maior superfície de absorção, e como já comentando anteriormente, o maior componente da mucina e de secreções do sistema digestório, é a treonina.

NONIS & GOUS (2008), que encontraram um valor de $70,42 \text{ mg/kg}^{0,75}/\text{dia}$ de treonina para manutenção, e $34,16 \text{ g/kg}$ de treonina na proteína ideal do corpo, que foi próximo do valor encontrado por LEVEILLE & FISHER (1960), que estimaram um valor de $68,31 \text{ mg/kg}^{0,75}/\text{dia}$ de treonina para manutenção, e $33,10 \text{ g/kg}$ de treonina na proteína ideal do corpo. EMMANS (1989) estimou um valor de 42 g/kg de treonina na proteína, que está acima dos outros autores e também dos valores encontrados neste trabalho.

No entanto, apenas uma estimativa da exigência pode ser indicada para ambas as linhagens estudadas, devido a ausência de diferenças ($P>0,05$) entre as inclinações das retas em relação à média, para as unidades estudadas.

As diferenças encontradas entre os diferentes trabalhos, provavelmente deve-se às diferentes metodologias utilizadas, indicando a necessidade de padronizar metodologias que permitam obter estimativas que realmente representem as exigências de manutenção das aves (SAKOMURA & ROSTAGNO, 2007). A exigência de manutenção de aminoácidos é uma área da nutrição que tem muitos problemas, porque o conceito ainda não está bem definido, porém estudos que predizem exigências de manutenção tendem a melhorar a acurácia dos modelos de exigências de aminoácidos para os avicultores (NONIS & GOUS, 2008).

4. Conclusões

A exigência de metionina+cistina para a manutenção não variou ($P>0,05$) entre aves de diferentes pesos e composições corporais, quando foi estabelecida com base no peso metabólico, sendo estimada em $25,45 \text{ mg/kg}^{0,75}/\text{dia}$ ($18,91 \text{ mg/kg}/\text{dia}$), ou peso metabólico protéico, sendo estimada em $87,26 \text{ mg/BP}_m^{0,73}/\text{u}/\text{dia}$). A concentração de metionina+cistina na proteína ideal de manutenção foi estimada em $10,91 \text{ g/kg}$, independente do genótipo.

Para treonina, a exigência de manutenção para aves independente do peso e composição corporal ($P>0,05$) foi de $21,89 \text{ mg/kg}^{0,75}/\text{dia}$ ($17,05 \text{ mg/kg/dia}$), ou peso metabólico protéico, sendo estimada em $75,62 \text{ mg/BP}_m^{0,73}\text{u/dia}$. E a concentração de treonina na proteína ideal foi de $9,45 \text{ g/kg}$, independente do genótipo.

5. Referências

BAKER, D. H.; BECKER, D. E.; NORTON, H. W.; JENSEN, A. H.; HARMON, B. G. Quantitative Evaluation of the Threonine, Isoleucine, Valine and phenylalanine Needs of Adult Swine for Maintenance. **Journal of Nutrition**, Bethesda, v. 88, 1966.

BALL, R. O., LAW, G., BERTOLO, R. F. P., PENCHARZ, P. B. Adequate oral threonine is critical for mucin production and mucosal growth by neonatal piglet gut. In: **INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON PROTEIN METABOLISM AND NUTRITION, 7.**, 1999. **Proceedings...** v. 96, p.31.

BROWN, J.; FIRMAN, J.D.; SUN, S.S.; KAMYAB, A. Digestible lysine requirements for maintenance in the starting turkey. **International Journal of Poultry Science**, Faisalabad, v.5, p.740-743, 2006.

BURNHAM, D.; GOUS, R. M. Isoleucine requirements of the chicken: requirement for maintenance. **British Poultry Science**, Abington, v.33, p.59-69, 1992.

EDWARDS, H.M.; FERNANDEZ, S.R.; BAKER, D.H. Maintenance lysine requirement and efficiency of using lysine for accretion of whole-body lysine and protein in young chicks. **Poultry Science**, Savoy, v.78, p.1412-1417, 1999.

EDWARDS, H. M., BAKER, D. H. Maintenance Sulfur Amino Acid Requirements of Young Chicks and Efficiency of Their Use for Accretion of Whole-Body Sulfur Amino Acids and Protein. **Poultry Science**, Savoy, v. 78, p. 1418–1423, 1999.

EMMANS, G. C.; FISHER, C. Problems in nutritional theory. In: FISHER, C.; BOORMAN, K. N. **Nutrient requirements of poultry and nutritional research**. London: Ed. Butterworths, 1986. p. 9-39.

EMMANS, G. C.; OLDHAM, J.D. Modelling of growth and nutrition in different species. In: KORVER, S.; VAN ARENDONK, J.A.M. **Modelling of livestock production systems**. Amsterdam: Kluwer Academic Publishers, 1988. p. 13-21.

EMMANS, G. C. The growth of turkey. In: NIXEY, C.; GREY, T.C. **Recent Advances in Turkey Science**. London: Ed. Butterworths, 1989. p. 135-166.

GOUS, R.M.; FISHER, C.; BROADBENT, L.A. Measurement of the amino acid requirement for maintenance of adult cockerels. In: **WORLD'S POULTRY CONGRESS, 17.**, 1984, Helsinki. **Proceedings...**

GOUS, R. M. Methodologies for modeling energy and amino acid responses in poultry. **Brazilian Journal of Animal Science**, v. 36, p. 263-274, 2007.

