

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

EXIGÊNCIA DE TREONINA E TRIPTOFANO DIGESTÍVEL
PARA CODORNAS DE CORTE

Autora: Ana Paula Silva Ton
Orientador: Prof. Dr. Antonio Claudio Furlan
Co-Orientador: Prof. Dr. Elias Nunes Martins

MARINGÁ
Estado do Paraná
Agosto – 2010

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

EXIGÊNCIA DE TREONINA E TRIPTOFANO DIGESTÍVEL
PARA CODORNAS DE CORTE

Autora: Ana Paula Silva Ton
Orientador: Prof. Dr. Antonio Claudio Furlan
Co-Orientador: Prof. Dr. Elias Nunes Martins

“Tese apresentada, como parte das exigências para obtenção do título de DOUTORA EM ZOOTECNIA, no Programa de Pós-graduação em Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá – Área de Concentração Produção Animal”

MARINGÁ
Estado do Paraná
Agosto - 2010

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
(Biblioteca Central - UEM, Maringá – PR., Brasil)

T663e Ton, Ana Paula Silva, 1978-
Exigência de treonina e triptofano digestível para
codornas de corte / Ana Paula Silva Ton. -- Maringá,
2010.
xvi, 109 f. : il., figs., tabs.

Orientador: Prof. Dr. Antonio Claudio Furlan.
Co-Orientador: Prof. Dr. Elias Nunes Martins.
Tese (doutorado) - Universidade Estadual de
Maringá, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, 2010.

1. Codorna de corte (*Coturnix coturnix* sp) -
Exigência nutricional de treonina. 2. Codorna de corte
(*Coturnix coturnix* sp) - Exigência nutricional de
triptofano. 3. Aminoácidos sintéticos -
Coturnicultura. 4. Codorna de corte (*Coturnix coturnix*
sp) - Nutrição - Balanço de nitrogênio. 5. Codorna de
corte (*Coturnix coturnix* sp) - Nutrição - Composição
corporal. 6. Codorna de corte (*Coturnix coturnix* sp) -
Nutrição - Desempenho. 7. Codorna de corte (*Coturnix*
coturnix sp) - Nutrição - Morfometria intestinal. 8.
Codorna de corte (*Coturnix coturnix* sp) - Nutrição -
Rendimento de carcaça. I. Furlan, Antonio Claudio,
orient. II. Martins, Elias Nunes, co-orient. III.
Universidade Estadual de Maringá. Programa de Pós-
Graduação em Zootecnia. IV. Título.

CDD 22.ed. 636.6



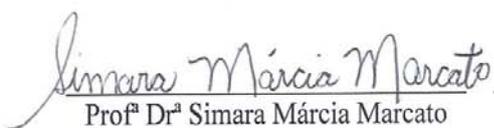
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

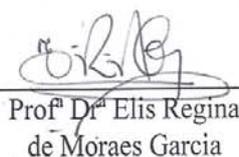
**EXIGÊNCIA DE TREONINA E TRIPTOFANO
DIGESTÍVEL PARA CODORNAS DE CORTE**

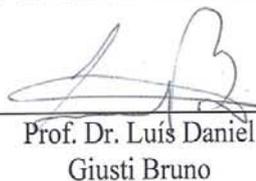
Autora: Ana Paula Silva Ton
Orientador: Prof. Dr. Antonio Claudio Furlan

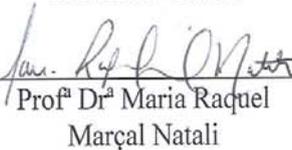
TITULAÇÃO: Doutora em Zootecnia - Área de Concentração Produção
Animal

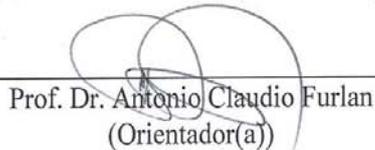
APROVADA em 06 de agosto de 2010.


Profª Drª Simara Márcia Marcato


Profª Drª Elis Regina
de Moraes Garcia


Prof. Dr. Luís Daniel
Giusti Bruno


Profª Drª Maria Raquel
Marçal Natali


Prof. Dr. Antonio Claudio Furlan
(Orientador(a))

Tocando em frente

Ando devagar porque já tive pressa
e levo esse sorriso, porque já chorei demais.
Hoje me sinto mais forte, mais feliz quem sabe
eu só levo a certeza de que muito pouco eu sei, eu nada sei.

Conhecer as manhas e as manhãs,
o sabor das massas e das maçãs,
é preciso amor pra poder pulsar,
é preciso paz pra poder sorrir,
é preciso a chuva para florir.

Penso que cumprir a vida seja simplesmente
compreender a marcha, e ir tocando em frente
como um velho boiadeiro levando a boiada,
eu vou tocando os dias pela longa estrada eu vou,
estrada eu sou.

Todo mundo ama um dia todo mundo chora,
um dia a gente chega, no outro vai embora.

Cada um de nós compõe a sua história,
e cada ser em si, carrega o dom de ser capaz,
de ser feliz.

Ando devagar porque já tive pressa
e levo esse sorriso porque já chorei demais.

Cada um de nós compõe a sua história,
e cada ser em si, carrega o dom de ser capaz, de ser feliz.

Almir Sater

A

Deus, pelo dom da vida e por tudo que sou

Aos

Meus pais, Valter Gaudilei Artigas Ton e Marilene Maria Silva Ton, que foram o início de tudo, por todo amor, carinho, dedicação e que sempre fizeram dos meus sonhos os seus

Aos

Meus irmãos, Daniela Aparecida Silva Ton e Antonio Valter Silva Ton, pela amizade, incentivo, conselhos e todo apoio que têm me dado em todos os momentos da minha vida

A

Minha família, em especial minha tia Amélia Barros Pizzo, pelo exemplo de vida, determinação e por sempre acreditar em meus objetivos

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus, meu criador e pai querido, pela força que tem me dado para superar todos os obstáculos que surgem ao longo da minha vida;

À Universidade Estadual de Maringá, pelo suporte para a realização deste trabalho e por todas as oportunidades que me foram proporcionadas por esta instituição;

Ao Programa de Pós-graduação em Zootecnia e a todos os professores que o compõem, pelos valiosos ensinamentos;

A Fundação de Apoio ao Desenvolvimento do Ensino, Ciência e Tecnologia do Estado de Mato Grosso do Sul (FUNDECT) e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudo, fundamental para a realização deste curso;

Ao Prof. Dr. Antonio Claudio Furlan, por todo apoio, orientação, amizade e pelos ensinamentos transmitidos, colaborando para o enriquecimento de meus conhecimentos profissional e pessoal;

Ao Prof. Dr. Elias Nunes Martins, principalmente pela oportunidade e por ter acreditado no meu trabalho, por todo apoio, orientação, ensinamentos, auxílio e amizade durante todos esses anos;

Aos professores, Dr. Antonio Ferriane Branco e Dra. Alice Eiko Murakami, pelas primeiras oportunidades recebidas dentro da Universidade Estadual de Maringá;

A Prof.^a Dra. Elis Regina de Moraes Garcia, pelo auxílio, ensinamentos e que me mostrou o caminho da Universidade Estadual de Maringá e por isso hoje estou aqui;

À Prof.^a Dra. Maria Raquel Marçal Natali (DCM), pela colaboração, amizade, incentivo e alegria em todos os momentos em que estivemos presentes;

A empresa AJINOMOTO, pelo fornecimento dos ingredientes necessários para a condução deste estudo;

Aos secretários do Programa de Pós-graduação em Zootecnia, Rose Pepineli e Denílson dos Santos Vicentin sempre prestativos e pela amizade;

Aos funcionários da FEI-UEM, Célio Passolongo, Antonio Parma, Ezupério da Silva, Luis Casare, Pedro Barizão e Antonio Moraes, por toda ajuda prestada e que contribuíram com amizade para realização deste trabalho;

Aos funcionários dos Laboratórios de Nutrição e Alimentação Animal e Histotécnica Animal: Cleuza Volpato, Creuza Azevedo, Augusto de Camargo Neto, Maria Eurides e Maria dos Anjos, por todo o auxílio durante as análises laboratoriais;

Ao grupo de pesquisa de nutrição de não-ruminantes, Alexandre Shigueki Iwahashi, Aline Carla Santana, Carina Scherer, Thays Quadros, Marcos Nonaka, Eliany Batista, Ligia Saraiva, Daiana Bello, Jaqueline Zadi Turbay e Tiago Junior Pasquetti que colaboraram para a realização deste trabalho;

Aos amigos e colegas de pós-graduação, pela amizade, companheirismo, convivência e auxílio durante o curso;

Aos meus amigos, Ana Carolina Muller Conti, Mário Nelson Alves Gomes, Claudinei Medida, Eliandro Insfran Ocampos, João Anastácio da Cunha, Janine da Cunha, Maricelma Aparecida Alves Gomes, José Antonio de Arruda, Ellen Pavani e Família, Tatiany da Silva e Denise Castelani, pela amizade, pelo carinho demonstrado ao longo de todo tempo e pelo apoio prestado;

Às minhas amigas e irmãs, Karina Toledo da Silva, Fabiana Martins Costa Maia, Fabiana Bassani, Leila Denise Fiorentin, Ana Paula Nunes e Rosane Freire pelos momentos inesquecíveis que passamos juntas em nossa república;

Enfim, a todos aqueles que contribuíram para a condução deste trabalho, de forma direta ou indireta, o meu muito obrigado. Que Deus os abençoe e esteja sempre ao lado de cada um, proporcionando a todos os sonhos e alegrias desejados.

BIOGRAFIA

ANA PAULA SILVA TON, filha de Valter Gaudilei Artigas Ton e Marilene Maria Silva Ton, nasceu em Osasco, Estado de São Paulo, no dia 04 de novembro de 1978.

Em julho de 2002, concluiu o curso de Zootecnia pela Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul.

Em abril de 2003, iniciou no Programa Apoio Técnico a Pesquisa – Nível 1^a/CNPq, na Universidade Estadual de Maringá.

Em 15 de junho de 2007, submeteu-se à banca para defesa da Dissertação de Mestrado, obtendo o título de Mestre em Zootecnia, pela Universidade Estadual de Maringá.

Em março de 2007, ingressou no Programa de Pós-graduação em Zootecnia, em nível de Doutorado, da Universidade Estadual de Maringá, na área de Concentração Produção Animal, desenvolvendo estudos na área de Nutrição de Não-Ruminantes (Coturnicultura).

Em agosto de 2010, submeteu-se à banca examinadora para defesa da Tese de Doutorado.

ÍNDICE

	Página
LISTA DE TABELAS	x
LISTA DE FIGURAS	xii
RESUMO	xiii
ABSTRACT	xv
I - INTRODUÇÃO	1
1.1. Revisão de Literatura	3
1.1.1. Exigência nutricional	3
1.1.2. Alimentação	3
1.1.3. Aminoácidos	4
1.1.4. Treonina	5
1.1.5. Triptofano	7
Literatura Citada	10
II - OBJETIVOS GERAIS	13
III - EXIGÊNCIA NUTRICIONAL DE TREONINA DIGESTÍVEL PARA CODORNAS DE CORTE NO PERÍODO DE 1 A 14 DIAS DE IDADE ...	14
Resumo	14
Abstract	15
Introdução	16
Material e Métodos	17
Resultados e Discussão	24
Conclusões	38
Literatura Citada	39

IV - EXIGÊNCIA NUTRICIONAL DE TREONINA DIGESTÍVEL PARA CODORNAS DE CORTE NO PERÍODO DE 15 A 35 DIAS DE IDADE .	42
Resumo	42
Abstract	43
Introdução	44
Material e Métodos	45
Resultados e Discussão	53
Conclusões	63
Literatura Citada	64
V - EXIGÊNCIA NUTRICIONAL DE TRIPTOFANO DIGESTÍVEL PARA CODORNAS DE CORTE NO PERÍODO DE 1 A 14 DIAS DE IDADE	66
Resumo	66
Abstract	67
Introdução	68
Material e Métodos	69
Resultados e Discussão	74
Conclusões	83
Literatura Citada	84
VI - EXIGÊNCIA NUTRICIONAL DE TRIPTOFANO DIGESTÍVEL PARA CODORNAS DE CORTE NO PERÍODO DE 15 A 35 DIAS DE IDADE ..	86
Resumo	86
Abstract	87
Introdução	88
Material e Métodos	89
Resultados e Discussão	96
Conclusões	106
Literatura Citada	107
VII - CONSIDERAÇÕES FINAIS	109

LISTA DE TABELAS

	Página
EXIGÊNCIA NUTRICIONAL DE TREONINA DIGESTÍVEL PARA CODORNAS DE CORTE NO PERÍODO DE 1 A 14 DIAS DE IDADE	14
TABELA 1. Composição percentual e nutricional das rações experimentais para codornas de corte em crescimento (1 a 14 dias de idade)	19
TABELA 2. Valores médios de desempenho de codornas de corte no período de 1 a 14 dias de idade em função dos níveis de treonina digestível	25
TABELA 3. Valores médios da composição química da carcaça (CQC), taxa de deposição de proteína (TDP), taxa de deposição de gordura (TDG) e energia retida na carcaça (ERC) de codornas de corte aos 14 dias de idade em função dos níveis de treonina digestível	31
TABELA 4. Valores médios da morfometria do intestino delgado de codornas de corte aos 14 dias de idade em função dos níveis de treonina digestível	34
TABELA 5. Valores médios do preço da ração e custo da ração por quilograma de peso vivo ganho de codornas de corte em função dos níveis de treonina digestível	38
EXIGÊNCIA NUTRICIONAL DE TREONINA DIGESTÍVEL PARA CODORNAS DE CORTE NO PERÍODO DE 15 A 35 DIAS DE IDADE	42
TABELA 1. Composição percentual e nutricional das rações experimentais para codornas de corte em crescimento (15 a 35 dias de idade)	47
TABELA 2. Valores médios de desempenho de codornas de corte no período de 15 a 35 dias de idade em função dos níveis de treonina digestível	54
TABELA 3. Valores médios de rendimento de carcaça e de cortes (peito e pernas) de codornas de corte aos 35 dias de idade em função dos níveis de treonina digestível	57
TABELA 4. Valores médios da composição química da carcaça (CQC), taxa de deposição de proteína (TDP), taxa de deposição de gordura (TDG) e energia retida na carcaça (ERC) de codornas de corte aos 35 dias de idade em função dos níveis de treonina digestível	59

TABELA 5.	Valores médios da morfometria do intestino delgado de codornas de corte aos 35 dias de idade em função dos níveis de treonina digestível	60
TABELA 6.	Valores médios do balanço de nitrogênio (BN) e do coeficiente de metabolizabilidade do nitrogênio (CM) de codornas de corte no período de 28 a 32 dias de idade em função dos níveis de treonina digestível	62
TABELA 7.	Valores médios do preço da ração e custo da ração por quilograma de peso vivo ganho de codornas de corte em função dos níveis de treonina digestível	63
	EXIGÊNCIA NUTRICIONAL DE TRIPTOFANO DIGESTÍVEL PARA CODORNAS DE CORTE NO PERÍODO DE 1 A 14 DIAS DE IDADE	66
TABELA 1.	Composição percentual e nutricional das rações experimentais para codornas de corte em crescimento (1 a 14 dias de idade)	71
TABELA 2.	Valores médios de desempenho de codornas de corte no período de 1 a 14 dias de idade em função dos níveis de triptofano digestível	75
TABELA 3.	Valores médios da composição química da carcaça (CQC), taxa de deposição de proteína (TDP), taxa de deposição de gordura (TDG) e energia retida na carcaça (ERC) de codornas de corte aos 14 dias de idade em função dos níveis de triptofano digestível	79
TABELA 4.	Valores médios do preço da ração e custo da ração por quilograma de peso vivo ganho de codornas de corte em função dos níveis de triptofano digestível	83
	EXIGÊNCIA NUTRICIONAL DE TRIPTOFANO DIGESTÍVEL PARA CODORNAS DE CORTE NO PERÍODO DE 15 A 35 DIAS DE IDADE	86
TABELA 1.	Composição percentual e nutricional das rações experimentais para codornas de corte em crescimento (15 a 35 dias de idade)	91
TABELA 2.	Valores médios de desempenho de codornas de corte no período de 15 a 35 dias de idade em função dos níveis de triptofano digestível	97
TABELA 3.	Valores médios de rendimento de carcaça e de cortes (peito e pernas) de codornas de corte aos 35 dias de idade em função dos níveis de triptofano digestível	101
TABELA 4.	Valores médios da composição química da carcaça (CQC), taxa de deposição de proteína (TDP), taxa de deposição de gordura (TDG) e energia retida na carcaça (ERC) de codornas de corte aos 35 dias de idade em função dos níveis de triptofano digestível	102
TABELA 5.	Valores médios do balanço de nitrogênio (BN) e do coeficiente de metabolizabilidade (CM) de codornas de corte no período de 28 a 32 dias de idade em função dos níveis de triptofano digestível	104
TABELA 6.	Valores médios do preço da ração e custo da ração por quilograma de peso vivo ganho de codornas de corte em função dos níveis de triptofano digestível	105

LISTA DE FIGURAS

	Página
	14
FIGURA 1.	24
FIGURA 2.	27
FIGURA 3.	28
FIGURA 4.	32
FIGURA 5.	35
FIGURA 6.	36
FIGURA 7.	37
	42
FIGURA 1.	61
	66
FIGURA 1.	80
FIGURA 2.	81

RESUMO

Foram conduzidos quatro experimentos com o objetivo de estimar as exigências nutricionais de treonina e triptofano digestíveis para codornas de corte (*Coturnix coturnix* sp) em crescimento. No primeiro experimento, objetivou-se estimar a exigência de treonina digestível no período de 1 a 14 dias de idade, utilizaram-se 1.350 codornas de corte, distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado com seis níveis de treonina digestível (1,08; 1,15; 1,22; 1,29; 1,36 e 1,43% na ração), cinco repetições e 45 codornas por unidade experimental. O consumo de ração (CR), ganho de peso (GP) e o peso corporal (PC) apresentaram efeito quadrático, estimando 1,26% de treonina digestível (ThrD) na ração. O consumo de treonina apresentou estimativa de 1,34% de treonina digestível de acordo com o modelo LRP (Linear Response Plateau). A taxa de deposição de proteína (TDP) na carcaça e a energia retida na carcaça (ERC) apresentaram efeito quadrático, estimando os níveis de 1,18 e 1,20% de treonina digestível. A morfometria do intestino delgado apresentou efeito cúbico, estimando 1,16, 1,13 e 1,14% de treonina digestível. Houve aumento linear no custo da ração por quilograma de peso vivo ganho com o aumento dos níveis de treonina digestível. Concluiu-se que a exigência para máximo crescimento de codornas de corte é de 1,26% de treonina digestível na ração, correspondendo à relação Lisina digestível (LD):ThrD de 67,02. No segundo experimento, com objetivo de estimar a exigência de treonina digestível no período de 15 a 35 dias de idade, foram utilizadas 1.020 codornas de corte, distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado com seis níveis de treonina digestível (0,93; 1,00; 1,07; 1,14; 1,21 e 1,28% na ração), cinco repetições e 34 codornas por unidade experimental. A profundidade de cripta do duodeno e do jejuno apresentaram efeito quadrático com estimativa de 1,09 e 1,19% de treonina digestível na ração. Houve um aumento linear na altura de vilo do íleo, no consumo de treonina e no custo da ração por quilograma de peso vivo ganho com o aumento dos níveis de treonina digestível. A exigência para máximo crescimento de codornas de corte é de

0,93% de treonina digestível na ração, correspondendo à relação LD:ThrD de 53,76. No terceiro experimento, objetivou-se estimar a exigência de triptofano digestível no período de 1 a 14 dias de idade, utilizaram-se 1.950 codornas de corte, distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado com seis níveis de triptofano digestível (0,27; 0,30; 0,33; 0,36; 0,39 e 0,42% na ração), cinco repetições e 65 codornas por unidade experimental. Houve aumento linear no CR, consumo de triptofano (CT), no GP e no PC com o aumento dos níveis de triptofano digestível (TrpD). O teor de cinzas (TC) reduziu linearmente com o aumento dos níveis de triptofano digestível. A taxa de deposição de gordura (TDG), TDP e ERC apresentaram efeito quadrático, estimando-se o nível de 0,35 e 0,34% de triptofano digestível para máxima deposição. Houve aumento linear no custo da ração por quilograma de peso vivo ganho com o aumento dos níveis de triptofano digestível. A exigência para máximo crescimento de codornas de corte é maior ou igual a 0,42% de triptofano digestível na ração, correspondendo à relação LD:TrpD de 22,34. No quarto experimento, com objetivo de estimar a exigência de triptofano digestível para o período de 15 a 35 dias de idade, foram utilizadas 1.350 codornas de corte, distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado com seis níveis de triptofano digestível (0,22; 0,25; 0,28; 0,31; 0,34 e 0,37% na ração), cinco repetições e 45 codornas por unidade experimental. Houve aumento linear para o CT, rendimento de carcaça, TC e TDP aos 35 dias de idade com o aumento dos níveis de triptofano digestível. O balanço de nitrogênio (BN) e o coeficiente de metabolizabilidade (CM) reduziram linearmente com o aumento dos níveis de triptofano digestível na ração. Houve aumento linear no custo da ração por quilograma de peso vivo ganho com o aumento dos níveis de triptofano digestível. A estimativa para máximo crescimento de codornas de corte é de 0,22% de triptofano digestível na ração, correspondendo à relação LD:TrpD de 12,72. Concluiu-se que as codornas de corte apresentaram maior exigência nutricional de treonina e triptofano digestível para máximo desempenho na fase inicial de crescimento, 1 a 14 dias de idade, quando comparado à fase final de crescimento de 15 a 35 dias de idade.