GRABER, G.; BAKER, D. H. Sulfur Amino Acid Nutrition of the Growing Chick: Quantitative Aspects Concerning the Efficacy of Dietary Methionine, Cysteine and Cystine. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 33, p. 1005-1011, 1971.

HEGER, J.; VAN PHUNG, T.; KRIZOVA, L. Efficiency of amino acid utilization in the growing pig at suboptimal levels of intake: lysine, threonine, sulphur amino acids and tryptophan. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, Berlin, v. 86, p. 153-165, 2002.

HRUBY, M. **The amino acid maintenance and growth requirements of male broilers**. 1998. 144f. Thesis (Ph.D. in Animal Science) - University of Minnesota, Minnesota, 1998.

KALINOWSKI, A.; MORAN, E. T.; WYATT, C. L. Methionine and Cystine Requirements of Slow- and Fast-Feathering Broiler Males from Three to Six Weeks of Age. **Poultry Science**, Savoy, v. 82, p.1428–1437, 2003.

KAPS, M.; LAMBERSON, W.R. **Biostatistics for animal science**. Wallingford: CABI Publishing, 2004. 445p.

KISIELINSKI, K.; WILLIS, S.; PRESCHER, A.; KLOSTERHALFEN, B.; SCHUMPELICK, V. A simple new method to calculate small intestine absorptive surface in the rat. **Clinical and Experimental Medicine**, Milão, v.2, p. 131-135, 2002.

LEVEILLE, G.A.; FISHER, H. Amino acid requirements for maintenance in the adult rooster II. The requirements for glutamic acid, histidine, lysine and arginine. **The Journal of Nutrition**, Bethesda, v. 69, p.289-294, 1959.

LEVEILLE, G.A.; FISHER, H. Amino acid requirements for maintenance in the adult rooster III. The requirements for leucine, isoleucine, valine and threonine, with reference also to the utilization of the d-isomers of valine, threonine and isoleucine. **The Journal of Nutrition**, Bethesda, v. 70, p.135-140, 1960.

LEVEILLE, G. A.; SHAPIRO, R.; FISHER, H. Amino acid requirements for maintenance in the adult rooster IV. The requirements for methionine, cystine, phenylalanine, tyrosine and tryptophan; the adequacy of the determined requirements. **Journal of Nutrition**, Bethesda, v.72, p.8-15, 1960.

MARTIN, P.A.; BRADFORD, G.D.; GOUS, R.M. A formal method of determining the dietary amino acid requirements of laying type pullets during their growing periods. **British Poultry Science**, Abington, v. 35, p. 709-724, 1994.

NONIS, M.K.; GOUS, R.M. Threonine and lysine requirements for maintenance in chickens. **South African Journal of Animal Science**, Pretoria, v.38, p.75-82, 2008.

OWENS, F.N.; PETTIGREW, J.E. Subdividing amino acid requirements into portions for maintenance and growth. In: FRIEDMAN, M. **Absorption and utilization of amino acids**. Boca Raton: CRC Press, 1989. v.1, p.15-30.

RESENDE, B. J., BELETTI, M. E. Análise histomorfométrica do desenvolvimento do intestino delgado de galinhas poedeiras. In: **ENCONTRO INTERNO, 8. SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA**, 12., 2008, Uberlândia: UFU, p. 9.

ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L.; GOMES, P.C.; OLIVEIRA, R.F.M.; LOPES, D.C.; FERREIRA, A.S.; BARRETO, S.L.T. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 2a. ed. Viçosa, MG: Departamento de Zootecnia, Universidade Federal de Viçosa, 2005.

SAKOMURA, N. K.; COON, C. Amino acid requirements for maintenance of broiler breeder pullets. In: **EUROPEAN SYMPOSIUM ON POULTRY NUTRITION, 14.**, 2003, Lillehammer. **Proceedings ...** p. 280-281.

SAKOMURA, N.K.; ROSTAGNO, H.S. **Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos**. Jaboticabal: Funep, 2007. 283p.

SAS Institute. **SAS user's guide: statistics**. Cary: Statistical Analysis System Institute, 2002.

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

SIQUEIRA, J.C. **Estimativas das exigências de lisina de frangos de corte pelos métodos dose resposta e fatorial**. 178 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) –

Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2009.

SIQUEIRA, J. C.; SAKOMURA, N. K.; BONATO, M. A.; OVIEDO-RONDON, E.; ROSTAGNO, H. S. Lysine requirement for maintenance of poultry. In: **ANNUAL MEETING OF POULTRY SCIENCE ASSOCIATION, 98.**, 2009, Raleigh. **Abstracts...** v. 88, p. 111.

SMITH, W. K. The physiology and metabolism of feathering. In: **EUROPEAN POULTRY CONFERENCE, 9.**, 1994, Glasgow. **Proceedings...**p. 71–74.

WYLIE, L. M., ROBERTSON, G. W., MACLEOD, M. G., HOCKING, P. M. Effect of ambient temperature and restricted feeding on the growth of feathers in growing turkeys. **British Poultry Science**, Abington, v. 42, p. 449–455, 2001.