Palavras-chave: aminoácidos sintéticos, balanço de nitrogênio, composição corporal, desempenho, morfometria intestinal, rendimento de carcaça

ABSTRACT

Four studies were carried out to estimate the nutritional requirements of digestible threonine and tryptophan for growing meat quail (*Coturnix coturnix* sp). In the first experiment, the objective was to estimate the requirements of digestible threonine from 1 to 14 days of age, using 1,350 meat quail distributed in a completely randomized design, with six levels of digestible threonine (1.08; 1.15; 1.22; 1.29; 1.36 and 1.43% of diet), five replications and 45 quail per experimental unit. The feed intake (FI), the weight gain (WG) and body weight (BW) showed a quadratic effect, estimating 1.26% of digestible threonine (DThr) in diet. The threonine intake showed estimative of 1.34% of digestible threonine according to the LRP (Linear Response Plateau) model. The protein deposition rate (PDR) in carcass and carcass energy retained (CER) showed quadratic effect, estimating the levels of 1.18 and 1.20% of digestible threonine. The small intestine morphometry showed a cubic effect, estimating 1.16, 1.13 and 1.14% of digestible threonine. There was a linear increase in feed cost per kilogram of body weight gain with increasing levels of digestible threonine. It was concluded that the requirement for maximum growing of meat quail is 1.26% of digestible threonine in diet, corresponding to the Digestible Lysine (DL):DThr ratio of 67.02. In the second experiment, the objective was to estimate the requirements of digestible threonine from 15 to 35 days of age, using 1,020 meat quail, distributed in a completely randomized design, with six levels of digestible threonine (0.93; 1.00; 1.07; 1.14; 1.21 and 1.28% of diet), five replications and 34 quail per experimental unit. The crypt depth of duodenum and jejunum showed quadratic effect estimating of 1.09 and 1.19% of digestible threonine in the diet. There was a linear increase in ileum villus height, in threonine intake and in feed cost per kilogram of body weight gain with increasing levels of digestible threonine. The nutritional requirement for maximum growth of meat quail is 0.93% of digestible threonine in diet, corresponding to the DL:DThr ratio of 53.76. In the third experiment, the objective was to estimate the requirements of digestible

tryptophan from 1 to 14 days of age, using 1,950 meat quail distributed in a completely randomized design, with six levels of digestible tryptophan (0.27; 0.30; 0.33; 0.36; 0.39 and 0.42% of diet), five replications and 65 quail per experimental unit. There was an increase of FI, tryptophan intake (TI), WG and BW with the digestible tryptophan (DTrp) levels increase. The level of ash (LA) had a linear decrease with the digestible tryptophan levels increase. The fat deposition rate (FDR), PDR and CER showed a quadratic effect, with estimative of 0.35 and 0.34% of digestible tryptophan on diet for maximum deposition. There was a linear increase in diet cost per kilogram of body weight gain with the digestible tryptophan levels increase. The nutritional requirement for maximum growth of meat quail is greater or equal to 0.42% of digestible tryptophan in diet, corresponding to the DL:DTrp ratio of 22.34. In the fourth experiment, the objective was to estimate the requirements of digestible tryptophan from 15 to 35 days of age, using 1,350 meat quail, distributed in a completely randomized design, with six levels of digestible tryptophan (0.22; 0.25; 0.28; 0.31; 0.34 and 0.37% of diet), five replications and 45 quail per experimental unit. There was an increase of TI, carcass yield, LA and PDR 35 days of age with the digestible tryptophan levels increase. The nitrogen balance (NB) and metabolization coefficient (MC) increased linearly with the digestible tryptophan levels increase. There was a linear increase in diet cost per kilogram of body weight gain with the digestible tryptophan levels increase. The nutritional requirement for maximum growth of meat quail is 0.22% of digestible tryptophan in diet, corresponding to the DL:DTrp ratio of 12.72. It was concluded that meat quail have a higher nutritional requirement for digestible threonine and tryptophan for maximum performance in the initial phase of growth, 1 to 14 days of age, compared to the late growth phase of 15 to 35 days of age.

Key words: amino acid, body composition, carcass yield, intestine morphometry, nitrogen balance, performance

I. INTRODUÇÃO

No cenário da produção avícola brasileira, durante muitos anos, a coturnicultura foi considerada como uma atividade alternativa para pequenos produtores. Em função do potencial dessas aves para a produção de ovos e da possibilidade de diversificação para comercialização desse produto (Freitas et al., 2005), assim como, as características sensoriais da carne considerada exótica e reconhecida por sua alta qualidade e palatabilidade, tem despertado o interesse de empresas avícolas para exploração comercial a qual está crescendo de maneira considerável (Oliveira et al., 2005).

A expansão da coturnicultura no Brasil, tem merecido destaque, por iniciar uma nova fase no país, superando o amadorismo e consolidando-se como exploração comercial (Leandro et al., 2005). A demanda de um mercado consumidor exigente justifica o crescimento expressivo da produção de carne de codorna, que apresenta alto conteúdo proteico e baixa quantidade de gordura (Winter et al., 2006).

A criação de codornas para produção de carne é uma boa alternativa para obtenção de proteína de origem animal, visto que suas instalações não necessitam de grandes investimentos, uma vez que este animal é pequeno e ocupa pouco espaço e sua produção de dejetos é inferior à das criações de animais convencionais, agredindo menos o meio ambiente. Entretanto, pouco se conhece sobre o potencial produtivo de codornas de corte no Brasil e os custos de produção, tornando seu preço elevado e pouco competitivo no mercado varejista em relação a outras aves (Móri et al., 2005).

O material genético disponível para produção de codornas para carne no Brasil, é pouco adequado, em razão da utilização de codornas japonesas ou “italianas”, selecionadas para a produção de ovos, sendo aves com características pouco adequadas para a produção de carne. Assim, há necessidade de se obter material genético especializado, com maior peso e melhor conformação de carcaça, ideais para o

atendimento dos mercados internos e de exportação (Garcia, 2002).

O Brasil não dispõe de material genético de codornas, tanto para a produção de ovos como para a produção de carne, e ambos os sistemas de produção ficam na dependência de matrizes importadas. Para se obter materiais genéticos de qualidade, são necessários programas de melhoramento genéticos bem fundamentados, embasados em parâmetros genéticos acurados e precisos (Dionello et al., 2008).

Em virtude da disponibilidade comercial de aminoácidos sintéticos a preços compatíveis, atualmente há crescente prática de se incorporar estes aminoácidos nas rações, permitindo formulações de mínimo custo com teores de proteína bruta inferiores aos recomendados nas tabelas de exigências nutricionais, porém, atendendo as exigências em aminoácidos essenciais (Deponti et al., 2007).

Em dietas para aves à base de milho e farelo de soja, a treonina é o terceiro aminoácido limitante, precedido dos aminoácidos sulfurosos e da lisina. A treonina é encontrada em altas concentrações no coração, nos músculos, no esqueleto e sistema nervoso central. É exigido para formação da proteína e manutenção do *turnover* proteico corporal, ajudando na formação do colágeno e da elastina, além de atuar na formação de anticorpos (Sá et al., 2007).

O triptofano é um aminoácido essencial e destaca-se por participar da síntese proteica e por ser precursores da niacina e serotonina. A serotonina está relacionada ao estímulo da ingestão de alimento e a diminuição do estresse que antecede o abate. Este aminoácido é bastante relatado pela importância que exerce nas funções terapêuticas, dado que alterações cerebrais causadas por níveis de triptofano, podem influenciar a síntese de serotonina, mas somente uma pequena proporção de triptofano servirá como precursor para a síntese pelo cérebro, que produz somente 1 a 2% da serotonina corporal (Kerr et al., 2005).

Desta forma, muitas pesquisas nas áreas de nutrição, sanidade, melhoramento e manejo vêm sendo realizadas com o intuito de melhorar a exploração deste mercado em expansão, principalmente de codornas de corte.

1.1. Revisão de Literatura

1.1.1. Exigência nutricional

A determinação das exigências nutricionais é de grande importância para todas as espécies avícolas, uma vez que o fornecimento de níveis adequados dos nutrientes é um importante fator que determina se as aves vão expressar todo o seu potencial genético (Corrêa et al., 2007).

O refinamento na formulação de rações para aves é prática contínua dos nutricionistas de animais que visam melhorar a economicidade da cadeia produtiva, adequando o perfil bromatológico dos ingredientes às exigências nutricionais de cada categoria zootécnica (Moura et al., 2010).

Apesar do crescente e recente interesse na atividade, ainda são escassas as pesquisas sobre exigências nutricionais que alicerçam a formulação de rações de mínimo custo ou de máximo retorno, constituindo-se em um dos principais fatores que podem limitar a exploração comercial de codornas (Oliveira et al., 2002). Soma-se a isso a falta de linhagens nacionais com características produtivas adequadas à produção de carne no ambiente tropical, a carência de pesquisas em processamento e embalagens, ausência de divulgação da atividade e da qualidade da carne (Fridrich et al., 2005).

As exigências das aves são formuladas de acordo com a quantidade de nutrientes requeridos para realizar o metabolismo basal do organismo e as funções produtivas de forma mais eficiente. Porém, essas exigências não são constantes, variando com a idade, sexo, ambiente, níveis de energia e aminoácidos da ração, entre outros fatores (Costa et al., 2004).

1.1.2. Alimentação

A coturnicultura, como outras atividades avícolas, tem como objetivo a produção com o menor custo possível. Entre os fatores que incidem sobre o custo de produção de codornas, a alimentação pode representar até 75% do custo total (Freitas et al., 2006). Dentre os diversos nutrientes da dieta destacam-se as fontes proteicas que correspondem, em média 25% dos custos com alimentação e, conseqüentemente, de maior importância nas formulações de dietas comerciais que devem suprir as

necessidades das codornas, sem onerar o custo de produção (Corrêa et al., 2007).

Para formular rações que permitam obter bons resultados zootécnicos a um custo mínimo é necessário conhecer a composição aminoacídica de cada ingrediente a ser utilizado, bem como suas limitações. Muitos trabalhos científicos são desenvolvidos para estudar o valor nutritivo dos alimentos, o que resultam nas tabelas de referências, cada vez mais precisas e completas (Fraiha, 2002).

De acordo com Silva et al. (2006), ainda não foram desenvolvidos planos de nutrição para criação de codornas em condições brasileiras, o que poderia contribuir de forma importante na redução dos custos de produção. Neste contexto, existe uma preocupação por parte dos nutricionistas em oferecer às aves rações com níveis nutricionais mais adequados, que propiciem o melhor desempenho e, conseqüentemente, maior retorno econômico.

Níveis excessivos de proteína na dieta não significam somente custo adicional em sua formulação, mas criam também problemas de contaminação do ambiente e afetam o desempenho produtivo das aves (Rostagno et al., 2006).

Em vários países, a preocupação com a questão ambiental impôs novo desafio aos nutricionistas e novo fôlego às pesquisas. A eficiência de utilização da proteína da dieta pelos animais é baixa, levando, como consequência, grande excreção de nitrogênio nas fezes. Este excesso pode ser reduzido por meio do fornecimento de rações mais eficientes, com redução no teor de proteína (Fraiha, 2002).

1.1.3. Aminoácidos

A exigência das aves não é por proteína bruta e sim por aminoácidos essenciais e por uma quantidade suficiente de nitrogênio para a síntese de aminoácidos não essenciais. As exigências das aves por aminoácidos essenciais e não essenciais parecem aumentar à medida que são utilizados níveis maiores de proteína bruta na dieta, sugerindo menor eficiência da utilização proteica associada ao desequilíbrio dos aminoácidos (Rostagno et al., 2006).

Diferentemente dos carboidratos e dos lipídeos que podem ser armazenados tanto como glicogênio hepático ou muscular e em reservas de lipídeos corporais, respectivamente, os aminoácidos e/ou proteínas, quando fornecidos em excesso, não são armazenados pelos animais, além de acarretar sobrecarga nos rins e fígado, em razão da

necessidade de se eliminar o nitrogênio em excesso, não aumentando a produção. Dessa forma, o consumo de aminoácidos em demasia é dispendioso, porque o excesso é catabolizado para formar energia, que é suprida por carboidratos e lipídeos a custo mais baixo (Corrêa et al., 2008).

A proteína necessária para manutenção do metabolismo corporal das aves e para produção de carne e ovos é proveniente da proteína dietética, cujos aminoácidos são utilizados para exercer inúmeras funções de constituintes primários dos tecidos estruturais e de proteção, como a pele, matriz óssea, ligamentos, tecidos dos órgãos, músculos e penas (Pinto et al., 2003). Em virtude da proteína corporal estar em estado dinâmico de síntese e degradação, simultaneamente, a ingestão adequada de aminoácidos dietéticos é exigido (Murakami & Furlan, 2002).

Atualmente, os avanços no conhecimento do metabolismo proteico e o surgimento de novos aminoácidos sintéticos, com produção em grande escala comercial e a preços compatíveis, têm permitido aos nutricionistas formular dietas mais próximas da exigência animal, melhorando o aproveitamento da proteína dietética, e reduzindo os custos e a produção de resíduos mais nocivos ao meio ambiente (Schmidt et al., 2009).

Outra grande vantagem do uso de aminoácidos sintéticos é a possibilidade de se estabelecer uma relação ideal entre todos os aminoácidos na dieta, pelo conceito de proteína ideal, o que contribui para redução dos níveis proteicos da ração (Schmidt et al., 2009).

1.1.4. Treonina

Em dietas para aves à base de milho e farelo de soja, a treonina é o terceiro aminoácido limitante, precedido dos aminoácidos sulfurosos e da lisina. Formular dietas para aves de custo mínimo, que atenda as exigências de treonina, é essencial para expressar o máximo potencial genético das aves e para diminuir o desbalanço entre os aminoácidos (Atêncio et al., 2004).

A treonina sintética apresenta-se sob a forma de isômero L e sua equivalência proteica situa-se em torno de 74%. A L-treonina pura é 100% digestível e está disponível comercialmente, oferecendo maior flexibilidade na formulação de dietas (Umigi et al., 2007).

A inclusão de L-treonina na dieta, similarmente ao que ocorre com a metionina e lisina, promove o decréscimo da proteína bruta da dieta e, por consequência, diminui a eliminação de ácido úrico, de água e a formação de amônia no ambiente, além do custo da dieta (Kidd et al., 2002).

É sabido que o desbalanço entre os aminoácidos, ou seja, a deficiência de um aminoácido causada pelo excesso de outro, prejudica o desempenho das aves. De acordo com Andriquetto et al. (2002), existe inter-relação entre a metionina e treonina. O excesso de metionina provoca diminuição de crescimento em função de uma deficiência secundária de treonina, por aumentar a oxidação da mesma pela elevação da atividade da enzima treonina desidratase.

Segundo Sá et al. (2007), a treonina é um aminoácido essencial para aves, sendo encontrado em altas concentrações no coração, nos músculos, no esqueleto e sistema nervoso central. É exigido para formação da proteína e manutenção do *turnover* proteico corporal, ajudando na formação do colágeno e da elastina, além de atuar na formação de anticorpos.

A treonina é um importante componente das penas, visto que, juntamente com a serina corresponde a mais de 20% dos aminoácidos presentes nos resíduos das penas. Além disso, a treonina participa na formação da glicina (Kidd, 2000).

A treonina tem maior importância no período de crescimento e terminação, porque a proporção de exigência de treonina para manutenção é alta em relação aos demais aminoácidos, por causa de sua alta taxa de *turnover* e relativa abundância nas secreções intestinais endógenas. À medida que a ave cresce, é economicamente importante minimizar os excessos de aminoácidos e satisfazer de forma eficiente às exigências de crescimento ou deposição de tecidos (Kidd, 2001).

Segundo Corzo et al. (2007), estima-se que mais da metade da treonina consumida seja utilizada a nível intestinal para as funções de manutenção, sendo primariamente utilizada na síntese de mucina. O tipo e quantidade de mucina produzida no trato gastrointestinal influenciam as comunidades microbianas (por servir de substrato para a fermentação e fixação bacteriana), a disponibilidade de nutrientes (via perda endógena de mucina, bem como a absorção de nutrientes) e a função imune (via controle de população microbiana e disponibilidade de nutrientes).

Por causa da baixa digestibilidade das mucinas, os aminoácidos que as constituem não podem ser reabsorvidos, daí sua alta concentração nas perdas endógenas ao final do íleo. Em função disto, as mucinas contribuem com, aproximadamente, 30% das perdas

endógenas da treonina (Corzo et al., 2007).

Uma fração importante da treonina dietética é absorvida no intestino delgado principalmente no íleo. A treonina que é absorvida pelo íleo não passa inteiramente ao sangue da veia porta, que coleta os nutrientes do processo de digestão; desta forma, uma parte significativa da treonina digestível pode ser utilizada pelo próprio trato digestório. Esta importante utilização de treonina pelo intestino está de acordo com o alto teor de treonina das secreções digestórias, entre elas o muco. (Le Bellego et al., 2002).

O muco é composto principalmente de água (95%) e mucinas (5%), que são glicoproteínas de alto peso molecular, especialmente rica em treonina. A camada gelatinosa de muco é secretada pelas células caliciformes disseminadas ao longo das vilosidades intestinais. O muco recobre a parede do trato digestório e a protege contra as enzimas digestivas e o dano físico provocado pela digesta. (Le Bellego et al., 2002).

Em nível de duodeno, a hidrólise dos aminoácidos ainda se encontra incompleta, logo, a absorção é mínima, além disso, nas aves, grandes quantidades de carreadores de membrana estão localizadas no íleo, o que o torna o principal sítio de absorção de aminoácidos (Rutz, 2002).

Estudos mostraram que parte significativa do consumo de treonina é utilizada pelo próprio intestino para a síntese de secreções endógenas, particularmente muco. Considerando a importância das secreções digestórias para a saúde do intestino e para o processo digestório, um nível adequado de treonina dietética é essencial para permitir uma função digestória adequada (Le Bellego et al., 2002).

1.1.5. Triptofano

O triptofano pertence a classe dos aminoácidos essenciais, ou seja, não são produzidos pelo animal ou são produzidos em velocidade muito lenta, não satisfazendo as suas necessidades.

O triptofano tende a ser um aminoácido limitante nas dietas de aves, à medida que a proteína bruta das rações diminui. Nos ingredientes e nas dietas, o triptofano é um aminoácido de difícil mensuração quando comparado aos demais e, em parte, esta situação leva a uma variabilidade nos resultados de pesquisa. Este aminoácido é mais considerado quando se utilizam dietas com considerável quantidade de farinha de carne ou de subprodutos avícolas (Kidd & Hackenhaar, 2006).

O triptofano pode ser suplementado em dietas na sua forma sintética L-triptofano, com 99,3% de digestibilidade para aves. Atualmente não é economicamente viável a sua suplementação, visto que normalmente as dietas compostas por milho e farelo de soja possuem quantidades adequadas deste aminoácido (Pinheiro et al., 2008).

Em casos da utilização de ingredientes alternativos, deficientes em triptofano e em dietas formuladas com base na proteína ideal, a suplementação com triptofano é indicada, por oferece aos nutricionistas a possibilidade de balanceamento das dietas, permitindo maior flexibilidade na formulação das mesmas (Pinheiro et al., 2008).

O fato do triptofano ser importante no sistema imunológico e ter nos seus metabólitos os principais produtos envolvidos na regulação do consumo e do estresse, por meio da síntese de niacina e serotonina, faz com que este seja, imprescindível em níveis adequados nas rações, para que haja crescimento rápido e eficiente das aves (Castro et al., 2000).

Segundo Nelson & Cox (2002), a quebra do triptofano é a mais complexa de todas as vias do catabolismo dos aminoácidos nos tecidos animais. Porções do triptofano liberam acetil-CoA por duas vias diferentes: piruvato e acetoacetil-CoA.

Alguns dos intermediários do catabolismo do triptofano são precursores necessários para a biossíntese de outras biomoléculas importantes, incluindo o nicotinato, um precursor do NAD e do NADP nos animais (Nelson & Cox, 2002). O nicotinato, também chamado de niacina ou vitamina B₃, é derivado do triptofano e sua síntese é possível devido ao suprimento adequado deste aminoácido na dieta (Berg et al., 2004).

Entre outros aminoácidos essenciais, o triptofano destaca-se porque, além de participar da síntese proteica, é precursor de serotonina que está relacionada ao estímulo da ingestão de alimento e a diminuição do estresse que antecede o abate. Este aminoácido é bastante relatado pela importância que exerce nas funções terapêuticas, dado que alterações cerebrais causadas por níveis deficientes de triptofano, podem influenciar a síntese de serotonina, mas somente uma pequena proporção de triptofano servirá como precursor para a síntese pelo cérebro, que produz somente 1 a 2% da serotonina corporal (Kerr et al., 2005).

A via de oxidação do triptofano leva a produção de serotonina no cérebro. A serotonina é produzida diretamente pela hidroxilação do triptofano pela enzima triptofano 5-monooxigenase, resultando na formação de 5-hidroxitriptofano, que é então descarboxilado pela atuação da enzima 5-hidroxitriptofano descarboxilase, produzindo

5-hidroxitriptamina (serotonina) (Nelson & Cox, 2002).

A serotonina é diretamente proporcional ao triptofano plasmático, relacionado ao suprimento dietético, regulando vários efeitos neurocomportamentais como humor, percepção da dor, saciedade e apetite. O favorecimento da produção de serotonina por meio da manipulação alimentar parece possível por meio do fornecimento de dietas com baixos teores de proteína e altos teores de triptofano (Van Cauwenberghe & Relandeau, 2000).

Alguns trabalhos têm sido realizados visando testar o efeito sedativo do triptofano via serotonina. Guandolini et al. (2004), avaliando a imobilidade tônica e a agressividade em codornas na fase de recria com a inclusão de triptofano na dieta, relataram que não houve diferença nas alterações de agressividade e nem na resposta de imobilidade tônica nos níveis de triptofano que foram testados.

Segundo Kidd & Hackenhaar (2006), a deficiência de triptofano não somente prejudica a qualidade da carcaça por participar na síntese de proteína corporal como também prejudica a síntese de neurotransmissores importantes como a serotonina e a melatonina. Esta deficiência pode ser evitada se estabelecida uma proporção ou uma relação à lisina de 17% ou mais na formulação das rações.

A falta de informações sobre as exigências nutricionais para codornas de corte em fase de crescimento norteou a necessidade desta pesquisa, que foi conduzida objetivando-se estimar a exigência nutricional de treonina e triptofano digestível para o máximo desempenho, rendimento e composição química da carcaça, deposição de proteína e gordura na carcaça, morfometria do intestino delgado, balanço de nitrogênio e a análise econômica das rações de codornas de corte na fase de crescimento.

Literatura Citada

- ANDRIGUETTO, L.M.; PERLY, L.; MINARDI, I. et al. **Nutrição Animal. As bases e os fundamentos da nutrição animal.** v.1, 2002. 395p.
- ATÊNCIO, A.; ALBINO, L.F.T.; ROSTAGNO, H.S. et al. Exigências de treonina para frangos de corte machos nas fases de 1 a 20, 24 a 38 e 44 a 56 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.4, p.880-893, 2004.
- BERG, J.M.; TYMOCZKO, J.L.; STRYER, L. **Bioquímica.** 5 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2004, 1.059p.
- CASTRO, A.J.; GOMES, P.C.; PUPA, J.M.R. et al. Exigência de triptofano para frangos de corte de 1 a 21 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.6, p.1743-1749, 2000.
- CORRÊA, G.S.S.; SILVA, M.A.; CORRÊA, A.B. et al. Exigência de proteína bruta para codornas de corte EV1 em crescimento. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.59, n.5, p.1278-1286, 2007.
- CORRÊA, G.S.S.; SILVA, M.A.; CORRÊA, A.B. et al. Nível de proteína bruta para codornas de corte durante o período de crescimento. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.60, n.1, p.209-217, 2008.
- CORZO, A.; KIDD, M.T.; DOZIER, W.A. et al. Dietary threonine needs for growth and immunity of broilers raised under different litter conditions. **The Journal of Applied Poultry Science**, v.16, p.574-582, 2007.
- COSTA, F.G.P.; SOUZA, H.C.; GOMES, C.A.V. et al. Níveis de proteína bruta e energia metabolizável na produção e qualidade dos ovos de poedeiras da linhagem lohmann brown. **Ciência e Agrotecnologia**, v.28, n.6, p.1421-1427, 2004.
- DEPONTI, B.J.; FARIA, D.E.; FARIA, D.E. et al. Exigências de triptofano e padrão de recuperação do desempenho de poedeiras comerciais após alimentação com rações deficientes em triptofano. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.5, p.1324-1330, 2007.
- DIONELLO, N.J.L.; CORREA, G.S.S.; SILVA, M.A. et al. Estimativas da trajetória genética do crescimento de codornas de corte utilizando modelos de regressão aleatória. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.60, n.2, p.454-460, 2008.
- FRAIHA, M. Atualização em nutrição protéica para frangos de corte, 2002. Disponível em : <<http://www.lisina.com.br/nutrição/palestra.asp>> Acesso em: 20 nov.2003.
- FREITAS, A.C.; FUENTES, M.F.F.; FREITAS, E.R. et al. Níveis de proteína bruta e energia metabolizável na dieta sobre o desempenho de codornas de postura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.3, p.838-846, 2005.

- FREITAS, A.C.; FUENTES, M.F.F.; FREITAS, E.R. et al. Níveis de proteína bruta e energia metabolizável na ração para codornas de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.4, p.1705-1710, 2006 (supl.).
- FRIDRICH, A.B.; VALENTE, B.D.; SILVA, A.F. et al. Exigência de proteína bruta para codornas européias no período de crescimento. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.57, n.2, p.261-265, 2005.
- GARCIA, E.A. Codornas para produção de carne. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE COTURNICULTURA – Novos conceitos aplicados à produção de codornas, 1., 2002, Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA/NECTA, 2002, p.97-108.
- GUANDOLINI, G.C.; RIZZO, P.V.; MONSALVES, F.M. et al. Avaliação de imobilidade tônica e agressividade em codornas na fase de recria: efeitos da inclusão de triptofano na alimentação. II SIMPÓSIO INTERNACIONAL E I CONGRESSO BRASILEIRO DE COTURNICULTURA, 2004, Lavras **Anais...** Lavras:UFLA, 2004. p.204.
- KERR, B.J.; MORAN JUNIOR, E.T.; KIDD, M.T. Effect of supplementary tryptophan prior to marketing on carcass quality in broilers. **Journal Applied Poultry Research**, v.14, p.306-314, 2005.
- KIDD, M.T. Nutritional considerations concerning threonine in broilers. **World's Poultry Science Journal**, v.56, p.139-151, 2000.
- KIDD, M.T. Lysine and threonine needs of commercial broilers: In: AJINOMOTO HEARTHAND POULTRY SYMPOSIUM, 2001, Nashville, TN. **Proceedings...** Nashville TN, 2001.
- KIDD, M.T.; ZUMWALT, C.D.; CHAMBLEE, D.W. et al. Broiler growth and carcass responses to diets containing L-threonine versus diets containing threonine from intact protein sources. **The Journal of Applied Poultry Research**, Savoy, v.11, n.1, p.83-89, 2002.
- KIDD, M.T.; HACKENHAAR, L. Dietary threonine for broilers: dietary interactions and feed additive supplement use. **CAB Reviews: Perspectives in Agriculture, Veterinary Science, Nutrition and Natural Resources**, v.1, n.5, 6p. 2006.
- LE BELLEGO, L.; RELANDEAU C.; VAN CAUWENBERGHE, S. **Threonine: a key nutrient for the gut**. Ajinomoto Eurolysine Information, n.26, p.14-17, 2002 (Ajinomoto animal nutrition).
- LEANDRO, N.S.M.; VIEIRA, N.S.; MATOS, M.S. et al. Desempenho produtivo de codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*) submetidas a diferentes densidades e tipos de debicagem. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v.27, n.1, p.129-135, 2005.
- MÓRI, C.; GARCIA, E.A.; PAVAN, A.C. et al. Desempenho e rendimento de carcaça de quatro grupos genéticos de codornas para produção de carne. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.3, p.870-876, 2005.
- MOURA, A.M.A.; FONSECA, J.B.; TAKATA, F.N. et al. Determinação da energia metabolizável de alimentos para codornas japonesas em postura. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.62, n.1, p.178-183, 2010.
- MURAKAMI, A.E.; FURLAN, A.C. Pesquisas na nutrição e alimentação de codornas em postura no Brasil. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE COTURNICULTURA, 1., 2002, Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA, 2002. p.113-119.
- NELSON, D.L.; COX, M.M. Biossíntese de aminoácidos, nucleotídeos e moléculas. In: **Lehninger princípios de bioquímica**. 3. ed. São Paulo: Sarvier, 975p., 2002.
- OLIVEIRA, N.T.E.; SILVA, M.A.; SOARES, R.T.R.N. et al. Exigência de proteína bruta e energia metabolizável para codornas japonesas criadas para a produção de carne. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.2, p.675-686, 2002.

- OLIVEIRA, E.G.; ALMEIDA, M.I.M.; MENDES, A.A. et al. Avaliação sensorial de carne de codornas para corte, abatidas aos 35, 56 e 77 dias de idade. **Revista Veterinária e Zootecnia**, v.12, n.1/2, p.61/68, 2005.
- PINHEIRO, S.R.F.; BARRETO, S.L.T.; ALBINO, L.F.T. et al Efeito dos níveis de triptofano digestível em dietas para codornas japonesas em postura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.6, p.1012-1016, 2008.
- PINTO, R.; FERREIRA, A.S.; DONZELE, J.L. et al. Exigência de lisina para codornas japonesas em postura. . **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.5, p.1182-1189, 2003.
- ROSTAGNO, H.A.; ALBINO, L.F.T; BERNAL, L.E.P. et al. Uso da proteína ideal para formular dietas de frangos de corte, 2006. Disponível em: <<http://www.lisina.com.br/nutrição/palestra.asp>> Acesso em: 20 maio.2007.
- RUTZ, F. Metabolismo intermediário. In: MACARI, M.; FURLAN, R.L.; GONZÁLES, E. (Ed) **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. 2.ed. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, 2002. 375p.
- SÁ, L.M.; GOMES, P.C.; CECON, P.R. et al. Exigência nutricional de treonina digestível para galinhas poedeiras no período de 34 a 50 semanas de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.6, p.1848-4853, 2007.
- SCHMIDT, M.; GOMES, P.C.; ROSTAGNO, H.S. et al. Exigência nutricional de lisina digestível para poedeiras semipesadas no segundo ciclo de produção. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.10, p.1956-1961, 2009.
- SILVA, E.L.; SILVA, J.H.V.; JORDÃO FILHO, J. et al. Redução dos níveis de proteína e suplementação aminoacídica em rações para codornas européias (*Coturnix coturnix coturnix*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.3, p.822-829, 2006.
- UMIGI, R.T.; BARRETO, S.L.T.; DONZELE, J.L. et al. Níveis de treonina digestível em dietas para codorna japonesa em postura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.6, p.1868-1874, 2007.
- VAN CAUWENBERGHE, S.; RELANDEAU, C. **L-Tryptophan supplementation to enhance piglet growth**. Ajinomoto Eurolysine Information, n.23, 2000 (Ajinomoto animal nutrition).
- WINTER, E.M.W.; ALMEIDA, M.I.M.; OLIVEIRA, E.G. et al. Aplicação do método Bayesiano na estimação de correlações genéticas e fenotípicas de peso em codornas de corte em várias idades. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.4, p.1684-1690, 2006 (supl.).

II. OBJETIVOS GERAIS

O objetivo do presente trabalho foi estimar as exigências nutricionais de treonina e triptofano digestíveis para codornas de corte (*Coturnix coturnix* sp) na fase de crescimento.

Objetivos específicos

- 1 - Estimar a exigência nutricional de treonina digestível para codornas de corte, nos períodos de 1 a 14 e de 15 a 35 dias de idade para o máximo desempenho, rendimento e composição química da carcaça, morfometria do intestino delgado e a análise econômica das rações;
- 2 - Avaliar o balanço de nitrogênio e o coeficiente de metabolizabilidade do nitrogênio nas rações de codornas de corte contendo diferentes níveis de treonina digestível nas rações;
- 3 - Estimar a exigência nutricional de triptofano digestível para codornas de corte, nos períodos de 1 a 14 e de 15 a 35 dias de idade para o máximo desempenho, rendimento e composição química da carcaça e a análise econômica das rações;
- 4 - Avaliar o balanço de nitrogênio e o coeficiente de metabolizabilidade do nitrogênio nas rações de codornas de corte contendo diferentes níveis de triptofano digestível;

1 **III. Exigência nutricional de treonina digestível para codornas de corte no período** 2 **de 1 a 14 dias de idade**

3
4 RESUMO: O objetivo deste trabalho foi estimar a exigência de treonina digestível
5 (ThrD) para codornas de corte (*Coturnix coturnix* sp) na fase de crescimento. Foram
6 utilizadas 1.350 codornas de 1 a 14 dias de idade, não sexadas, distribuídas em um
7 delineamento experimental inteiramente casualizado com seis níveis de treonina
8 digestível (1,08; 1,15; 1,22; 1,29; 1,36 e 1,43% na ração), cinco repetições e 45
9 codornas por unidade experimental. Os níveis de treonina digestível das rações
10 influenciaram de forma quadrática o consumo de ração (CR), o ganho de peso (GP) e o
11 peso corporal (PC). As estimativas para maior CR (128,96 g/ave), GP (70,73 g) e PC
12 (79,41 g) para codornas de corte foram obtidas com rações contendo 1,26% de treonina
13 digestível. O consumo de treonina apresentou estimativa de 1,34% de treonina
14 digestível de acordo com o LRP (Linear Response Plateau). A taxa de deposição de
15 proteína (TDP) na carcaça e a energia retida na carcaça (ERC) apresentaram efeito
16 quadrático, estimando para máxima TDP (2,00 g/ave) e ERC (15,88 kcal/g) os níveis de
17 1,18 e 1,20% de treonina digestível na ração, respectivamente. A morfometria do
18 intestino delgado apresentou efeito cúbico, estimando 1,16, 1,13 e 1,14% de treonina
19 digestível na ração, respectivamente, para o máximo desenvolvimento dos segmentos
20 do duodeno, jejuno e íleo estudados. Houve aumento linear no custo da ração por
21 quilograma de peso vivo ganho com o aumento dos níveis de treonina digestível.
22 Concluiu-se que a exigência nutricional de treonina digestível para máximo crescimento
23 de codornas de corte, no período de 1 a 14 dias de idade, é de 1,26%, correspondendo à
24 relação Lisina Digestível (LD):ThrD de 67,02.

25
26 Palavras-chave: aminoácidos sintéticos, composição corporal, desempenho

Introdução

O constante crescimento populacional vem estimulando a exploração de outras aves como novas opções de fontes proteicas. A demanda por carne de melhor qualidade de um mercado consumidor exigente justifica o crescimento expressivo da produção de carne de codorna (Winter et al., 2006).

Atenta à demanda do mercado consumidor, a Perdigão®, empresa do setor avícola, introduziu no Brasil uma nova variedade de codornas para produção de carne que, aos poucos, foi denominada pelos produtores de linhagem italiana. Neste contexto, pesquisadores estão buscando melhor conhecimento das linhagens disponíveis, a fim de se estabelecer índices zootécnicos, contribuindo para o pleno desenvolvimento da cultura (Móri et al., 2005).

Atualmente, os avanços no conhecimento do metabolismo proteico e o surgimento de novos aminoácidos sintéticos, com produção em grande escala comercial e a preços compatíveis, têm permitido aos nutricionistas formular dietas mais próximas da exigência animal, melhorando o aproveitamento da proteína dietética, e reduzindo os custos e a produção de resíduos menos nocivos ao meio ambiente (Schmidt et al., 2009).

Outra grande vantagem do uso de aminoácidos sintéticos é a possibilidade de se estabelecer uma relação ideal entre todos os aminoácidos na dieta, pelo conceito de proteína ideal, o que contribui para redução dos níveis proteicos da ração (Schmidt et al., 2009).

Em dietas para aves à base de milho e farelo de soja, a treonina é o terceiro aminoácido limitante, precedido dos aminoácidos sulfurosos e da lisina. É exigido para formação da proteína e manutenção do *turnover* proteico corporal, além de auxiliar na formação do colágeno e da elastina e atuar na produção de anticorpos (Sá et al., 2007).

1 A L-treonina pura é 100% digestível e está disponível comercialmente,
2 oferecendo maior flexibilidade na formulação de dietas. Sua suplementação permite
3 menor inclusão de alimentos proteicos, acarretando menores excreções de nitrogênio e
4 poluição ambiental (Umigi et al., 2007).

5 A falta de informações sobre a exigência nutricional de treonina para codornas de
6 corte em crescimento norteou esta pesquisa, que foi conduzida com o objetivo de
7 estimar o melhor nível de treonina digestível para o máximo desempenho, composição
8 química da carcaça, deposição de proteína e gordura na carcaça, energia retida na
9 carcaça, morfometria do intestino delgado e a análise econômica das rações de codornas
10 de corte (*Coturnix coturnix* sp) em fase de crescimento de 1 a 14 dias de idade.

11 **Material e Métodos**

12 O experimento foi realizado no Setor de Coturnicultura da Fazenda Experimental
13 de Iguatemi na Universidade Estadual de Maringá - UEM, no período 12 a 26 de janeiro
14 de 2009.

15 Foram utilizadas 1.350 codornas de corte (*Coturnix coturnix* sp), não sexadas,
16 com um dia de idade e peso médio inicial de 8,68 g. As aves foram distribuídas em um
17 delineamento inteiramente casualizado com seis níveis de treonina digestível, cinco
18 repetições e 45 aves por unidade experimental.

19 As aves foram alojadas em um galpão convencional, coberto com telha de fibra
20 amianto e dividido em 30 “boxes” de 2,5 m² com piso de terra batida, sendo utilizada
21 casca de arroz como cama, a qual foi forrada com papelão corrugado na primeira
22 semana. O programa de iluminação utilizado foi de 24 horas por dia (natural + artificial)
23 durante todo o período experimental.

24 As temperaturas, máxima e mínima foram monitoradas durante todo o período
25 experimental, sendo seus valores registrados às 08h e 16h, utilizando para este fim um

1 termômetro de bulbo seco. As temperaturas, máxima e mínima média foram,
2 respectivamente: 37 e 26°C no período da manhã e 38 e 28°C no período da tarde.

3 As rações experimentais consistiram em seis níveis de treonina digestível (1,08;
4 1,15; 1,22; 1,29; 1,36 e 1,43%), sendo as mesmas isoproteicas, isoenergéticas,
5 isocálcicas e isofosfóricas, formuladas à base de milho e farelo de soja (Tabela 1). A
6 composição química e os valores energéticos dos alimentos foram obtidos de Rostagno
7 et al. (2005).

8 Para atender às exigências nutricionais das codornas, adotaram-se as
9 recomendações preconizadas por Scherer (2009) para as exigências de lisina digestível e
10 energia metabolizável e Silva et al. (2009) para as exigências de cálcio e fósforo
11 disponível das rações.

12 Os teores de metionina+cistina e triptofano digestíveis das rações foram
13 calculados de acordo com a relação proposta por Rostagno et al. (2005) para frangos de
14 corte na fase inicial de 1 a 21 dias de idade, correspondendo à relação de lisina
15 digestível:metionina+cistina e triptofano digestíveis de 71 e 16, respectivamente. Todas
16 as rações foram suplementadas com aminoácidos sintéticos em quantidades suficientes
17 para se obter as relações desejadas entre os aminoácidos.

18 As codornas foram pesadas semanalmente e simultaneamente foram realizadas as
19 pesagens das rações experimentais fornecidas, para a determinação do consumo de
20 ração (g/ave), do consumo de treonina (g/ave), do ganho de peso (g), do peso corporal
21 (g) e da conversão alimentar (g/g).

22 O estudo da composição química da carcaça foi realizado por meio do abate
23 referencial feito a partir de um grupo adicional de 50 codornas com 1 dia de idade,
24 comparadas com as codornas abatidas ao término do período experimental.

1 Tabela 1. Composição percentual e nutricional das rações experimentais para codornas
 2 de corte em crescimento (1 a 14 dias de idade)

Ingredientes (%)	Níveis de Treonina Digestível (%)					
	1,08	1,15	1,22	1,29	1,36	1,43
Milho grão	54,569	54,696	54,824	54,951	55,077	55,204
Farelo de soja (45%)	38,321	38,139	37,957	37,776	37,595	37,412
Óleo de soja	2,238	2,198	2,159	2,126	2,092	2,059
Fosfato bicálcico	1,606	1,607	1,608	1,609	1,610	1,612
Calcário	0,380	0,385	0,386	0,386	0,386	0,386
L-Lisina HCL (78%)	1,016	1,022	1,028	1,033	1,039	1,044
DL-Metionina (98%)	0,743	0,745	0,747	0,748	0,750	0,752
L-Treonina (98%)	0,365	0,445	0,527	0,606	0,685	0,764
L-Triptofano (98 %)	0,058	0,059	0,060	0,061	0,062	0,063
Sal comum	0,394	0,394	0,394	0,394	0,394	0,394
Suplemento mineral/vitaminico ¹	0,300	0,300	0,300	0,300	0,300	0,300
Antioxidante ²	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Composição Nutricional Calculada						
Proteína bruta (%)	23,50	23,50	23,50	23,50	23,50	23,50
Energia metab. (kcal/kg)	2.997	2.997	2.997	2.997	2.997	2.997
Cálcio (%)	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65
Fósforo disponível (%)	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41
Lisina digestível (%)	1,88	1,88	1,88	1,88	1,88	1,88
Metionina+cistina digest. (%)	1,33	1,33	1,33	1,33	1,33	1,33
Treonina digestível (%)	1,08	1,15	1,22	1,29	1,36	1,43
Triptofano digestível (%)	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30

3 ¹ Suplementação vitamínica/mineral (níveis de garantia por kg do produto); Vit. A – 4.500.000 UI; Vit.
 4 D3 – 1.250.000 UI; Vit. E – 4.000 mg; Vit. B1 – 278 mg; Vit. B2 – 2.000 mg; Vit. B6 – 525 mg; Vit.
 5 B12 – 5.000 µcg; Vit. K3 – 1.007 mg; Pantotenato de Cálcio – 4.000 mg; Niacina – 10.000 mg; Colina –
 6 140.000 mg; Antioxidante – 5.000 mg; Zinco – 31.500 mg; Ferro – 24.500 mg; Manganês – 38.750 mg;
 7 Cobre – 7.656 mg; Cobalto – 100 mg; Iodo – 484 mg; Selênio – 127 mg;

8 ² BHT(Butil Hidroxi Tolueno).

1 Para o estudo da composição química da carcaça, foram utilizadas as carcaças
2 evisceradas com pele de cinco codornas selecionadas pelo peso médio ($\pm 10\%$) de cada
3 unidade experimental (25 codornas por tratamento) ao término do experimento, as quais
4 foram sacrificadas por decapitação entre os ossos occipital e atlas, feito com tesoura, de
5 acordo com as normas propostas pelo Comitê de Ética em Experimentação Animal da
6 Universidade Estadual de Maringá.

7 As aves foram sangradas e escaçadas por 15 a 30 segundos a temperatura de 53 a
8 55°C e depenadas manualmente. Depois de evisceradas por meio de corte abdominal e
9 retirados os pés e a cabeça, as carcaças foram congeladas em sacos plásticos
10 devidamente identificados por tratamento e repetição e, posteriormente, foram moídas
11 em moinho de carne industrial.

12 As carcaças moídas foram pesadas, homogeneizadas e levadas a estufa de
13 ventilação forçada a 55°C por 72 horas, para a realização da pré-secagem. Após a pré-
14 secagem, as mesmas foram moídas em moinho tipo martelo e encaminhadas para as
15 determinações analíticas no Laboratório de Nutrição e Alimentação Animal (LANA)
16 pertencente ao Departamento de Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá.

17 Foram determinados a matéria seca, umidade, proteína bruta, extrato etéreo e
18 cinzas das carcaças, conforme metodologias descritas por Silva & Queiróz (2004), e
19 calculadas as taxas de deposição de proteína (TDP) e gordura na carcaça (TDG) e
20 energia retida na carcaça (ERC), conforme metodologias descritas por Fraga et al.
21 (2008).

22 A taxa de deposição de proteína (TDP) na carcaça foi calculada segundo a
23 fórmula:

$$24 \quad TDP = (QP_{cf} - QP_{ci})/PE$$

25 em que, QP_{cf} é a quantidade, em gramas, de proteína na carcaça final; QP_{ci} é a

1 quantidade de proteína na carcaça inicial e PE é o período experimental, em dias. QP_{cf}
2 foi obtida multiplicando-se o peso da carcaça de um determinado indivíduo, ao final do
3 experimento, pela respectiva proteína bruta da carcaça (PBC), enquanto QP_{ci} foi obtida
4 pelo peso médio do grupo adicional, ao início do experimento, multiplicado pelo seu
5 teor médio de proteína bruta.

6 A taxa de deposição de gordura (TDG) na carcaça foi calculada segundo a
7 equação:

$$8 \quad \text{TDG} = (QG_{cf} - QG_{ci})/PE$$

9 em que, QG_{cf} é a quantidade, em gramas, de gordura na carcaça final; QG_{ci} é a
10 quantidade de gordura na carcaça inicial e PE é o período experimental, em dias. QG_{cf} e
11 QG_{ci} foram obtidas de modo similar as QP_{cf} e QP_{ci} , utilizando os valores de extrato
12 etéreo ao invés de proteína bruta da carcaça.

13 A energia retida na carcaça (ERC) foi calculada por meio da fórmula:

$$14 \quad \text{ERC} = 5,66 \text{ TDP} + 9,37 \text{ TDG}$$

15 sendo 5,66 e 9,37 os valores energéticos (em kcal/g) da proteína e da gordura,
16 respectivamente, indicados por Sakomura (2004).

17 A morfometria do intestino delgado foi realizada no Laboratório de Histotécnica
18 Animal do Departamento de Ciências Morfológicas da Universidade Estadual de
19 Maringá. Foram abatidas duas aves de cada repetição (dez aves por tratamento) aos 14
20 dias de idade, por decapitação entre os ossos occipital e atlas. Após laparotomia, o
21 intestino delgado foi retirado e mensurado o seu comprimento. Em seguida, uma
22 amostra de aproximadamente três centímetros, foi retirada da porção inicial do duodeno,
23 aos 10 cm acima do divertículo de Meckel (jejuno) e 10 cm acima da junção ileocecal
24 (íleo) de cada ave.

1 As amostras foram lavadas em solução salina, fixadas em solução de formol a
2 10% e, posteriormente, desidratadas em série de concentrações crescentes de álcool,
3 diafanizadas em xilol, e incluídas em parafina conforme metodologia descrita por Beçak
4 & Paulete, (1976). Foram obtidos cortes histológicos longitudinais e semisseriados com
5 sete μm de espessura e, posteriormente, corados pelo método de Hematoxilina-Eosina.

6 A captura de imagens para análise morfométrica foi realizada no Laboratório de
7 Captura de Imagens do Departamento de Ciências Morfológicas da Universidade
8 Estadual de Maringá por meio de uma câmera digital Olympus Q-Color 3, acoplada ao
9 microscópio Olympus Bx 40. As imagens foram capturadas em objetiva de 10x e
10 analisadas utilizando-se sistema de imagens computadorizado Image Pro Plus (Versão
11 5.2-Media Cibernética).

12 A morfometria do intestino delgado foi realizada em 30 vilos por animal,
13 mensurando a altura dos vilos e a profundidade de criptas de cada repetição por
14 segmento e desses valores foi obtida a média.

15 Foi realizada a análise econômica das rações determinando-se o custo da ração
16 por quilograma de peso vivo ganho (Y_i), segundo Bellaver et al. (1985), calculada por
17 meio da fórmula:

$$18 \quad Y_i = (Q_i \times P_i) / G_i$$

19 em que, Q_i corresponde à quantidade de ração consumida, P_i equivale ao preço por
20 quilograma da ração utilizada (R\$/kg) e G_i equivale ao ganho de peso.

21 A análise estatística das variáveis de desempenho, composição química da carcaça
22 e análise econômica das rações foi realizada por meio do método de quadrados
23 mínimos, de acordo com a teoria de modelos lineares clássicos, utilizando o Sistema
24 para Análises Estatísticas – SAEG (UFV, 1997), e as estimativas de exigência
25 nutricional de treonina digestível foram feitas por meio de modelo quadrático e/ou

1 descontínuo “Linear Response Plateau” (LRP), conforme o ajustamento dos dados
 2 obtidos para cada variável, segundo o modelo.

$$3 \quad Y_{ij} = b_0 + b_1ThrD_i + b_2ThrD_i^2 + FA + e_{ij}$$

4 Y_{ij} = variável medida na unidade experimental j , alimentada com ração contendo o nível
 5 i de treonina digestível;

6 b_0 = constante geral;

7 b_1 = coeficiente de regressão linear em função do nível de treonina digestível;

8 $ThrD_i$ = nível de treonina digestível; $T_1 = 1,08$; $T_2 = 1,15$; $T_3 = 1,22$; $T_4 = 1,29$; $T_5 =$
 9 $1,36$ e $T_6 = 1,43\%$;

10 b_2 = coeficiente de regressão quadrático em função do nível de treonina digestível;

11 FA = falta de ajustamento do modelo de regressão;

12 e_{ij} = erro aleatório associado a cada observação.

13 A análise estatística da morfometria do intestino delgado foi realizada por meio do
 14 método de máxima verossimilhança, de acordo com a teoria de modelos lineares
 15 generalizados (Nelder & Wedderburn, 1972), admitindo distribuição gama com função
 16 de ligação recíproca, utilizando o Sistema para Análises Estatísticas (SAS, 1985),
 17 segundo o modelo:

$$18 \quad \eta_{ij} = b_0 + b_1ThrD_i + b_2ThrD_i^2 + b_3ThrD_i^3$$

19 η_{ij} = variável medida na unidade experimental j , alimentada com ração contendo o nível
 20 i de treonina digestível;

21 b_0 = constante geral;

22 b_1 = coeficiente de regressão linear em função do nível de treonina digestível;

23 $ThrD_i$ = nível de treonina digestível; $T_1 = 1,08$; $T_2 = 1,15$; $T_3 = 1,22$; $T_4 = 1,29$; $T_5 =$
 24 $1,36$ e $T_6 = 1,43\%$;

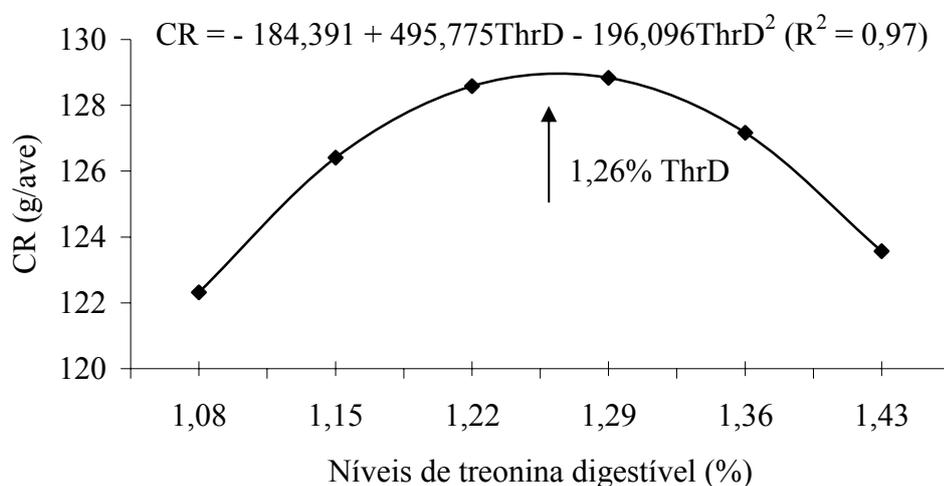
25 b_2 = coeficiente de regressão quadrático em função do nível de treonina digestível;

1 b_3 = coeficiente de regressão cúbico em função do nível de treonina digestível;

2 **Resultados e Discussão**

3 Os níveis de treonina digestível das rações influenciaram de forma quadrática
4 ($P < 0,05$) o consumo de ração (CR), o ganho de peso (GP) e o peso corporal de codornas
5 de corte no período de 1 a 14 dias de idade (Tabela 2).

6 As estimativas de maior CR (128,96 g/ave), GP (70,73 g) e PC (79,41 g) foram
7 obtidos com rações contendo 1,26% de treonina digestível, correspondendo à relação
8 LD:ThrD de 67,02 (Figuras 1 e 3).



9

10 Figura 1. Consumo de ração de codornas de corte no período de 1 a 14 dias de idade em
11 função dos níveis de treonina digestível

12

13 Em trabalho realizado com frangos de corte no período de 1 a 20 dias de idade,
14 alimentados com diferentes níveis de treonina digestível na dieta (0,684 a 0,870%),
15 Atêncio et al. (2004) observaram efeito quadrático sobre o consumo de ração e o ganho
16 de peso, cujos melhores desempenhos foram obtidos com níveis contendo 0,796% de
17 treonina digestível e relação lisina:treonina digestível de 68,6.

1 Tabela 2. Valores médios de desempenho de codornas de corte no período de 1 a 14 dias de idade em função dos níveis de treonina digestível

Variáveis	Níveis de Treonina Digestível (%)						CV ¹	Efeito ²
	1,08	1,15	1,22	1,29	1,36	1,43		
Consumo de ração (g/ave)	122,44	126,29	128,59	128,40	127,93	123,24	3,025	Quadrático
Consumo de treonina (g/ave)	1,32	1,45	1,57	1,66	1,74	1,76	2,850	Linear e LRP
Ganho de peso (g)	67,92	69,38	71,19	71,07	68,74	68,92	2,923	Quadrático
Peso corporal aos 14 d (g)	76,58	78,06	79,90	79,72	77,38	77,63	2,597	Quadrático
Conversão alimentar (g/g)	1,80	1,82	1,81	1,81	1,86	1,79	3,635	NS
Equação de Regressão				R ²		Estimativa		
CR = - 184,391 + 495,775ThrD – 196,096ThrD ²				0,97		1,26%		
CT = - 0,0300580 + 1,28584ThrD				0,96		-----		
CT = -0,3945 + 1,5987ThrD				0,90		1,34%		
GP = - 62,3166 + 210,814ThrD – 83,5069ThrD ²				0,73		1,26%		
PC = - 53,2852 + 210,203ThrD – 83,2478ThrD ²				0,72		1,26%		

2 ¹Coeficiente de variação; ²Análise de regressão; CR – consumo de ração; CT – consumo de treonina; GP – ganho de peso; PC – peso corporal.

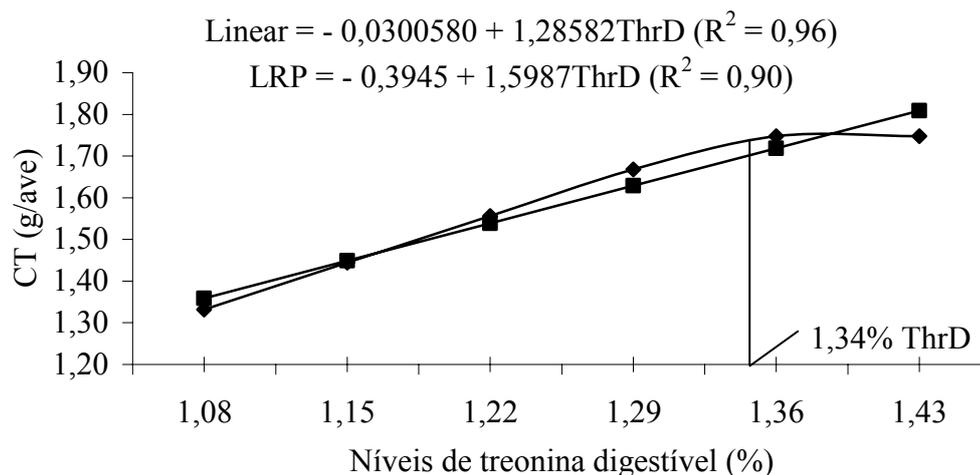
1 O aumento dos níveis de treonina digestível na ração promoveu uma redução do
2 consumo a partir do nível de 1,26%, o que poderia ser explicado pela teoria
3 aminoacídica de que a elevação da concentração de aminoácidos no sangue induz via
4 hipotálamo, no sistema nervoso central, a uma redução do consumo de ração (Gonzáles,
5 2002).

6 A redução do consumo entre as aves alimentadas com ração contendo altas
7 concentrações de treonina digestível, pode ter ocasionado competição com o potássio no
8 mecanismo de transporte ativo da bomba sódio potássio. Neste sistema, quando o sódio
9 é bombeado contra o seu gradiente de concentração, potássio, aminoácidos e glicose
10 entram na célula tanto pelo transporte ativo como por difusão passiva (Nelson & Cox,
11 2002).

12 Em casos em que entra na célula mais potássio que aminoácidos, os aminoácidos
13 permanecerão por mais tempo na corrente sanguínea, diminuindo o consumo de
14 alimento por inibição do centro da fome no hipotálamo. Quando há excesso de potássio,
15 o organismo deixa de eliminar prótons para eliminar potássio, o que levaria o organismo
16 a alcalose metabólica (Granner, 1998).

17 O consumo de treonina aumentou linearmente ($P < 0,05$) com o aumento dos níveis
18 de treonina digestível na ração. No entanto, com o ajuste dos dados considerando o
19 modelo descontínuo LRP, o consumo de treonina apresentou uma estimativa de 1,75
20 g/ave ($P < 0,05$) obtida com rações contendo 1,34% de treonina digestível,
21 correspondendo à relação LD:ThrD de 71,28 (Figura 2).

22 Ao verificar a estimativa para o CR e o GP, 1,26% de treonina digestível, pode-se
23 afirmar que houve um menor consumo de treonina (1,62 g/ave) e dos demais
24 aminoácidos, que permitisse maiores ganhos.



1
2 Figura 2. Consumo de treonina de codornas de corte no período de 1 a 14 dias de idade
3 em função dos níveis de treonina digestível

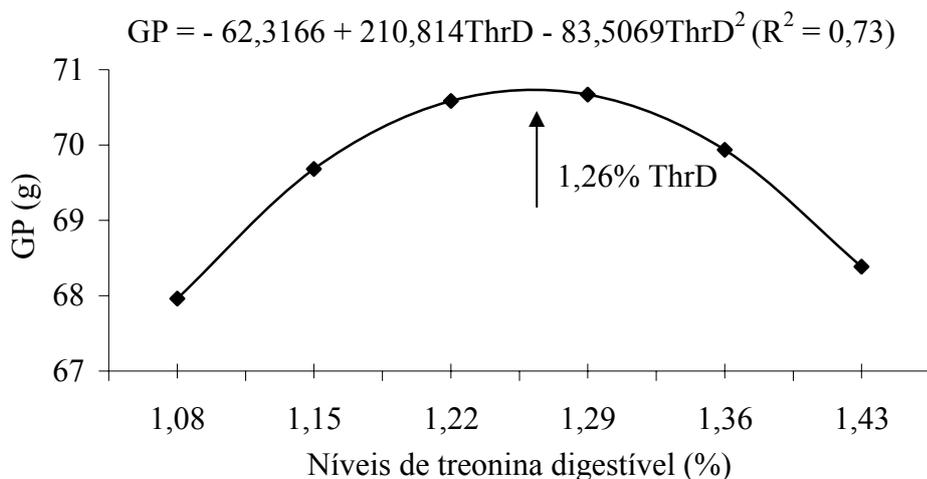
4
5 O maior consumo de treonina estimado pode produzir um incremento calórico
6 corporal desnecessário nas codornas, provocando a excreção de volume excessivo de
7 ácido úrico, com maior gasto de energia, e conseqüentemente, aumentando os custos de
8 produção.

9 O custo metabólico para incorporar um aminoácido na cadeia proteica é estimado
10 em 4 mols de ATP, e o custo para excretar um aminoácido é estimado em torno de 6 a
11 18 mols de ATP, sendo estes valores variáveis em função da quantidade de nitrogênio
12 presente no aminoácido. Desta forma, a degradação do excesso de aminoácido na ração
13 tem alto custo energético para as aves (Costa et al., 2001).

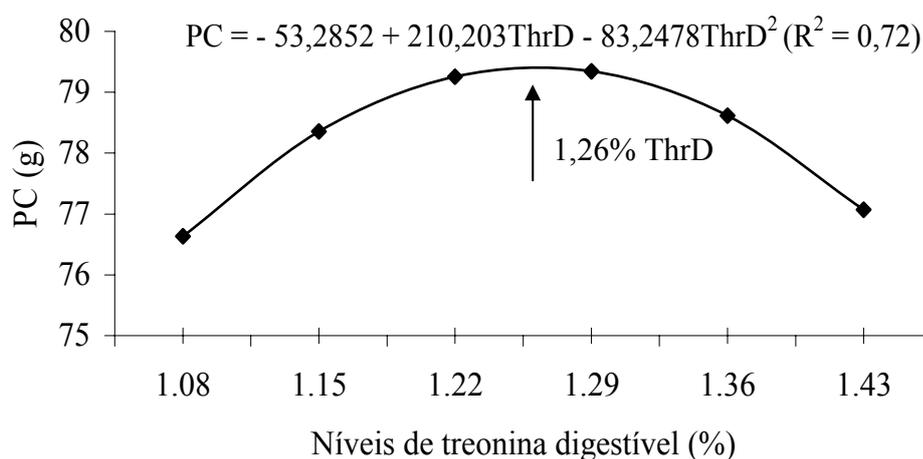
14 Umigi et al. (2007), avaliando a exigência de treonina digestível para codornas
15 japonesa em postura não observaram efeito dos níveis de treonina digestível (0,65 a
16 0,85%) sobre as variáveis de desempenho analisada, com exceção do consumo de
17 treonina que aumentou de forma linear. Segundo os autores a variação observada no
18 consumo de treonina, em razão do aumento da concentração de treonina na ração pode
19 ser justificada pelo fato do consumo de ração não ter variado entre os tratamentos.
20 Portanto, o menor nível de treonina estudado (0,65%) foi suficiente para satisfazer as

1 necessidades das codornas, sem comprometer o desempenho.

2 (a)



4 (b)



6 Figura 3. Ganho de peso (a) e peso corporal (b) de codornas de corte no período de 1 a
7 14 dias de idade em função dos níveis de treonina digestível

8

9 Resultados semelhantes de relação lisina:treonina digestível foram descritos por
10 Lima Neto et al. (2008), que também observaram efeito quadrático para ganho de peso e
11 peso final, estimando as exigências de 0,864 e 0,873% de treonina digestível com
12 relações de lisina:treonina digestível de 68 e 69 em pintos de corte na fase inicial (1 a 7
13 dias de idade) alimentados com dietas contendo diferentes níveis treonina digestível.

1 Reginnato et al. (2000), avaliando a suplementação de treonina em dietas de
2 frangos de corte de 1 a 21 dias de idade, variando a energia e as relações
3 energia:proteína, não verificaram efeito da suplementação de treonina independente do
4 nível de energia sobre as características de desempenho avaliada.

5 Segundo Silva & Ribeiro (2001), na fase inicial de crescimento as codornas
6 aumentam sete vezes o próprio peso inicial, em função da hipertrofia muscular,
7 principalmente dos músculos peitorais, do crescimento dos ossos e das vísceras. A
8 acelerada taxa de crescimento das codornas do presente trabalho ultrapassou estes
9 índices, em que as codornas apresentaram peso médio inicial de 8,68 g chegando ao
10 peso corporal máximo de 79,41 g, com rações contendo 1,26% de treonina digestível,
11 aumentando em nove vezes o seu peso inicial.

12 De acordo com Gonzáles & Sartori (2002), a taxa relativa de síntese de proteína é
13 maior no animal jovem em crescimento. O crescimento acelerado encontrado no
14 presente trabalho pode estar relacionado com a função da treonina a qual é exigida para
15 formação da proteína e manutenção do *turnover* proteico corporal.

16 A acelerada taxa de crescimento das codornas demonstra a importância da
17 ingestão de níveis adequados de aminoácidos, para que ocorra a deposição de proteína
18 muscular, formação da proteína e manutenção do *turnover* proteico corporal além do
19 cálcio e do fósforo, necessários para a formação do tecido ósseo durante a fase inicial de
20 crescimento. Desta forma, a ingestão destes nutrientes em quantidade abaixo das
21 exigências pode comprometer o crescimento das aves.

22 A conversão alimentar não apresentou efeito ($P>0,05$) em função dos níveis de
23 treonina digestível no período de 1 a 14 dias de idade. Estes resultados contradizem os
24 obtidos por Costa et al. (2009), que observaram efeito quadrático para consumo de
25 ração e conversão alimentar para codornas de postura de 1 a 21 dias de idade, sendo a

1 melhor estimativa de conversão alimentar obtida com rações contendo 1,10% de
2 treonina digestível na dieta.

3 Baylan et al. (2006), avaliando o desempenho de codornas japonesas no período
4 de 1 a 14 dias de idade, alimentadas com diferentes níveis de treonina total, não
5 verificaram efeito dos níveis de treonina para conversão alimentar, estando de acordo
6 com o presente trabalho.

7 De acordo com Silva et al. (2007), existem semelhanças e discrepâncias entre as
8 especificações nutricionais para as duas espécies de codornas, tanto nas fases de
9 crescimento como de postura. Embora as sugestões de proteína e de energia sejam
10 muito próximas, os níveis de cálcio, fósforo disponível e o perfil de aminoácidos são
11 maiores para as codornas de corte, que podem ser justificados pelas maiores taxas de
12 ganho de peso e de crescimento muscular dessas aves, especialmente nas primeiras
13 quatro semanas de vida.

14 Os teores de água, proteína bruta, gordura, cinzas e a taxa de deposição de gordura
15 (TDG) na carcaça de codornas de corte não foram influenciados ($P>0,05$) pelos níveis
16 de treonina digestível estudados (Tabela 3). Esses resultados corroboram com os
17 obtidos por Reginatto et al. (2000) que não observaram efeito na composição das
18 carcaças de frangos de corte em função dos níveis de treonina digestível na ração.

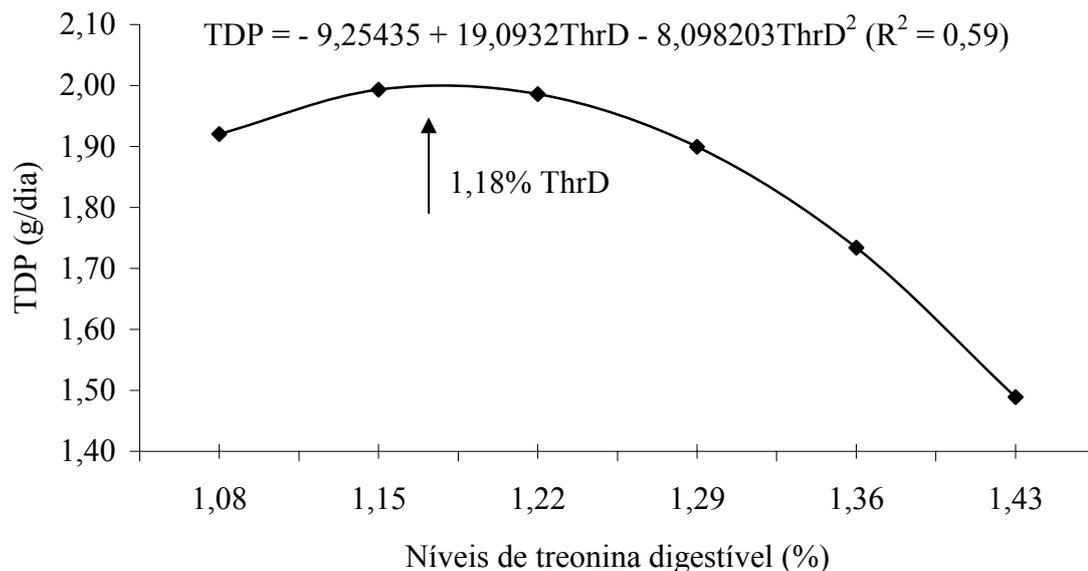
19 A taxa de deposição de proteína (TDP) na carcaça e a energia retida na carcaça
20 (ERC) apresentaram efeito quadrático ($P<0,05$) em função dos níveis de treonina
21 digestível na ração (Figura 4). As estimativas da máxima TDP (2,00 g/dia) e ERC
22 (15,88 kcal/g) foram obtidos com rações contendo 1,18 e 1,20% treonina digestível,
23 respectivamente, correspondendo à relação LD:ThrD de 62,77 e 63,83.

1 Tabela 3. Valores médios da composição química da carcaça (CQC), taxa de deposição de proteína (TDP), taxa de deposição de gordura
 2 (TDG) e energia retida na carcaça (ERC) de codornas de corte aos 14 dias de idade em função dos níveis de treonina digestível

Variáveis	Níveis de Treonina Digestível (%)						CV ¹	Efeito ²
	1,08	1,15	1,22	1,29	1,36	1,43		
CQC (%)								
Água	73,54	72,75	73,49	72,82	72,75	73,26	0,725	NS
Proteína	73,25	71,73	72,01	72,99	68,41	72,25	2,394	NS
Gordura	16,78	18,29	16,66	17,91	21,25	16,50	11,064	NS
Cinza	12,37	11,75	12,15	12,64	11,254	11,71	8,352	NS
TAXA DE DEPOSIÇÃO (g/dia)								
Proteína	1,86	2,19	1,75	2,06	1,65	1,51	13,278	Quadrático
Gordura	0,40	0,54	0,38	0,48	0,53	0,32	25,758	NS
Energia retida na carcaça (kcal/g)	14,27	17,49	13,47	16,18	14,31	11,53	15,903	Quadrático
Equação de Regressão							R ²	Estimativa
TDP = - 9,25435 + 19,0932ThrD – 8,09820ThrD ²							0,59	1,18%
ERC = - 96,8924 + 187,737ThrD – 78,1321ThrD ²							0,53	1,20%

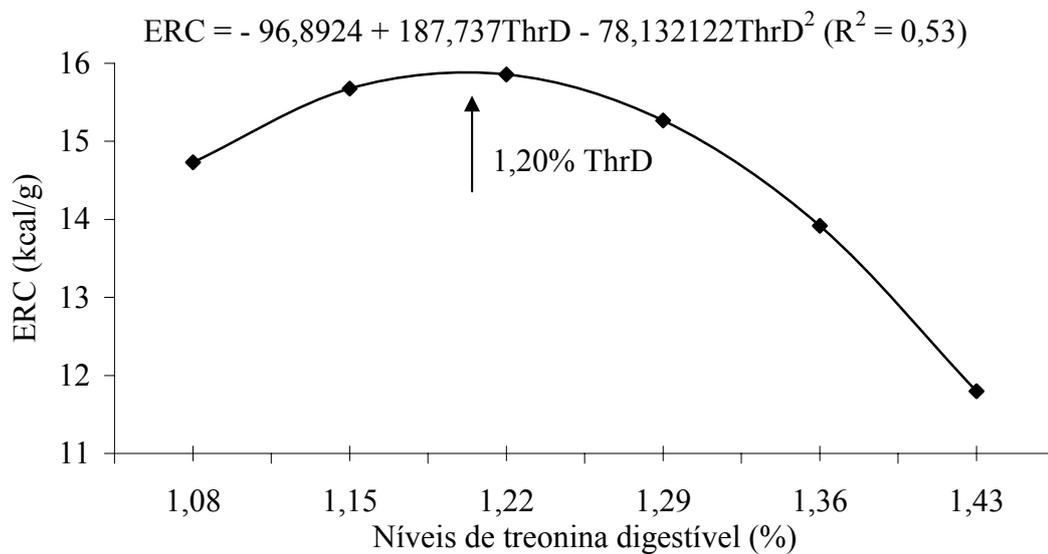
3 ¹ Coeficiente de variação; ² Análise de regressão

1 (a)



2

3 (b)



4

5 Figura 4. Taxa de deposição de proteína (a) e energia retida na carça (b) de codornas
6 de corte aos 14 dias de idade em função dos níveis de treonina digestível

7

8

9 Considerando que a ERC é uma variável dependente da TDP e TDG, bem como
10 dos valores energéticos da proteína e gordura (5,66 e 9,37) é esperado que o
11 comportamento da mesma acompanhe o efeito de uma, senão, das duas variáveis a qual
12 está relacionada, estando de acordo com os resultados obtidos no presente trabalho,
13 apesar dos coeficientes de variação destas variáveis estarem acima de 10% indicando
forte dispersão entre os dados.

1 De acordo com Mack & Pack (2000), uma ingestão adequada de proteína, mas
2 com perfil desequilibrado de aminoácidos, irá direcionar a energia da ração para
3 deposição de gordura, ao invés de utilizar a energia para a síntese de proteína no corpo,
4 e, conseqüentemente, o resultado é o aumento na taxa de deposição de gordura e
5 redução na taxa de deposição proteica. O balanço adequado entre os aminoácidos
6 obtidos neste trabalho permitiu a utilização dos mesmos de forma eficiente,
7 promovendo maior deposição de proteína sem interferência na deposição de gordura.

8 Pode-se deduzir que o ganho de peso máximo verificado em codornas de corte
9 alimentadas com rações contendo 1,26% de treonina digestível, ocorreu em razão do
10 aumento do consumo de ração e, conseqüentemente, de treonina, proporcionando
11 aumento na TDP e ERC. Este comportamento pode, provavelmente, ser explicado uma
12 vez que a deposição de proteína agrega maior quantidade de água do que de gordura.

13 Ficou evidenciado, neste estudo, que os níveis de treonina digestível da ração
14 podem influenciar tanto o ganho de peso quanto a taxa de deposição de proteína, em
15 codornas de corte no período de 1 a 14 dias de idade.

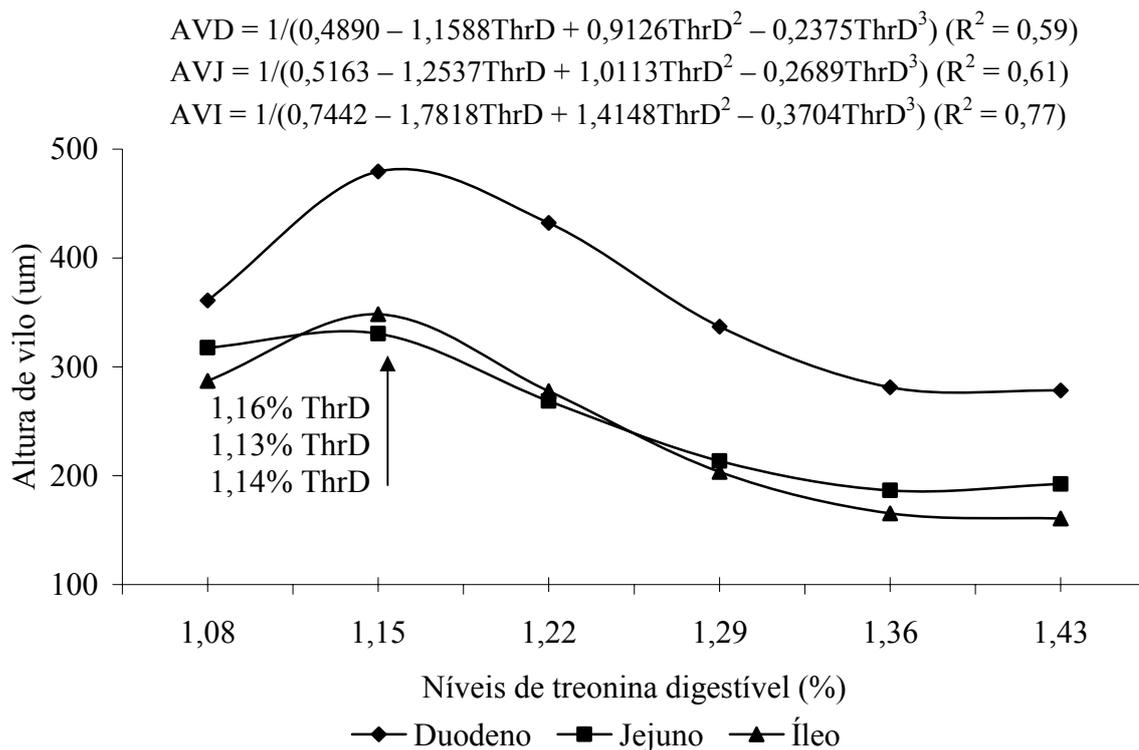
16 O comprimento do intestino delgado de codornas de corte aos 14 dias de idade
17 não apresentou efeito ($P>0,05$) em função dos níveis de treonina digestível na ração
18 (Tabela 4).

19 A altura de vilo (AV) do duodeno, jejuno e íleo de codornas de corte aos 14 dias
20 de idade apresentou efeito cúbico ($P<0,05$) em função dos níveis de treonina digestível
21 na ração (Tabela 4). Estes parâmetros apresentaram um aumento até aos níveis de 1,16,
22 1,13 e 1,14% de treonina digestível, respectivamente (Figura 5), em seguida
23 decrescendo com um comportamento assintótico.

1 Tabela 4. Valores médios da morfometria do intestino delgado de codornas de corte aos
 2 14 dias de idade em função dos níveis de treonina digestível

Variáveis	Níveis de Treonina Digestível (%)					
	1,08	1,15	1,22	1,29	1,36	1,43
Comprimento intestino (cm)	49,20	47,80	48,80	46,40	48,20	51,00
DUODENO						
Altura de vilos (µm)	362,27	426,63	473,58	297,50	280,72	274,18
Profundidade de cripta (µm)	38,65	44,93	49,73	33,03	30,22	31,79
Relação vilos:cripta	9,38	9,54	9,52	9,14	9,38	8,65
JEJUNO						
Altura de vilos (µm)	323,50	369,90	251,09	231,70	197,81	198,00
Profundidade de cripta (µm)	37,11	43,27	40,57	34,70	29,37	26,94
Relação vilos:cripta	8,83	8,62	6,27	6,78	6,74	7,35
ÍLEO						
Altura de vilos (µm)	276,27	336,52	280,61	167,08	185,21	149,58
Profundidade de cripta (µm)	37,83	41,27	42,43	23,80	25,89	25,08
Relação vilos:cripta	7,27	8,17	6,65	7,01	7,18	6,01
Equação de Regressão Ajustada					R ²	Estimativa
AVD = 1/(0,4890 – 1,1588ThrD + 0,9126ThrD ² – 0,2375ThrD ³)					0,60	1,16%
PCD = 1/(4,6183 – 10,9836ThrD + 8,6879ThrD ² – 2,2727ThrD ³)					0,62	1,16%
AVJ = 1/(0,5163 – 1,2537ThrD + 1,0113ThrD ² – 0,2689ThrD ³)					0,61	1,13 %
PCJ = 1/(0,2993 – 0,4726ThrD + 0,2032ThrD ²)					0,40	1,16%
RVCJ = 1/(-1,2219 + 2,1007ThrD – 0,8043ThrD ²)					0,39	1,31%
AVI = 1/(0,7442 – 1,7818ThrD + 1,4148ThrD ² – 0,3704ThrD ³)					0,77	1,14%
PCI = 1/(5,4776 – 13,1752ThrD + 10,5261ThrD ² – 2,7776ThrD ³)					0,75	1,14%

3 AVD – altura de vilos do duodeno; PCD – profundidade de cripta do duodeno; AVJ – altura de vilos do
 4 jejuno; PCJ – profundidade de cripta do jejuno; RVCJ – relação vilos:cripta do jejuno; AVI – altura de vilos
 5 do íleo; PCI – profundidade de cripta do íleo.



1
2
3
4
5

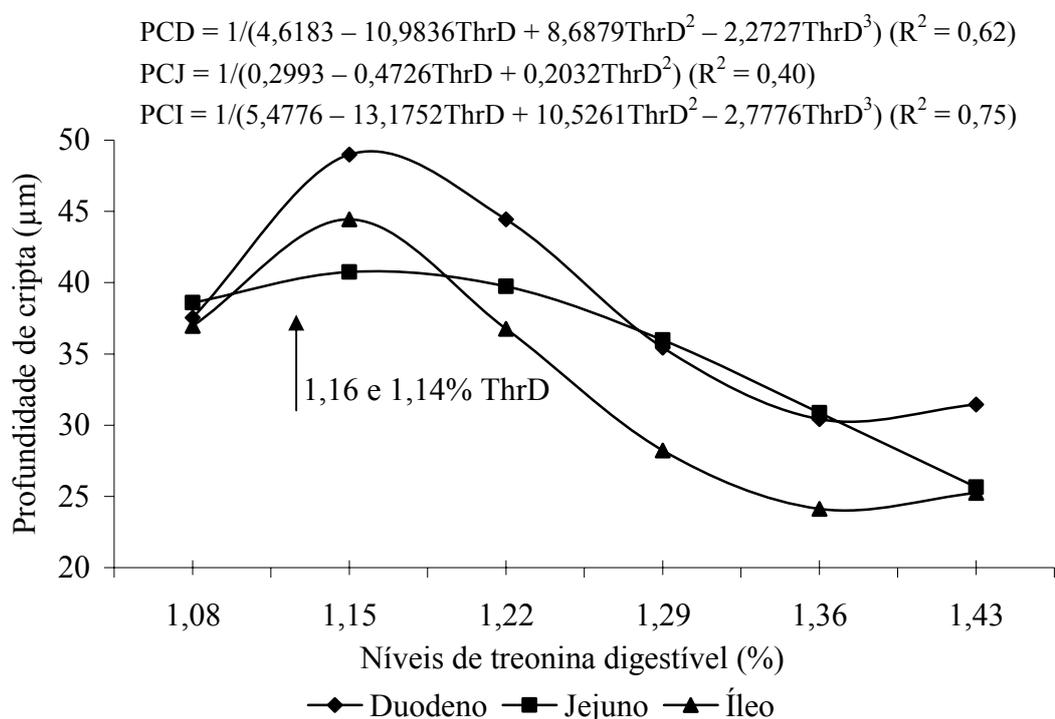
Figura 5. Altura de vilos do duodeno, jejuno e íleo de codornas de corte aos 14 dias de idade em função dos níveis de treonina digestível

6 Zaefarian et al. (2008), avaliando a suplementação de diferentes níveis de treonina
7 digestível na dieta (0,4 a 1,1%) e com dois níveis de proteína bruta (16 e 19%) para
8 frangos de corte de 1 a 21 dias de idade, verificaram aumento linear na altura de vilos e
9 profundidade de cripta do duodeno, jejuno e íleo em função do aumento dos níveis de
10 treonina digestível na ração, embora com alta variabilidade nos dados.

11 A integridade das células epiteliais da mucosa gastrointestinal é de vital relevância
12 para o bom desempenho das aves, porque dela depende a digestão e absorção adequada
13 dos nutrientes provenientes da dieta exógena. A presença de nutrientes no lúmen é fator
14 estimulante do crescimento dos vilos e das criptas (Maiorka et al., 2002). A redução no
15 consumo de ração verificada a partir do nível de 1,26% de treonina digestível pode ter
16 influenciado a alteração da morfometria do intestino delgado de codornas de corte aos
17 14 dias de idade.

1 A densidade e o tamanho dos vilos estão relacionados com a renovação celular
 2 (proliferação e diferenciação) e a perda de células por descamação (extrusão) pelo
 3 epitélio da mucosa intestinal (Uni et al., 1998). O equilíbrio entre esses dois processos
 4 determina um *turnover* celular constante e, portanto, a manutenção da capacidade
 5 digestiva e de absorção intestinal (Pelicano et al., 2003).

6 A profundidade de cripta (PC) do duodeno e do íleo apresentaram efeito cúbico
 7 ($P < 0,05$), para codornas de corte aos 14 dias de idade com o aumento dos níveis de
 8 treonina digestível na ração. Apresentando um aumento até os níveis de 1,16 e 1,14% de
 9 treonina digestível, respectivamente (Figura 6), e em seguida decrescendo com um
 10 comportamento assintótico. Enquanto a profundidade de cripta do jejuno apresentou
 11 efeito quadrático ($P < 0,05$), estimando-se o nível de 1,16% de treonina digestível na
 12 ração (Figura 6).

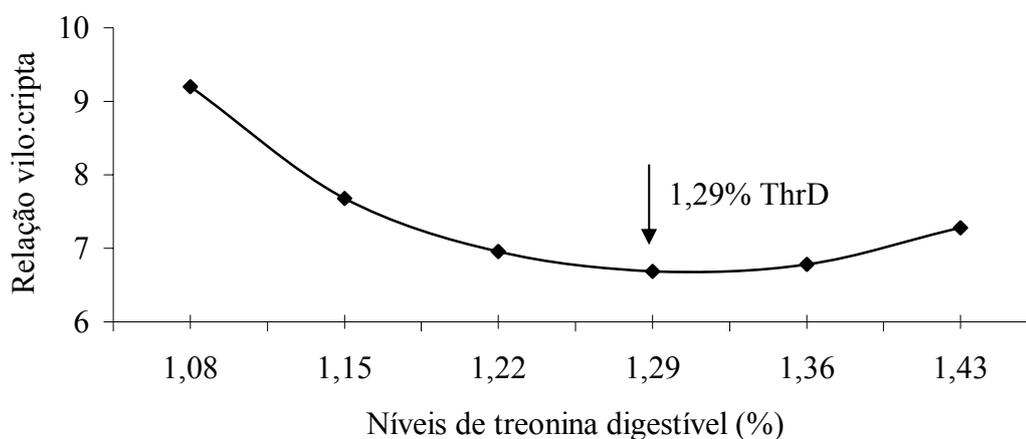


13
 14
 15
 16

Figura 6. Profundidade de cripta do duodeno, jejuno e íleo de codornas de corte aos 14 dias de idade em função dos níveis de treonina digestível

1 A relação vilosidade:cripta do duodeno e do íleo não apresentaram efeito ($P>0,05$) em
 2 função dos níveis de treonina digestível na ração (Tabela 4). Enquanto a relação
 3 vilosidade:cripta do jejuno apresentou efeito quadrático ($P<0,05$), estimando-se menor relação
 4 com o nível de 1,29% de treonina digestível na ração (Figura 7). Este comportamento
 5 pode estar associado ao efeito cúbico apresentado para a altura de vilosidade do jejuno.

$$RVCJ = 1/(-1,2219 + 2,1007ThrD - 0,8043ThrD^2) \quad (R^2 = 0,39)$$



6
 7 Figura 7. Relação vilosidade:cripta do jejuno de codornas de corte aos 14 dias de idade em
 8 função dos níveis de treonina digestível

9
 10 Ficou evidente que o desenvolvimento da morfometria do intestinal delgado de
 11 codornas de corte aos 14 dias de idade é significativamente dependente de pelo menos
 12 1,13% de treonina digestível na ração, resultando em um aumento na superfície de
 13 absorção e, conseqüentemente, melhor desempenho e crescimento dos animais. De
 14 acordo com Corzo et al. (2007), estima-se que mais da metade da treonina consumida
 15 seja utilizada em nível intestinal, para as funções de manutenção do trato gastrointestinal.

16 Estudos mostraram que parte significativa do consumo de treonina é utilizada pelo
 17 próprio intestino para a síntese de secreções endógenas, particularmente muco, o qual
 18 recobre a parede do trato digestório e o protege contra as enzimas digestivas e o dano
 19 físico provocado pela digestão. Considerando a importância das secreções digestivas para

1 a saúde do intestino e para o processo digestório, um nível ideal de treonina dietética é
2 essencial para permitir uma função digestória adequada (Le Bellego et al., 2002).

3 O custo da ração por quilograma de peso vivo ganho (Tabela 5) apresentou
4 aumento linear ($P < 0,05$) em função dos níveis de treonina digestível das rações. De
5 acordo com a equação de regressão $\text{Custo} = 1,10371 + 0,328449\text{ThrD}$, para cada 1% de
6 treonina digestível a mais na ração, houve aumento no custo da ração de 0,33 R\$/kg de
7 peso vivo ganho. O aumento dos níveis aminoacídicos das rações proporcionou maior
8 inclusão de aminoácidos sintéticos, onerando o custo das rações.

9

10 Tabela 5. Valores médios do preço da ração e custo da ração por quilograma de peso
11 vivo ganho de codornas de corte em função dos níveis de treonina digestível

Variáveis	Níveis de Treonina Digestível (%)						CV ¹
	1,08	1,15	1,22	1,29	1,36	1,43	
Preço da ração (R\$/kg)	0,81	0,82	0,83	0,84	0,85	0,87	
Custo (R\$/kg PV ganho)	1,45	1,49	1,50	1,52	1,59	1,55	3,630
Equação de Regressão	R^2						
	$\text{Custo} = 1,10371 + 0,328449\text{ThrD}$						0,80

12 ¹Coefficiente de variação

13

Conclusão

14 A exigência de treonina digestível para máximo crescimento de codornas de corte,
15 no período de 1 a 14 dias de idade, é de 1,26%, correspondendo à relação LD:ThrD de
16 67,02.

Literatura Citada

- 1
2 ATÊNCIO, A.; ALBINO, L.F.T.; ROSTAGNO, H.S. et al. Exigências de treonina para
3 frangos de corte machos nas fases de 1 a 20, 24 a 38 e 44 a 56 dias de idade.
4 **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.4, p.880-893, 2004.
- 5 BAYLAN, M.; CANOGULLARI, S.; AYASAN, T. et al. Dietary threonine
6 supplementation for improving growth performance and edible carcass parts in
7 Japanese quails, *Coturnix coturnix japonica*. **Journal of Poultry Science**, v.5, n.7,
8 p.635-638, 2006.
- 9 BEÇAK, W.; PAULETE, J. **Técnicas de citologia e histologia**. Rio de Janeiro: Livros
10 Técnicos e Científicos, 1976. 305p.
- 11 BELLAVER, C.; FIALHO, E.T.; PROTAS, J.F.S. et al. Radícula de malte na
12 alimentação de suínos em crescimento e terminação. **Pesquisa Agropecuária**
13 **Brasileira**, v.20, n.8, p.969-74, 1985.
- 14 CORZO, A.; KIDD, M.T.; DOZIER, W.A. et al. Dietary threonine needs for growth
15 and immunity of broilers raised under different litter conditions. **The Journal of**
16 **Applied Poultry Science**, v.16, p.574-582, 2007.
- 17 COSTA, F.G.P.; ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T. et al. Níveis dietéticos de
18 proteína bruta para frangos de corte de 1 a 21 e 22 a 42 dias de idade. **Revista**
19 **Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.5, p.1498-1505, 2001.
- 20 COSTA, F.G.P.; NOBRE, I.S.; SILVA, L.P.G. et al. Exigência de treonina digestível
21 para codornas japonesas na fase inicial. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE
22 BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 46., 2009, Maringá. **Anais...** Maringá: Sociedade
23 Brasileira de Zootecnia/Aptor Software, [2009] (CD-ROM).
- 24 FRAGA, A.L.; MOREIRA, I.; FURLAN, A.C. et al. Lysine requirement of starting
25 barrows from two genetic groups fed on low crude protein diets. **Brazilian**
26 **Archives of Biology and Technology**, v.51, n.1, p.49-56, 2008.
- 27 GONZÁLES, E. Ingestão de alimentos: Mecanismos regulatórios. In: MACARI, M.;
28 FURLAN, R.L.; GONZÁLES, E. (Ed) **Fisiologia aviária aplicada a frangos de**
29 **corte**. 2.ed. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, 2002. 375p.
- 30 GONZÁLES, E.; SARTORI, J.R. Crescimento e metabolismo muscular. In: MACARI,
31 M.; FURLAN, R.L.; GONZÁLES, E. (Ed) **Fisiologia aviária aplicada a frangos**
32 **de corte**. 2.ed. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, 2002. 375p.
- 33 GRANNER, K.D. Hormônios da córtex da adrenal. In: HARPER, J.C. (Ed.)
34 **Bioquímica**. 8.ed. São Paulo: Atheneu, 1998. p.707-709.
- 35 LE BELLEGO, L.; RELANDEAU C.; VAN CAUWENBERGHE, S. **Threonine: a key**
36 **nutrient for the gut**. Ajinomoto Eurolysine Information, n.26, p.14-17, 2002
37 (Ajinomoto animal nutrition).
- 38 LIMA NETO, R.C.; COSTA, F.G.P.; GOULART, C.C. et al. Exigência de treonina
39 digestível glicina + serina e relações de treonina:lisina e glicina + serina:lisina para
40 pintos de corte machos na fase inicial. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE
41 BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 45., 2008, Lavras. **Anais...** Lavras: SBZ/APTOR
42 SOFTWARE [2008] (CD-ROM).
- 43 MACK, S.; PACK, M. Desenvolvimento de carcaça de frango: influência dos
44 aminoácidos da dieta. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E
45 TECNOLOGIA AVÍCOLA, 2000, Campinas. **Anais...** Campinas, p.145-160. 2000.
- 46 MAIORKA, A.; BOLELI, I.C.; MACARI, M. Desenvolvimento e reparo da mucosa
47 intestinal. In: MACARI, M.; FURLAN, R.L.; GONZÁLES, E. (ed.). **Fisiologia**
48 **Aviária: Aplicada a frangos de corte**. 2 ed. Jaboticabal: FUNEP, 2002. p.113-123.
49 (*Coturnix coturnix* sp)

- 1 MÓRI, C.; GARCIA, E.A.; PAVAN, A.C. et al. Desempenho e rendimento de carcaça
2 de quatro grupos genéticos de codornas para produção de carne. **Revista Brasileira**
3 **de Zootecnia**, v.34, n.3, p.870-876, 2005.
- 4 NELDER, J.A.; WEDDERBURN, R.W.M. Generalized Linear Models. **Journal of the**
5 **Royal Statistical Society A**, v.135, n.3, p.370-384, 1972.
- 6 NELSON, D.L.; COX, M.M. Membranas biológicas e transporte. In: **Lehninger**
7 **princípios de bioquímica**. 3. ed. São Paulo: Sarvier, 975p., 2002.
- 8 PELICANO, E.R.L; SOUZA, P.A.; SOUZA, H.B.A. et al. Morfometria e ultra-estrutura
9 da mucosa intestinal de frangos de corte alimentados com dietas contendo diferentes
10 probióticos. **Revista Portuguesa de Ciência Veterinária**, v.98, n.547, p.125-134,
11 2003.
- 12 REGINATTO, M.F.; RIBEIRO, A.M.L.; PENZ JUNIOR, A.M. et al. Suplementação de
13 treonina em dietas de frangos de corte, variando a energia e as relações
14 energia:proteína. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v.2, n.3, p.239-247, 2000.
- 15 ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. et al. **Tabelas brasileiras para**
16 **aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 2.ed. Viçosa,
17 MG: UFV, Departamento de Zootecnia, 2005, 186p.
- 18 SÁ, L.M.; GOMES, P.C.; CECON, P.R. et al. Exigência nutricional de treonina
19 digestível para galinhas poedeiras no período de 34 a 50 semanas de idade. **Revista**
20 **Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.6, p.1848-4853, 2007.
- 21 SAKOMURA, N.K. Modeling energy utilization in broiler breeders, laying hens and
22 broilers. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v.6, n.1, p.1-11, 2004.
- 23 SCHERER, C. **Exigência nutricional de energia metabolizável, lisina digestível e**
24 **metionina+cistina digestível para codornas de corte em fase de crescimento**.
25 Maringá, PR: Universidade Estadual de Maringá, 2009. 118p. Tese (Doutorado em
26 Zootecnia) – Universidade Estadual de Maringá, 2009.
- 27 SCHMIDT, M.; GOMES, P.C.; ROSTAGNO, H.S. et al. Exigência nutricional de lisina
28 digestível para poedeiras semipesadas no segundo ciclo de produção. **Revista**
29 **Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.10, p.1956-1961, 2009.
- 30 SILVA, J.H.V.; RIBEIRO, M.L.G. **Tabela nacional de exigência nutricional de**
31 **codornas (*Coturnix coturnix japonica*)**. Bananeiras, PB:DAP/UFPB/Campus IV,
32 2001, 19p.
- 33 SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C.D. **Análises de alimentos: métodos químicos e**
34 **biológicos**. 3.ed. Viçosa:UFV, 2004. 235p.
- 35 SILVA, J.H.V.; COSTA, F.G.P.; SILVA, E.L. et al. Exigências nutricionais de
36 codornas. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL, 3., CONGRESSO BRASILEIRO DE
37 COTURNICULTURA, 2. Lavras. **Anais...** Lavras/NECTA, p.44-64. 2007.
- 38 SILVA, R.M.; FURLAN, A.C.; TON, A.P.S. et al. Exigências nutricionais de cálcio e
39 fósforo de codornas de corte em crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**,
40 v.38, n.8, p.1509-1517, 2009.
- 41 STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM - SAS. **SAS® user guide:statistics**. 5.ed. Cary:
42 SAS Institute, 1985. 956p.
- 43 UMIGI, R.T.; BARRETO, S.L.T.; DONZELE, J.L. et al. Níveis de treonina digestível
44 em dietas para codornas japonesa em postura. **Revista Brasileira de Zootecnia**,
45 v.36, n.6, p.1868-1874, 2007.
- 46 UNI, Z., GANOT, S.; SKLAN, D. Posthatch development of mucosal function in the
47 broiler small intestine. **Poultry Science**, v. 77, p.75-82, 1998.
- 48 UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA – UFV. SAEG – **Sistema de análises**
49 **estatísticas e genéticas**. Versão 5.0. Viçosa, MG: 1997. 150p. (Manual do usuário).

- 1 WINTER, E.M.W.; ALMEIDA, M.I.M.; OLIVEIRA, E.G. et al. Aplicação do método
2 Bayesiano na estimação de correlações genéticas e fenotípicas de peso em codornas
3 de corte em várias idades. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.4, p.1684-1690,
4 2006 (supl.).
- 5 ZAEFARIAN, F.; ZAGHARI, M.; SHIVAZAD, M. The threonine requirements and its
6 effects on growth performance and gut morphology of broiler chicken fed different
7 levels of protein. **International Journal of Poultry Science**, v.7, n.12, p.1207-
8 1215, 2008.

1 **IV. Exigência nutricional de treonina digestível para codornas de corte no período**
2 **de 15 a 35 dias de idade**

3
4 RESUMO: O objetivo deste trabalho foi estimar a exigência de treonina digestível
5 (ThrD) para codornas de corte (*Coturnix coturnix* sp) em fase de crescimento no
6 período de 15 a 35 dias de idade. Foram utilizadas 1.020 codornas com 15 dias de idade,
7 não sexadas, distribuídas em um delineamento experimental inteiramente casualizado
8 com seis níveis de treonina digestível (0,93; 1,00; 1,07; 1,14; 1,21 e 1,28% na ração),
9 cinco repetições e 34 codornas por unidade experimental. Não houve efeito para as
10 variáveis de desempenho, rendimento e composição química da carcaça e balanço de
11 nitrogênio em função do aumento dos níveis de treonina digestível em estudo. A
12 profundidade de cripta do duodeno e jejuno apresentaram efeito quadrático com
13 estimativa de 1,09 e 1,19% de treonina digestível na ração. Houve um aumento linear na
14 altura de vilo do íleo, no consumo de treonina e no custo da ração por quilograma de
15 peso vivo ganho com o aumento dos níveis de treonina digestível. Concluiu-se que a
16 exigência nutricional de treonina digestível para o máximo crescimento de codornas de
17 corte, no período de 15 a 35 dias de idade, é de 0,93%, correspondendo à relação Lisina
18 Digestível (LD):ThrD de 53,76.

19

20 Palavras-chave: aminoácidos sintéticos, balanço de nitrogênio, composição corporal,
21 desempenho, rendimento de carcaça

1 **IV. Digestible threonine nutritional requirements of quail meat from 15 to 35 days**
2 **of age**

3
4 ABSTRACT: The aim of this experiment was to estimate the digestible threonine
5 (DThr) requirements for meat quails (*Coturnix coturnix* sp) on growing phase in the
6 period of 15 to 35 days of age. 1,020 quail were used with 15 days of age, of both sexes,
7 distributed in a completely randomized design, with six levels of digestible threonine
8 (0.93; 1.00; 1.07; 1.14; 1.21 and 1.28% of diet), five replications and 34 quails per
9 experimental unit. There was no effect for performance the variables, carcass yield and
10 chemical composition and nitrogen balance with the digestible threonine levels increase
11 studied. The crypt depth of duodenum and jejunum showed a quadratic effect estimating
12 1.09 and 1.19% of digestible threonine in diet. There was a linear increase in villum
13 height of ileum, in threonine intake and in feed cost per kilogram of body weight gain
14 with increasing levels of digestible threonine. It was concluded that the nutritional
15 requirement of digestible threonine for maximum growing of meat quail, in the period
16 from 15 to 35, is 0.93%, corresponding to the Digestible Lysine (DL):DThr ratio of
17 53.76.

18
19 Key words: body composition, carcass yield, nitrogen balance, performance, synthetic
20 aminoacids

Introdução

A criação de codornas para produção de carne é uma boa alternativa para obtenção de proteína de origem animal, visto que suas instalações não necessitam de grandes investimentos, uma vez que este animal é pequeno, ocupa pouco espaço e sua produção de dejetos é inferior aos das criações de animais convencionais (Móri et al., 2005).

Em função da carne apresentar características sensoriais de grande aceitabilidade pelo consumidor, considerada exótica, e reconhecida por sua alta qualidade e palatabilidade, tem despertado o interesse de empresas avícolas para exploração comercial a qual está crescendo de maneira considerável (Oliveira et al., 2005).

A disponibilidade econômica dos aminoácidos industriais lisina, metionina, treonina e triptofano para aves e suínos, assim como a melhor avaliação dos ingredientes e dos requerimentos nutricionais, permitem aos nutricionistas formularem rações com menores níveis proteicos (Moura, 2004).

A treonina é o terceiro aminoácido limitante para aves precedido da metionina e lisina. A treonina é mais importante nas fases mais avançadas do desenvolvimento da ave, porque a proporção de exigência de treonina para manutenção é alta em relação aos demais aminoácidos em função de seu grande conteúdo nas secreções intestinais endógenas. Atualmente, estes valores são temas de debate, haja vista as variações nos níveis de proteína bruta, energia e lisina nas dietas experimentais (Fraiha, 2002).

Segundo Corzo et al. (2007), estima-se que mais da metade da treonina consumida seja utilizada a nível intestinal para as funções de manutenção, sendo primariamente utilizada na síntese de mucina. O tipo e quantidade de mucina produzida no trato gastrointestinal influenciam as comunidades microbianas (por servir de substrato para a fermentação e fixação bacteriana), a disponibilidade de nutrientes (via perda endógena

1 de mucina, bem como a absorção de nutrientes) e a função imune (via controle de
2 população microbiana e disponibilidade de nutrientes).

3 Apesar do crescente e recente interesse na atividade, ainda são escassas as
4 pesquisas sobre exigências nutricionais que alicerçam a formulação de rações de
5 mínimo custo ou de máximo retorno para codornas de corte em fase de crescimento.
6 Portanto, o presente trabalho teve como objetivo estimar o melhor nível de treonina
7 digestível para o máximo desempenho, rendimento e composição química da carcaça,
8 morfometria do intestino delgado, menor excreção de nitrogênio e a análise econômica
9 da ração de codornas de corte (*Coturnix coturnix* sp) em crescimento de 15 a 35 dias de
10 idade.

11 **Material e Métodos**

12 O experimento foi realizado no Setor de Coturnicultura da Fazenda Experimental
13 de Iguatemi na Universidade Estadual de Maringá - UEM, no período 26 de janeiro a 16
14 de fevereiro de 2009.

15 Foram utilizadas 1.020 codornas de corte (*Coturnix coturnix* sp), não sexadas,
16 com 15 dias de idade e peso médio de 77,11 g. As aves foram distribuídas em um
17 delineamento inteiramente casualizado com seis níveis de treonina digestível, cinco
18 repetições e 34 aves por unidade experimental. As aves foram pesadas e distribuídas
19 conforme descrito por Sakomura & Rostagno (2007), buscando uniformizar os pesos
20 médios das unidades experimentais, de forma que todas as unidades tivessem pesos
21 semelhantes.

22 As aves foram alojadas em um galpão convencional, coberto com telha de fibra
23 amianto e dividido em 30 “boxes” de 2,5 m² com piso de terra batida, sendo utilizada
24 casca de arroz como cama. O programa de iluminação utilizado foi de 24 horas por dia
25 (natural + artificial) durante todo o período experimental.

1 As temperaturas, máxima e mínima foram monitoradas durante todo o período
2 experimental, sendo seus valores registrados às 08h e 16h, utilizando para este fim um
3 termômetro de bulbo seco. As temperaturas, máxima e mínima média foram,
4 respectivamente: 35 e 23°C no período da manhã e 34 e 24°C no período da tarde.

5 As rações experimentais consistiram em seis níveis de treonina digestível (0,93;
6 1,00; 1,07; 1,14; 1,21 e 1,28%), sendo as mesmas isoproteicas, isoenergéticas,
7 isocálcicas e isofosfóricas, formuladas à base de milho e farelo de soja (Tabela 1). A
8 composição química e os valores energéticos dos alimentos foram obtidos de Rostagno
9 et al. (2005).

10 Para atender às exigências nutricionais das codornas, adotaram-se as
11 recomendações preconizadas por Scherer (2009) para as exigências de lisina digestível e
12 energia metabolizável e Silva et al. (2009) para as exigências de cálcio e fósforo
13 disponível das rações.

14 Os teores de metionina+cistina e triptofano digestíveis das rações foram
15 calculados de acordo com a relação proposta por Rostagno et al. (2005) para frangos de
16 corte na fase inicial de 1 a 21 dias de idade, correspondendo à relação de lisina
17 digestível:metionina+cistina e triptofano digestíveis de 71 e 16, respectivamente. Todas
18 as rações foram suplementadas com aminoácidos sintéticos em quantidades suficientes
19 para se obter as relações desejadas entre os aminoácidos.

20 As codornas foram pesadas semanalmente e simultaneamente foram realizadas as
21 pesagens das rações experimentais fornecidas, para a determinação do consumo de
22 ração (g/ave), do consumo de treonina (g/ave), do ganho de peso (g), do peso corporal
23 (g) e da conversão alimentar (g/g).

1 Tabela 1. Composição percentual e nutricional das rações experimentais para codornas
 2 de corte em crescimento (15 a 35 dias de idade)

Variáveis	Níveis de Treonina Digestível (%)					
	0,93	1,00	1,07	1,14	1,21	1,28
Milho grão	65,928	66,062	66,199	66,334	66,470	66,605
Farelo de soja (45%)	28,283	28,096	27,910	27,722	27,539	27,353
Óleo de soja	0,822	0,787	0,751	0,716	0,683	0,647
Fosfato bicálcico	1,658	1,658	1,658	1,658	1,658	1,658
Calcário	0,304	0,304	0,304	0,304	0,304	0,304
L-Lisina HCL (78%)	1,150	1,155	1,160	1,166	1,172	1,177
DL-Metionina (98%)	0,726	0,728	0,728	0,730	0,731	0,733
L-Treonina (98%)	0,340	0,420	0,499	0,578	0,650	0,729
L-Triptofano (98 %)	0,088	0,089	0,090	0,091	0,092	0,093
Sal comum	0,391	0,391	0,391	0,391	0,391	0,391
Suplemento mineral/vitaminico ¹	0,300	0,300	0,300	0,300	0,300	0,300
Antioxidante ²	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Composição Nutricional Calculada						
Proteína bruta (%)	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00
Energia metab. (kcal/kg)	3.036	3.036	3.036	3.036	3.036	3.036
Cálcio (%)	0,61	0,61	0,61	0,61	0,61	0,61
Fósforo disponível (%)	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41
Lisina digestível (%)	1,73	1,73	1,73	1,73	1,73	1,73
Metionina+cistina digest. (%)	1,24	1,24	1,24	1,24	1,24	1,24
Treonina digestível (%)	0,93	1,00	1,07	1,14	1,21	1,28
Triptofano digestível (%)	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28

3 ¹ Suplementação vitamínica/mineral (níveis de garantia por kg do produto); Vit. A – 4.500.000 UI; Vit.
 4 D3 – 1.250.000 UI; Vit. E – 4.000 mg; Vit. B1 – 278 mg; Vit. B2 – 2.000 mg; Vit. B6 – 525 mg; Vit.
 5 B12 – 5.000 µcg; Vit. K3 – 1.007 mg; Pantotenato de Cálcio – 4.000 mg; Niacina – 10.000 mg; Colina –
 6 140.000 mg; Antioxidante – 5.000 mg; Zinco – 31.500 mg; Ferro – 24.500 mg; Manganês – 38.750 mg;
 7 Cobre – 7.656 mg; Cobalto – 100 mg; Iodo – 484 mg; Selênio – 127 mg;

8 ² BHT(Butil Hidroxi Tolueno).

1 Para a determinação do rendimento de carcaça, aos 35 dias de idade, foram
2 utilizadas quatro codornas (dois machos e duas fêmeas) por unidade experimental,
3 selecionadas pelo peso médio ($\pm 10\%$) de cada unidade experimental (20 codornas por
4 tratamento), as quais foram submetidas a quatro horas de jejum, sendo sacrificadas por
5 decapitação entre os ossos occipital e atlas, feito com tesoura, de acordo com as normas
6 propostas pelo Comitê de Ética em Experimentação Animal da Universidade Estadual
7 de Maringá.

8 As aves foram sangradas por 2 minutos em cone adaptado para codornas e
9 escaldadas por 20 a 40 segundos a temperatura de 53 a 55°C. A depena foi manual e as
10 aves foram evisceradas por meio de corte abdominal. Para o cálculo de rendimento de
11 carcaça, foi considerado o peso da carcaça eviscerada, sem os pés e cabeça, em relação
12 ao peso vivo, o qual foi obtido individualmente antes do abate das aves. Para o
13 rendimento de cortes, foram considerados os rendimentos de peito e pernas (coxa e
14 sobrecoxa) com pele e osso, sendo calculado em relação ao peso da carcaça eviscerada.

15 O estudo da composição química da carcaça foi realizado por meio do abate
16 referencial feito a partir de um grupo adicional de seis codornas com 15 dias de idade,
17 comparadas com as codornas abatidas ao término do período experimental.

18 Para o estudo da composição química da carcaça, foram considerados os cortes
19 obtidos durante o rendimento de carcaça (peito e pernas, além de asas e dorso com pele
20 e osso). Os cortes foram congelados em sacos plásticos devidamente identificados por
21 tratamento e repetição e, posteriormente, foram moídos em moinho de carne industrial.

22 Os cortes moídos foram pesados, homogeneizados e levados a estufa de
23 ventilação forçada a 55°C por 72 horas, para a realização da pré-secagem. Após a pré-
24 secagem, os mesmos foram moídos em moinho tipo martelo e encaminhadas para as
25 determinações analíticas no Laboratório de Nutrição e Alimentação Animal (LANA)

1 pertencente ao Departamento de Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá.

2 Foram determinados a matéria seca, umidade, proteína bruta, extrato etéreo e
3 cinzas das carcaças, conforme metodologias descritas por Silva & Queiróz (2004), e
4 calculadas as taxas de deposição de proteína (TDP) e gordura na carcaça (TDG) e
5 energia retida na carcaça (ERC), conforme metodologias descritas por Fraga et al.
6 (2008).

7 A taxa de deposição de proteína (TDP) na carcaça foi calculada segundo a
8 fórmula:

$$9 \quad TDP = (QP_{cf} - QP_{ci})/PE$$

10 em que, QP_{cf} é a quantidade, em gramas, de proteína na carcaça final; QP_{ci} é a
11 quantidade de proteína na carcaça inicial e PE é o período experimental, em dias. QP_{cf}
12 foi obtida multiplicando-se o peso da carcaça de um determinado indivíduo, ao final do
13 experimento, pela respectiva proteína bruta da carcaça (PBC), enquanto QP_{ci} foi obtida
14 pelo peso médio do grupo adicional, ao início do experimento, multiplicado pelo seu
15 teor médio de proteína bruta.

16 A taxa de deposição de gordura (TDG) na carcaça foi calculada segundo a
17 equação:

$$18 \quad TDG = (QG_{cf} - QG_{ci})/PE$$

19 em que, QG_{cf} é a quantidade, em gramas, de gordura na carcaça final; QG_{ci} é a
20 quantidade de gordura na carcaça inicial e PE é o período experimental, em dias. QG_{cf} e
21 QG_{ci} foram obtidas de modo similar as QP_{cf} e QP_{ci} , utilizando os valores de extrato
22 etéreo ao invés de proteína bruta da carcaça.

23 A energia retida na carcaça (ERC) foi calculada por meio da fórmula:

$$24 \quad ERC = 5,66 \text{ TDP} + 9,37 \text{ TDG}$$

25 sendo 5,66 e 9,37 os valores energéticos (em kcal/g) da proteína e da gordura,

1 respectivamente, indicados por Sakomura (2004).

2 A morfometria do intestino delgado foi realizada no Laboratório de Histotécnica
3 Animal do Departamento de Ciências Morfológicas da Universidade Estadual de
4 Maringá. Foram abatidas duas aves de cada repetição (dez aves por tratamento) aos 35
5 dias de idade, por decapitação entre os ossos occipital e atlas. Após laparotomia, o
6 intestino delgado foi retirado e mensurado o seu comprimento. Em seguida, uma
7 amostra de aproximadamente três centímetros foi retirada da porção inicial do duodeno,
8 aos 10 cm acima do divertículo de Meckel (jejuno) e 10 cm acima da junção ileocecal
9 (íleo) de cada ave.

10 As amostras foram lavadas em solução salina, fixadas em solução de formol a
11 10% e, posteriormente, desidratadas em série de concentrações crescentes de álcool,
12 diafanizadas em xilol, e incluídas em parafina conforme metodologia descrita por Beçak
13 & Paulete, (1976). Foram obtidos cortes histológicos longitudinais e semisseriados com
14 sete µm de espessura e, posteriormente, corados pelo método de Hematoxilina-Eosina.

15 A captura de imagens para análise morfométrica foi realizada no Laboratório de
16 Captura de Imagens do Departamento de Ciências Morfológicas da Universidade
17 Estadual de Maringá por meio de uma câmera digital Olympus Q-Color 3, acoplada ao
18 microscópio Olympus Bx 40. As imagens foram capturadas em objetiva de 10x e
19 analisadas utilizando-se sistema de imagens computadorizado Image Pro Plus (Versão
20 5.2 - Media Cibernética).

21 A morfometria do intestino delgado foi realizada em 30 vilos por animal,
22 mensurando a altura dos vilos e a profundidade de criptas de cada repetição por
23 segmento e desses valores foi obtida a média.

24 No período de 28 a 35 dias de idade, foi realizado um ensaio para determinação do
25 balanço de nitrogênio, em que foram utilizados 150 machos, com 28 dias de idade, os

1 quais foram retirados das respectivas unidades experimentais do experimento de
2 desempenho e alojados em gaiolas de arame galvanizado (20 cm de largura x 33 cm de
3 profundidade x 25 cm de altura) dispendo de bebedouro tipo nipple, comedouro
4 individual tipo calha e bandeja metálica individual, forrada com plástico, para coleta das
5 excretas.

6 O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado em que os
7 níveis de treonina digestível utilizados foram os mesmos do experimento de
8 desempenho, totalizando seis níveis de treonina digestível, com cinco repetições e cinco
9 aves por unidade experimental. As rações experimentais foram pesadas no início e no
10 final do ensaio de balanço de nitrogênio, sendo utilizado o óxido férrico (2%) na ração
11 como marcador do início e do final do período de coleta das excretas. O período de
12 coleta foi de cinco dias, sendo as excretas coletadas no período da manhã.

13 Após cada coleta, as excretas foram acondicionadas em sacos plásticos,
14 devidamente identificadas por tratamento e repetição e armazenadas em congelador. No
15 final do período experimental as excretas foram descongeladas, homogeneizadas,
16 pesadas e mantidas em estufa de ventilação forçada a 55°C por 72 horas, para realização
17 da pré-secagem.

18 Após a pré-secagem, foram moídas em moinho tipo martelo e encaminhadas para
19 a quantificação do teor de nitrogênio no Laboratório de Nutrição e Alimentação Animal
20 (LANA) pertencente ao Departamento de Zootecnia da Universidade Estadual de
21 Maringá. Os teores de nitrogênio das rações experimentais e das excretas foram obtidos
22 pelo método de Kjeldahl, segundo Silva & Queiróz (2004).

23 Foi calculado o balanço de nitrogênio (g/dia) pela diferença entre o consumo de
24 nitrogênio e a excreção de nitrogênio, determinando assim a retenção de nitrogênio:

25
$$BN = (N \text{ ingerido} - N \text{ excretado}) / \text{período}$$

1 O coeficiente de metabolizabilidade (%) do nitrogênio das rações experimentais
2 foi determinado segundo a fórmula:

$$3 \quad CM = (N \text{ ingerido} - N \text{ excretado}) / N \text{ ingerido} \times 100$$

4 Foi realizada a análise econômica das rações determinando-se o custo de ração por
5 quilograma de peso vivo ganho (Y_i), segundo Bellaver et al. (1985), calculada por meio
6 da fórmula:

$$7 \quad Y_i = (Q_i \times P_i) / G_i$$

8 em que, Q_i corresponde à quantidade de ração consumida, P_i equivale ao preço por
9 quilograma da ração utilizada (R\$/kg) e G_i equivale ao ganho de peso.

10 A análise estatística dos dados de desempenho, rendimento e composição química
11 da carcaça, balanço de nitrogênio e da análise econômica das rações, foi realizada por
12 meio do método de quadrados mínimos, de acordo com a teoria de modelos lineares
13 clássicos, utilizando o Sistema para Análises Estatísticas – SAEG (UFV, 1997),
14 segundo o modelo.

$$15 \quad Y_{ijk} = b_0 + b_1 ThrD_i + b_2 ThrD_i^2 + b_3 S_j + FA + e_{ijk}$$

16 Y_{ij} = variável medida na unidade experimental j , alimentada com ração contendo o nível
17 i de treonina digestível;

18 b_0 = constante geral;

19 b_1 = coeficiente de regressão linear em função do nível de treonina digestível;

20 $ThrD_i$ = nível de treonina digestível; $T_1 = 0,93$; $T_2 = 1,00$; $T_3 = 1,07$; $T_4 = 1,14$; $T_5 =$
21 $1,21$ e $T_6 = 1,28\%$;

22 b_2 = coeficiente de regressão quadrático em função do nível de treonina digestível;

23 b_3 = efeito da proporção de sexo ($n^\circ \text{ ♂} / n^\circ \text{ ♀}$) na unidade experimental j ;

24 FA = falta de ajustamento do modelo de regressão;

25 e_{ij} = erro aleatório associado a cada observação.

1 A análise estatística da morfometria do intestino delgado foi realizada por meio do
2 método de máxima verossimilhança, de acordo com a teoria de modelos lineares
3 generalizados (Nelder & Wedderburn, 1972), admitindo distribuição gama com função
4 de ligação recíproca, utilizando o Sistema para Análises Estatísticas (SAS, 1985),
5 segundo o modelo:

$$6 \quad \eta_{ij} = b_0 + b_1ThrD_i + b_2ThrD_i^2 + b_3ThrD_i^3$$

7 η_{ij} = variável medida na unidade experimental j , alimentada com ração contendo o nível
8 i de treonina digestível;

9 b_0 = constante geral;

10 b_1 = coeficiente de regressão linear em função do nível de treonina digestível;

11 $ThrD_i$ = nível de treonina digestível; $T_1 = 0,93$; $T_2 = 1,00$; $T_3 = 1,07$; $T_4 = 1,14$; $T_5 =$
12 $1,21$ e $T_6 = 1,28\%$;

13 b_2 = coeficiente de regressão quadrático em função do nível de treonina digestível;

14 b_3 = coeficiente de regressão cúbico em função do nível de treonina digestível;

15 **Resultados e Discussão**

16 Os níveis de treonina digestível das rações não influenciaram ($P>0,05$) o consumo
17 de ração (CR), o ganho de peso (GP), o peso corporal (PC) e a conversão alimentar
18 (CA) no período de 15 a 35 dias de idade (Tabela 2).

19 Resultados semelhantes foram obtidos por Baylan et al. (2006), que não
20 observaram efeito dos diferentes níveis de treonina total (0,81 a 1,06%) para o
21 desempenho de codornas japonesas no período de 1 a 35 dias de idade. Da mesma
22 forma Berres et al. (2007), avaliando respostas de frangos de corte de 15 a 37 dias de
23 idade, com aumentos graduais na relação lisina:treonina, também não verificaram efeito
24 para as variáveis de desempenho estudadas em função do aumento dos níveis de
25 treonina digestível na ração.

1 Tabela 2. Valores médios de desempenho de codornas de corte no período de 15 a 35 dias de idade em função dos níveis de treonina digestível

Variáveis	Níveis de Treonina Digestível (%)						CV ¹	Efeito ²
	0,93	1,00	1,07	1,14	1,21	1,28		
Consumo de ração (g/ave)	449,98	452,14	444,94	448,12	454,24	448,02	2,852	NS
Consumo de treonina (g/ave)	4,19	4,52	4,76	5,06	5,45	5,69	2,962	Linear
Ganho de peso (g)	141,12	142,51	140,68	139,81	141,01	140,06	2,321	NS
Peso corporal aos 35 d (g)	218,19	219,91	217,25	216,88	217,80	217,53	1,378	NS
Conversão alimentar (g/g)	3,19	3,17	3,16	3,21	3,22	3,20	2,624	NS
Equação de Regressão							R ²	
	CT = - 0,505505 + 4,54215ThrD						1,00	

2 ¹ Coeficiente de variação; ² Análise de regressão; CT – consumo de treonina.

1 Nobre et al. (2009), avaliando o desempenho de codornas japonesas no período de
2 22 a 42 dias de idade, alimentadas com diferentes níveis de treonina digestível na dieta
3 (0,86 a 1,18%), estimaram efeito quadrático sobre ganho de peso e consumo de ração,
4 cujos melhores desempenhos foram obtidos com nível de 1,02% de treonina digestível,
5 diferente dos resultados observados no presente trabalho.

6 O aumento dos níveis de treonina digestível promoveu um aumento linear
7 ($P < 0,05$) no consumo de treonina (CT), que variou de 4,19 a 5,69 g/ave. De acordo com
8 a equação de regressão $CT = - 0,505505 + 4,54215ThrD$, para cada 1% de treonina
9 digestível a mais na ração, houve aumento no CT de 4,54 g/ave no período de 15 a 35
10 dias de idade. A variação observada no CT, em razão do aumento da concentração de
11 treonina na ração, pode ser justificada pelo fato do consumo de ração não ter variado
12 entre os tratamentos. Portanto, o menor nível de treonina digestível estudado (0,93%) é
13 o suficiente para satisfazer as necessidades das codornas, sem comprometer o
14 desempenho.

15 Deve-se levar em consideração que apesar dos resultados de consumo de ração
16 não terem apresentado efeito ($P > 0,05$), os valores estão próximos aos dados obtidos por
17 Albino & Barreto (2003), que citaram consumo médio diário de ração por ave entre 23 e
18 26 g, para codornas japonesas na fase adulta.

19 Em trabalho realizado com frangos de corte de 24 a 38 dias de idade, alimentados
20 com diferentes níveis de treonina digestível na dieta (0,634 a 0,807%), Atêncio et al.
21 (2004) não observaram efeito sobre qualquer característica de desempenho avaliada,
22 exceto o aumento linear no consumo de treonina. Os autores concluíram que o nível de
23 0,637% de treonina digestível, correspondente à relação lisina:treonina digestível de 60,
24 foi suficiente para atender a exigência das aves para o máximo desempenho.

25 De acordo com Rostagno et al. (2005), frangos de corte machos de desempenho

1 regular apresentam exigências de treonina digestível de 0,72 e 0,68% no período de 8 a
2 21 e 22 a 33 dias de idade. As codornas de corte podem ser favoravelmente comparadas
3 com os frangos de corte em relação ao seu desempenho e ao acelerado crescimento.

4 Embora os resultados obtidos não tenham apresentado efeitos significativos,
5 observa-se que a exigência para codornas de corte no período de 15 a 35 dias de idade,
6 verificada neste trabalho é de 0,93% de treonina digestível. Cabe salientar que a
7 exigência mínima para o máximo desempenho poderia estar abaixo deste menor nível
8 estudado, podendo estar mais próxima da exigência de frangos de corte.

9 Outro fator que pode ter influenciado tais resultados é que de acordo com Kidd &
10 Kerr (1996), o conceito de proteína ideal pode minimizar a variabilidade das exigências
11 em treonina, como também em outros aminoácidos essenciais, por meio da utilização de
12 específicas relações aminoácidos essenciais:lisina.

13 No presente trabalho, foi mantida a relação lisina digestível:metionina+cistina e
14 triptofano digestível proposta por Rostagno et al. (2005) para frangos de corte na fase de
15 1 a 21 dias de idade. Contudo, estas relações podem não ser adequadas para codornas de
16 corte, sugerindo diferenças nas necessidades aminoacídicas entre estas espécies.

17 Os rendimentos de carcaça e de cortes não foram influenciados ($P>0,05$) pelos
18 níveis de treonina digestível nas rações (Tabela 3).

19 Resultados semelhantes foram observados por Baylan et al. (2006), os quais não
20 constataram diferença quando avaliaram o rendimento de carcaça de codornas japonesas
21 aos 35 dias de idade, alimentadas com diferentes níveis de treonina total.

22 Corzo et al. (2007), avaliando o rendimento de carcaça em frangos de corte aos 42
23 dias de idade, alimentados com níveis crescentes de treonina total (0,51 a 0,86%),
24 verificaram efeito quadrático para peso de carcaça com melhor estimativa de 0,72% de
25 treonina total.

1 Tabela 3. Valores médios de rendimento de carcaça e de cortes (peito e pernas) de codornas de corte aos 35 dias de idade em função dos
 2 níveis de treonina digestível

Variáveis	Níveis de Treonina Digestível (%)						CV ¹	Efeito ²
	0,93	1,00	1,07	1,14	1,21	1,28		
Peso vivo aos 35d (g)	217,47	215,80	219,54	222,03	224,42	217,85	4,368	NS
Peso de carcaça (g)	150,95	150,90	151,72	154,77	153,71	153,06	5,395	NS
Rendimento de carcaça (%)	69,43	69,93	69,13	69,69	68,48	70,14	2,433	NS
Peso do peito (g)	65,95	65,70	66,83	68,41	67,13	68,10	6,201	NS
Rendimento de peito (%)	43,76	43,56	44,08	44,15	43,65	44,44	3,412	NS
Peso das pernas (g)	36,11	37,89	39,17	41,48	40,45	38,81	11,111	NS
Rendimento das pernas (%)	23,98	25,17	25,85	26,79	26,29	25,36	10,752	NS

3 ¹ Coeficiente de variação; ² Análise de regressão

1 Segundo Fisher (1994), os efeitos observados do incremento progressivo dos
2 níveis de aminoácidos dietéticos nas aves seguem uma hierarquia, a saber: exigência
3 para máximo crescimento, exigência para melhor conversão alimentar, exigência para
4 melhor carcaça com menos gordura, exigência para ótima composição de carcaça e
5 exigência para maior peito.

6 Os teores de água, proteína bruta, gordura, cinzas, a taxa de deposição de proteína
7 (TDP) e gordura (TDG) na carcaça e a energia retida na carcaça (ERC) de codornas de
8 corte não foram influenciados ($P>0,05$) pelos níveis de treonina digestível estudados
9 (Tabela 4). Estes resultados estão de acordo com Soares et al. (1999), que não
10 evidenciaram diferença na composição corporal de frangos de corte aos 42 dias de idade
11 em função do aumento dos níveis de treonina digestível.

12 Reginatto et al. (2000), avaliando a suplementação de treonina em dietas de
13 frangos de corte de 22 a 40 dias de idade, variando a energia e as relações
14 energia:proteína, não observaram efeito na composição das carcaças de frangos de corte
15 em função dos níveis de treonina digestível na ração.

16 O comprimento do intestino, a altura de vilo do duodeno e jejuno e a
17 profundidade de cripta do íleo de codornas de corte aos 35 dias de idade não
18 apresentaram efeito ($P<0,05$) com o aumento dos níveis de treonina digestível na ração
19 (Tabela 5).

20 A profundidade de cripta do duodeno e jejuno de codornas de corte aos 35 dias de
21 idade foram influenciadas de forma quadrática ($P>0,05$) pelo aumento dos níveis de
22 treonina digestível na ração. A estimativa para maior e menor profundidade de cripta do
23 duodeno (33,85 μm) e jejuno (25,59 μm) foram obtidos com rações contendo 1,19 e
24 1,09% de treonina digestível na ração, respectivamente (Figura 1).

1 Tabela 4. Valores médios da composição química da carcaça (CQC), taxa de deposição de proteína (TDP), taxa de deposição de gordura
 2 (TDG) e energia retida na carcaça (ERC) de codornas de corte aos 35 dias de idade em função dos níveis de treonina digestível

Variáveis	Níveis de Treonina Digestível (%)						CV ¹	Efeito ²
	0,93	1,00	1,07	1,14	1,21	1,28		
CQC (%)								
Água	63,78	63,89	63,99	63,02	64,07	64,15	1,9686	NS
Proteína	60,79	61,53	62,81	59,69	61,59	62,16	5,459	NS
Gordura	30,16	29,87	30,09	32,20	30,05	29,62	11,350	NS
Cinzas	11,26	11,22	11,29	10,98	11,28	11,60	8,881	NS
TAXA DE DEPOSIÇÃO (g/dia)								
Proteína	1,15	1,14	1,13	1,19	1,13	1,11	8,709	NS
Gordura	3,03	3,03	3,04	2,99	3,04	3,04	2,110	NS
Energia retida na carcaça (kcal/g)	34,83	34,87	34,89	34,77	34,88	34,82	0,533	NS

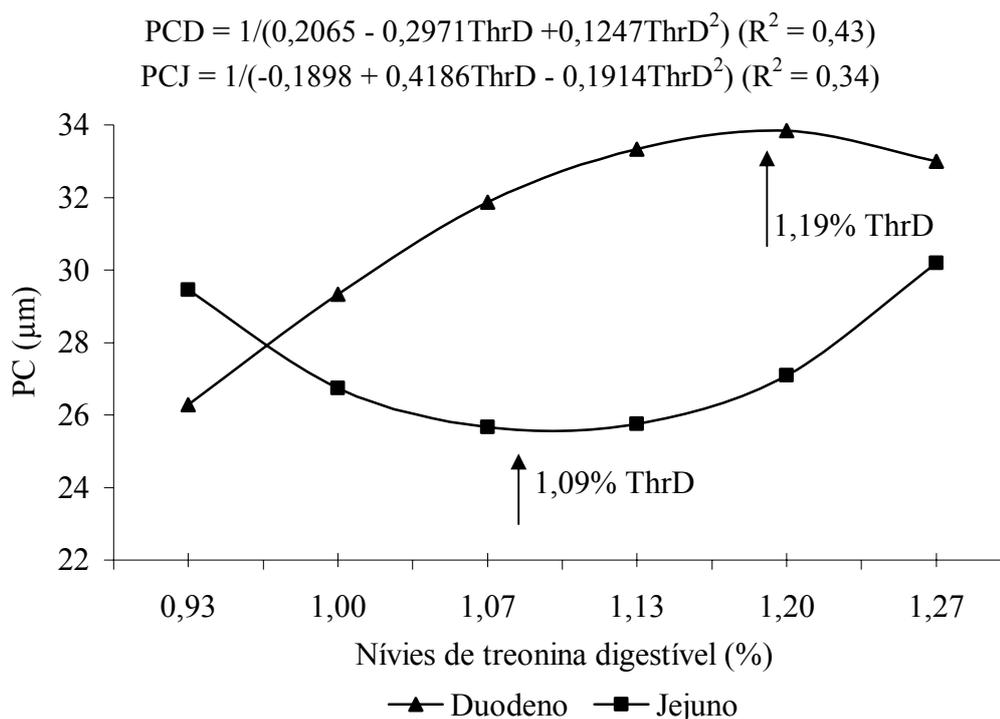
3 ¹Coeficiente de variação; ²Análise de regressão

1 Tabela 5. Valores médios da morfometria do intestino delgado de codornas de corte aos
 2 35 dias de idade em função dos níveis de treonina digestível

Variáveis	Níveis de Treonina Digestível (%)					
	0,93	1,00	1,07	1,14	1,21	1,28
Comprimento intestino (cm)	55,90	57,60	57,90	54,60	54,00	54,60
DUODENO						
Altura de vilos (µm)	312,53	289,13	277,75	301,41	315,47	287,58
Profundidade de cripta (µm)	26,64	28,57	32,65	32,38	35,01	32,58
Relação vilos:cripta	9,89	10,31	8,54	9,32	9,03	8,80
JEJUNO						
Altura de vilos (µm)	214,77	210,94	188,83	184,43	202,03	208,33
Profundidade de cripta (µm)	28,89	28,27	24,74	25,69	27,20	30,35
Relação vilos:cripta	7,44	7,52	7,65	7,15	7,42	6,91
ILEO						
Altura de vilos (µm)	195,22	209,57	190,44	210,41	221,75	223,07
Profundidade de cripta (µm)	26,80	28,56	25,97	27,29	27,57	29,35
Relação vilos:cripta	7,31	7,34	6,92	7,72	8,02	7,58
Equação de Regressão Ajustada				R ²	Estimativa	
PCD = $1/(0,2065 - 0,2971\text{ThrD} + 0,1247\text{ThrD}^2)$				0,43	1,19%	
PCJ = $1/(-0,1898 + 0,4186\text{ThrD} - 0,1914\text{ThrD}^2)$				0,31	1,09%	
PTI = $1/(0,0054 - 0,0017\text{ThrD})$				0,52	-----	
AVI = $1/(0,0054 - 0,0017\text{ThrD})$				0,34	-----	

3 PCD – profundidade de cripta do duodeno; PCJ – profundidade de cripta do jejuno; PCI – profundidade
 4 de cripta do íleo; AVI – altura de vilos do íleo.
 5

6 De acordo com Rutz (2002), o desenvolvimento das vilosidades intestinais está
 7 associado ao processo mitótico que ocorre nas criptas e a consequente migração dos
 8 enterócitos para a extremidade do vilos. Segundo Pluske et al. (1997), maior valor de
 9 profundidade de cripta indica maior atividade de proliferação celular para garantir
 10 adequada taxa de renovação epitelial, compensando as perdas nas extremidades das
 11 vilosidades.



1
2 Figura 1. Profundidade de cripta do duodeno e jejuno de codornas de corte aos 35 dias
3 de idade em função dos níveis de treonina digestível

4

5 A altura de vilosidade do íleo apresentou aumento linear ($P < 0,05$) com o aumento dos
6 níveis de treonina digestível na ração. De acordo com a equação de regressão $AVI =$
7 $1/(0,0071 - 0,020ThrD)$, para cada 1% de treonina digestível a mais na ração, houve
8 aumento de $0,020\mu m$ da altura do vilosidade do íleo.

9

10 Um fator que pode ter influenciado tal comportamento pode estar relacionado à
11 função prioritária dos segmentos em estudo. Em nível de duodeno, a hidrólise dos
12 aminoácidos ainda se encontra incompleta; logo, a absorção é mínima. Além disso, nas
13 aves, grandes quantidades de transportadores de membrana estão localizadas no íleo, o que
14 o torna o principal sítio de absorção de aminoácidos (Rutz, 2002), que justifica o
15 comportamento linear da altura do vilosidade do íleo.

16

17 Segundo Kidd (2001), a treonina tem maior importância no período de
crescimento e terminação, visto que a proporção de exigência de treonina para manutenção
é alta em relação aos demais aminoácidos, em virtude de sua alta taxa de *turnover* e

1 relativa abundância nas secreções intestinais endógenas. Desta forma, estima-se que
 2 mais da metade da treonina consumida seja utilizada a nível intestinal, para as funções
 3 de manutenção.

4 Avaliando a suplementação de diferentes níveis de treonina digestível na dieta
 5 (0,4 a 1,1%) com dois níveis de proteína bruta (16 e 19%) para frangos de corte de 1 a
 6 21 dias de idade, Zaefarian et al. (2008), observaram aumento linear na altura de vilo do
 7 íleo em função do aumento dos níveis de treonina digestível, corroborando os resultados
 8 do presente trabalho.

9 O balanço de nitrogênio (BN) e o coeficiente de metabolizabilidade do nitrogênio
 10 (CM) não apresentaram efeito ($P>0,05$) em função dos níveis de treonina digestível
 11 (Tabela 6).

12

13 Tabela 6. Valores médios do balanço de nitrogênio (BN) e do coeficiente de
 14 metabolizabilidade do nitrogênio (CM) de codornas de corte no período de
 15 28 a 32 dias de idade em função dos níveis de treonina digestível

Variáveis	Níveis de Treonina Digestível (%)						CV ¹	Efeito ²
	0,93	1,00	1,07	1,14	1,21	1,28		
BN (g/dia)	3,13	2,79	3,37	3,01	2,81	2,90	6,510	NS
CM (%)	68,39	63,50	69,18	64,79	65,60	64,63	4,783	NS

16 ¹Coeficiente de variação; ²Análise de regressão

17

18 Dozier et al. (2001), trabalhando com dieta contendo 18% de proteína bruta e
 19 3.200 kcal EM/kg e dois níveis de treonina total (0,52 e 0,74%) para frangos de corte
 20 machos e fêmeas de 42 a 54 dias de idade, verificaram melhor retenção de nitrogênio e
 21 energia em frangos machos alimentados com o nível mais alto deste aminoácido.

22 De acordo com Rutz (2002), a carência de aminoácidos essenciais da dieta induz
 23 ao balanço negativo de nitrogênio, isto é: a perda é maior do que o consumo. A proteína

1 para o qual o aminoácido essencial estiver faltando não pode ser sintetizada, e os outros
2 aminoácidos que seriam incorporados na proteína serão metabolizados.

3 O aumento dos níveis de treonina digestível na ração promoveu o aumento linear
4 ($P < 0,05$) do custo da ração por quilograma de peso vivo ganho (Tabela 7). Com o
5 aumento dos níveis aminoacídicos das rações, houve maior inclusão de aminoácidos
6 sintéticos, onerando o custo das rações. De acordo com a equação de regressão $\text{Custo} =$
7 $1,95487 + 0,625095\text{ThrD}$, para cada 1% de treonina digestível a mais na ração, houve
8 um aumento no custo da ração de 0,63 R\$/kg de peso vivo ganho.

9

10 Tabela 7. Valores médios do preço da ração e custo da ração por quilograma de peso
11 vivo ganho de codornas de corte em função dos níveis de treonina digestível

Variáveis	Níveis de Treonina Digestível (%)						CV ¹
	0,93	1,00	1,07	1,14	1,21	1,28	
Preço da ração (R\$/kg)	0,80	0,81	0,82	0,83	0,85	0,86	
Custo (R\$/kg PV ganho)	2,55	2,57	2,60	2,67	2,72	2,74	2,565
Equação de Regressão							R ²
Custo = $1,95487 + 0,625095\text{ThrD}$							0,97

12 ¹ Coeficiente de variação

13

14 Embora não tenha verificado efeito significativo dos níveis de treonina digestível
15 sobre as variáveis analisadas neste estudo, exceto para consumo de treonina,
16 morfometria intestinal e o custo da ração, observa-se que o balanço adequado entre os
17 aminoácidos permitiu a utilização dos mesmos de forma eficiente sem promover danos
18 ao desempenho das aves.

19

Conclusão

20 A exigência de treonina digestível para máximo crescimento de codornas de corte,
21 no período de 15 a 35 dias de idade, é de 0,93%, correspondendo à relação LD:ThrD de
22 53,76.

Literatura Citada

- 1
2 ALBINO, L.F.T.; BARRETO, S.L.T. **Codornas:** criação de codornas para produção de
3 ovos e carne. Viçosa, MG: Aprenda Fácil, 2003. 289p.
- 4 ATÊNCIO, A.; ALBINO, L.F.T.; ROSTAGNO, H.S. et al. Exigências de treonina para
5 frangos de corte machos nas fases de 1 a 20, 24 a 35 e 44 a 56 dias de idade.
6 **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.4, p.880-893, 2004.
- 7 BAYLAN, M.; CANOGULLARI, S.; AYASAN, T. et al. Dietary threonine
8 supplementation for improving growth performance and edible carcass parts in
9 Japanese quails, *Coturnix coturnix japonica*. **Journal of Poultry Science**, v.5, n.7,
10 p.635-638, 2006.
- 11 BEÇAK, W.; PAULETE, J. **Técnicas de citologia e histologia**. Rio de Janeiro: Livros
12 Técnicos e Científicos, 1976. 305p.
- 13 BELLAVER, C.; FIALHO, E.T.; PROTAS, J.F.S. et al. Radícula de malte na
14 alimentação de suínos em crescimento e terminação. **Pesquisa Agropecuária**
15 **Brasileira**, v.20, n.8, p.969-74, 1985.
- 16 BERRES, J.; VIEIRA, S.L.; CONEGLIAN, J.L.B. et al. Respostas de frangos de corte a
17 aumentos graduais na relação entre treonina e lisina. **Revista Ciência Rural**, v.37,
18 n.2, p.510-517, 2007.
- 19 CORZO, A.; KIDD, M.T.; DOZIER, W.A. et al. Dietary threonine needs for growth
20 and immunity of broilers raised under different litter conditions. **Journal of Poultry**
21 **Science**, v.16, p.574-582, 2007.
- 22 DOZIER, W.A.; MORAN JUNIOR, E.T.; KIDD, E.T. et al. Male and female broiler
23 responses to low and adequate dietary threonine on nitrogen and energy balance.
24 **Journal of Poultry Science**, v.80, p.926-930, 2001.
- 25 FISHER, C. Use of amino acids to improve carcass quality of broilers. **Feed Mix**,
26 Doetinchen, v.2, p.17-20, 1994.
- 27 FRAGA, A.L.; MOREIRA, I.; FURLAN, A.C. et al. Lysine requirement of starting
28 barrows from two genetic groups fed on low crude protein diets. **Brazilian**
29 **Archives of Biology and Technology**, v.51, n.1, p.49-56, 2008.
- 30 FRAIHA, M. Atualização em nutrição protéica para frangos de corte, 2002. Disponível
31 em: <<http://www.lisina.com.br/nutrição/palestra.asp>> Acesso em: 20 nov.2003.
- 32 KIDD, M.T.; KERR, B.J. L-threonine for poultry: A review. **Journal Poultry Science**,
33 v.5, p.358-367, 1996.
- 34 KIDD, M.T. Lysine and threonine needs of commercial broilers: In: AJINOMOTO
35 HEARTHAND POULTRY SYMPOSIUM, 2001, Nashville, TN. **Proceedings...**
36 Nashville TN, 2001.
- 37 MÓRI, C.; GARCIA, E.A.; PAVAN, A.C. et al. Desempenho e rendimento de carcaça
38 de quatro grupos genéticos de codornas para produção de carne. **Revista Brasileira**
39 **de Zootecnia**, v.34, n.3, p.870-876, 2005.
- 40 MOURA, A.M.A. Conceito da proteína ideal aplicada na nutrição de aves e suínos.
41 **Revista Eletrônica Nutritime**, v.1, n.1, p.31-34, 2004.
- 42 NELDER, J.A.; WEDDERBURN, R.W.M. Generalized Linear Models. **Journal of the**
43 **Royal Statistical Society A**, v.135, n.3, p.370-384, 1972.
- 44 NOBRE, I.S.; COSTA, F.G.P.; SILVA, L.P.G. et al. Exigência de treonina para
45 codornas na fase de crescimento de 22 a 42 dias. In: REUNIÃO ANUAL DA
46 SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 46., 2009, Maringá. **Anais...**
47 Maringá: Sociedade Brasileira de Zootecnia/Aptor software [2009] (CD-ROM).
- 48 OLIVEIRA, E.G.; ALMEIDA, M.I.M.; MENDES, A.A. et al. Avaliação sensorial de
49 carne de codornas para corte, abatidas aos 35, 56 e 77 dias de idade. **Veterinária e**
50 **Zootecnia**, v.12, n.1/2, p.61/68, 2005.

- 1 PLUSKE, J.R.; HAMPSON, D.J.; WILLIAMS, I.H. Factors influencing the structure
2 and function of the small intestine in the weaned pig: a review. **Livestock**
3 **Productive Science**, v.51, p.215-236, 1997.
- 4 REGINATTO, M.F.; RIBEIRO, A.M.L.; PENZ JUNIOR, A.M. et al. Suplementação de
5 treonina em dietas de frangos de corte, variando a energia e as relações
6 energia:proteína. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v.2, n.3, p.239-247, 2000.
- 7 ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. et al. **Tabelas brasileiras para**
8 **aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 2.ed. Viçosa,
9 MG: UFV, Departamento de Zootecnia, 2005, 186p.
- 10 RUTZ, F. Metabolismo intermediário. In: MACARI, M.; FURLAN, R.L.;
11 GONZÁLES, E. (Ed) **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. 2.ed.
12 Jaboticabal: FUNEP/UNESP, 2002. 375p.
- 13 SAKOMURA, N.K. Modeling energy utilization in broiler breeders, laying hens and
14 broilers. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**. Campinas. v.6, n.1, p.1-11, 2004.
- 15 SAKOMURA, N.K.; ROSTAGNO, H.S. **Métodos de pesquisa em Nutrição para**
16 **Monogástricos**. Jaboticabal: FUNEP, 2007. 283p.
- 17 STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM - SAS. **SAS® user guide:statistics**. 5.ed. Cary:
18 SAS Institute, 1985. 956p.
- 19 SCHERER, C. **Exigência nutricional de energia metabolizável, lisina digestível e**
20 **metionina+cistina digestível para codornas de corte em fase de crescimento**.
21 Maringá, PR: Universidade Estadual de Maringá, 2009. 118p. Tese (Doutorado em
22 Zootecnia) – Universidade Estadual de Maringá, 2009.
- 23 SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C.D. **Análises de alimentos: métodos químicos e**
24 **biológicos**. 3.ed. Viçosa:UFV, 2004. 235p.
- 25 SILVA, R.M.; FURLAN, A.C.; TON, A.P.S. et al. Exigências nutricionais de cálcio e
26 fósforo de codornas de corte em crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**,
27 v.38, n.8, p.1509-1517, 2009.
- 28 SOARES, R.T.R.N.; ALBINO, L.F.T.; ROSTAGNO, H.S. et al. Exigência de treonina
29 para frangos de corte no período de 22 a 42 dias de idade. . **Revista Brasileira de**
30 **Zootecnia**, v.28, n.1, p.127-131, 1999.
- 31 UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA – UFV. SAEG – **Sistema de análises**
32 **estatísticas e genéticas**. Versão 5.0. Viçosa, MG: 1997. 150p. (Manual do usuário).
- 33 ZAEFARIAN, F.; ZAGHARI, M.; SHIVAZAD, M. The threonine requirements and its
34 effects on growth performance and gut morphology of broiler chicken fed different
35 levels of protein. **International Journal of Poultry Science**, v.7, n.12, p.1207-
36 1215, 2008.

1 **V. Exigência nutricional de triptofano digestível para codornas de corte no período**
2 **de 1 a 14 dias de idade**

3
4 RESUMO: O objetivo deste trabalho foi estimar a exigência de triptofano
5 digestível (TrpD) para codornas de corte (*Coturnix coturnix* sp) em fase de crescimento.
6 Foram utilizadas 1.950 codornas de 1 a 14 dias de idade, não sexadas, distribuídas em
7 um delineamento experimental inteiramente casualizado com seis níveis de triptofano
8 digestível (0,27; 0,30; 0,33; 0,36; 0,39 e 0,42% na ração), cinco repetições com 65
9 codornas por unidade experimental. Houve aumento linear no consumo de ração (CR),
10 consumo de triptofano (CT), ganho de peso (GP) e no peso corporal (PC), em função do
11 aumento dos níveis de triptofano digestível na ração. O teor de cinzas reduziu
12 linearmente com o aumento dos níveis de triptofano digestível. Os níveis de triptofano
13 digestível na ração influenciaram de forma quadrática a taxa de deposição de proteína
14 (TDP) na carcaça, a taxa de deposição de gordura (TDG) na carcaça e a energia retida
15 na carcaça (ERC). As estimativas para máxima TDP (1,76 g/dia), TDG (0,35 g/dia) e
16 ERC (13,20 kcal/g) para codornas de corte foram obtidas com rações contendo 0,34;
17 0,35 e 0,34% triptofano digestível, respectivamente. Houve aumento linear no custo da
18 ração por quilograma de peso vivo ganho com o aumento dos níveis de triptofano
19 digestível. Concluiu-se que a exigência nutricional de triptofano digestível para máximo
20 crescimento de codornas de corte, no período de 1 a 14 dias de idade, é maior ou igual a
21 0,42%, correspondendo à relação Lisina Digestível (LD):TrpD de 22,34.

22

23 Palavras-chave: aminoácidos sintéticos, composição corporal, desempenho

1 **V. Digestible tryptophan nutritional requirements of quail meat from 1 to 14 days**
2 **of age**

3
4 ABSTRACT: The aim of this experiment was to estimate the digestible
5 tryptophan (DTrp) requirements for meat quails (*Coturnix coturnix* sp) on growing
6 phase. 1,950 quail were used, 1 to 14 days of age, of both sexes, distributed in a
7 completely randomized design, with six levels of digestible tryptophan (0.27; 0.30;
8 0.33; 0.36; 0.39 and 0.42% of diet), five replications and 65 quails per experimental
9 unit. There was a linear increase of feed intake (FI), tryptophan intake (TI), weight gain
10 (WG) and body weight (BW) with the digestible tryptophan levels increase. The
11 digestible tryptophan levels had a quadratic effect in protein deposition rate (PDR) in
12 carcass, fat deposition rate (FDR) in carcass and carcass energy retained (CER). The
13 estimative for maximum PDR (1.76 g/bird), FDR (0.35 g/bird) and CER (13.20 kcal/g)
14 for meat quail were obtained with diets containing 0.34; 0.35 and 0.34% of digestible
15 tryptophan, respectively. There was a linear increase in feed cost per kilogram of body
16 weight gain with increasing levels of digestible tryptophan. It was concluded that the
17 nutritional requirement of digestible tryptophan for maximum growing of meat quail, in
18 the period from 1 to 14, is higher or equal to 0.42%, corresponding to the Digestible
19 Lysine (DL):DTrp ratio of 22.34.

20
21 Key words: body composition, performance, synthetic aminoacids

Introdução

A determinação das exigências nutricionais é de grande importância para todas as espécies avícolas, uma vez que o fornecimento de níveis adequados dos nutrientes é um importante fator que determina se as aves vão expressar todo o seu potencial genético (Corrêa et al., 2007). A coturnicultura é uma atividade avícola de cadeia produtiva consolidada, que produz proteína de origem animal de alta qualidade e de custo relativamente baixo (Moura et al., 2010).

Entre os fatores que incidem sobre o custo de produção de codornas, a alimentação pode representar mais de 70% do custo total. Portanto, existe uma preocupação por parte dos nutricionistas em oferecer às aves rações com níveis nutricionais mais adequados, que propiciem melhor desempenho e, conseqüentemente, maior retorno econômico (Freitas et al., 2006).

Durante muitos anos, as rações para aves foram formuladas para satisfazer as necessidades de proteína bruta dos animais. Com o crescente desenvolvimento da indústria de aminoácidos sintéticos, os nutricionistas passaram a formular as rações com o objetivo de satisfazer as necessidades específicas de aminoácidos essenciais (Araújo et al., 2004).

O uso de aminoácidos sintéticos permite a formulação de dietas com teores de proteína bruta inferiores aos recomendados nas tabelas de exigências nutricionais. Com isso, pode-se maximizar a utilização dos aminoácidos para síntese proteica e minimizar seu uso como fonte de energia favorecendo a obtenção do máximo desempenho animal (Corrêa et al., 2006).

O triptofano é um aminoácido essencial que não é produzido pelos animais ou é produzido em velocidade muito lenta, não satisfazendo às suas necessidades. O L-triptofano apresenta 99,3% de digestibilidade para aves e está disponível

1 comercialmente.

2 O triptofano está envolvido na síntese de niacina e serotonina, molécula chave no
3 controle do apetite e do comportamento. Desta forma o triptofano é um aminoácido
4 essencial necessário para máximo ganho e eficiência alimentar (Fraiha, 2002).

5 Em decorrência da carência de pesquisas sobre a exigência nutricional de
6 triptofano digestível para codornas de corte em fase de crescimento, objetivou-se com
7 este trabalho estimar o melhor nível de triptofano digestível para o máximo
8 desempenho, composição química da carcaça, deposição de proteína e gordura na
9 carcaça, energia retida na carcaça e a análise econômica das rações para codornas de
10 corte (*Coturnix coturnix* sp) em crescimento de 1 a 14 dias de idade.

11 **Material e Métodos**

12 O experimento foi realizado no Setor de Coturnicultura da Fazenda Experimental
13 de Iguatemi na Universidade Estadual de Maringá - UEM, no período 9 a 23 de março
14 de 2009.

15 Foram utilizadas 1.950 codornas de corte (*Coturnix coturnix* sp), não sexadas,
16 com um dia de idade e peso médio inicial de 8,82 g. As aves foram distribuídas em um
17 delineamento inteiramente casualizado com seis níveis de triptofano digestível, cinco
18 repetições e 65 aves por unidade experimental.

19 As aves foram alojadas em um galpão convencional, coberto com telha de fibra
20 amianto e dividido em 30 “boxes” de 2,5 m² com piso de terra batida, sendo utilizada a
21 casca de arroz como cama, a qual foi forrada com papelão corrugado na primeira
22 semana. O programa de iluminação utilizado foi de 24 horas por dia (natural + artificial)
23 durante todo o período experimental.

24 As temperaturas, máxima e mínima foram monitoradas durante todo o período
25 experimental, sendo seus valores registrados às 08h e 16h, utilizando para este fim um

1 termômetro de bulbo seco. As temperaturas, máxima e mínima média foram,
2 respectivamente: 37 e 26°C no período da manhã e 36 e 27°C no período da tarde.

3 As rações experimentais consistiram em seis níveis de triptofano digestível (0,27;
4 0,30; 0,33; 0,36; 0,39 e 0,42%), sendo as mesmas isoproteicas, isoenergéticas,
5 isocálcicas e isofosfóricas, formuladas à base de milho e farelo de soja (Tabela 1). A
6 composição química e os valores energéticos dos alimentos foram obtidos de Rostagno
7 et al. (2005). As diferenças entre os equivalentes proteicos de triptofano e de ácido
8 glutâmico nos diferentes níveis de triptofano em avaliação foram compensados pelo
9 amido de milho.

10 Para atender às exigências nutricionais das codornas, adotaram-se as
11 recomendações preconizadas por Scherer (2009) para as exigências de lisina digestível e
12 energia metabolizável e Silva et al. (2009) para as exigências de cálcio e fósforo
13 disponível das rações.

14 Os teores de metionina+cistina e treonina digestíveis das rações foram calculados
15 de acordo com a relação proposta por Rostagno et al. (2005) para frangos de corte na
16 fase inicial de 1 a 21 dias de idade, correspondendo à relação de lisina
17 digestível:metionina+cistina e treonina digestíveis de 71 e 65, respectivamente. Todas
18 as rações foram suplementadas com aminoácidos sintéticos em quantidades suficientes
19 para se obter as relações desejadas entre os aminoácidos.

20 As codornas foram pesadas semanalmente e simultaneamente foram realizadas as
21 pesagens das rações experimentais fornecidas, para a determinação do consumo de
22 ração (g/ave), do consumo de triptofano (g/ave), do ganho de peso (g), do peso corporal
23 (g) e da conversão alimentar (g/g).

1 Tabela 1. Composição percentual e nutricional das rações experimentais para codornas
 2 de corte em crescimento (1 a 14 dias de idade)

Ingredientes (%)	Níveis de Triptofano Digestível (%)					
	0,27	0,30	0,33	0,36	0,39	0,42
Milho grão	55,430	55,430	55,430	55,430	55,430	55,430
Farelo de soja (45%)	36,950	36,950	36,950	36,950	36,950	36,950
Óleo de soja	1,945	1,945	1,945	1,945	1,945	1,945
Ácido glutâmico	0,458	0,416	0,374	0,332	0,289	0,247
Amido	0,120	0,130	0,140	0,150	0,160	0,170
Fosfato bicálcico	1,617	1,617	1,617	1,617	1,617	1,617
Calcário	0,373	0,373	0,373	0,373	0,373	0,373
L-Lisina HCL (78%)	1,060	1,060	1,060	1,060	1,060	1,060
DL-Metionina (98%)	0,756	0,756	0,756	0,756	0,756	0,756
L-Treonina (98%)	0,542	0,542	0,542	0,542	0,542	0,542
L-Triptofano (98 %)	0,032	0,064	0,096	0,129	0,161	0,193
Sal comum	0,407	0,407	0,407	0,407	0,407	0,407
Suplemento mineral/vitamínico ¹	0,300	0,300	0,300	0,300	0,300	0,300
Antioxidante ²	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Composição Nutricional Calculada						
Proteína bruta (%)	23,50	23,50	23,50	23,50	23,50	23,50
Energia metab. (kcal/kg)	2.997	2.997	2.997	2.997	2.997	2.997
Cálcio (%)	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65
Fósforo disponível (%)	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41
Lisina digestível (%)	1,88	1,88	1,88	1,88	1,88	1,88
Metionina+cistina digest. (%)	1,33	1,33	1,33	1,33	1,33	1,33
Treonina digestível (%)	1,22	1,22	1,22	1,22	1,22	1,22
Triptofano digestível (%)	0,27	0,30	0,33	0,36	0,39	0,42

3 ¹ Suplementação vitamínica/mineral (níveis de garantia por kg do produto); Vit. A – 4.500.000 UI; Vit.
 4 D3 – 1.250.000 UI; Vit. E – 4.000 mg; Vit. B1 – 278 mg; Vit. B2 – 2.000 mg; Vit. B6 – 525 mg; Vit. B12
 5 – 5.000 µcg; Vit. K3 – 1.007 mg; Pantotenato de Cálcio – 4.000 mg; Niacina – 10.000 mg; Colina –
 6 140.000 mg; Antioxidante – 5.000 mg; Zinco – 31.500 mg; Ferro – 24.500 mg; Manganês – 38.750 mg;
 7 Cobre – 7.656 mg; Cobalto – 100 mg; Iodo – 484 mg; Selênio – 127 mg;

8 ² BHT(Butil Hidroxi Tolueno).

1 O estudo da composição química da carcaça foi realizado por meio do abate
2 referencial feito a partir de um grupo adicional de 50 codornas com 1 dia de idade,
3 comparadas com as codornas abatidas ao término do período experimental.

4 Para o estudo da composição química da carcaça, foram utilizadas as carcaças
5 evisceradas com pele de cinco codornas selecionadas pelo peso médio ($\pm 10\%$) de cada
6 unidade experimental (25 codornas por tratamento) ao término do experimento, as quais
7 foram sacrificadas por decapitação entre os ossos occipital e atlas, feito com tesoura, de
8 acordo com as normas propostas pelo Comitê de Ética em Experimentação Animal da
9 Universidade Estadual de Maringá.

10 As aves foram sangradas e escaldadas por 15 a 30 segundos a temperatura de 53 a
11 55°C e depenadas manualmente. Depois de evisceradas por meio de corte abdominal e
12 retirados os pés e a cabeça, as carcaças foram congeladas em sacos plásticos
13 devidamente identificados por tratamento e repetição e, posteriormente, foram moídas
14 em moinho de carne industrial.

15 As carcaças moídas foram pesadas, homogeneizadas e levadas à estufa de
16 ventilação forçada a 55°C por 72 horas, para a realização da pré-secagem. Após a pré-
17 secagem, as mesmas foram moídas em moinho tipo martelo e encaminhadas para as
18 determinações analíticas no Laboratório de Nutrição e Alimentação Animal (LANA)
19 pertencente ao Departamento de Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá.

20 Foram determinados a matéria seca, umidade, proteína bruta, extrato etéreo e
21 cinzas das carcaças, conforme metodologias descritas por Silva & Queiróz (2004), e
22 calculadas as taxas de deposição de proteína (TDP) e gordura na carcaça (TDG) e
23 energia retida na carcaça (ERC), conforme metodologias descritas por Fraga et al.
24 (2008).

25 A taxa de deposição de proteína (TDP) na carcaça foi calculada segundo a

1 fórmula:

$$2 \quad \text{TDP} = (\text{QP}_{\text{cf}} - \text{QP}_{\text{ci}}) / \text{PE}$$

3 em que, QP_{cf} é a quantidade, em gramas, de proteína na carcaça final; QP_{ci} é a
4 quantidade de proteína na carcaça inicial e PE é o período experimental, em dias. QP_{cf}
5 foi obtida multiplicando-se o peso da carcaça de um determinado indivíduo, ao final do
6 experimento, pela respectiva proteína bruta da carcaça (PBC), enquanto QP_{ci} foi obtida
7 pelo peso médio do grupo adicional, ao início do experimento, multiplicado pelo seu
8 teor médio de proteína bruta.

9 A taxa de deposição de gordura (TDG) na carcaça foi calculada segundo a
10 equação:

$$11 \quad \text{TDG} = (\text{QG}_{\text{cf}} - \text{QG}_{\text{ci}}) / \text{PE}$$

12 em que, QG_{cf} é a quantidade, em gramas, de gordura na carcaça final; QG_{ci} é a
13 quantidade de gordura na carcaça inicial e PE é o período experimental, em dias. QG_{cf} e
14 QG_{ci} foram obtidas de modo similar as QP_{cf} e QP_{ci} , utilizando os valores de extrato
15 etéreo ao invés de proteína bruta da carcaça.

16 A energia retida na carcaça (ERC) foi calculada por meio da fórmula:

$$17 \quad \text{ERC} = 5,66 \text{ TDP} + 9,37 \text{ TDG}$$

18 sendo 5,66 e 9,37 os valores energéticos (em kcal/g) da proteína e da gordura,
19 respectivamente, indicados por Sakomura (2004).

20 Foi realizada a análise econômica das rações determinando-se o custo da ração
21 por quilograma de peso vivo ganho (Y_i), segundo Bellaver et al. (1985), calculada por
22 meio da fórmula:

$$23 \quad Y_i = (Q_i \times P_i) / G_i$$

24 em que, Q_i corresponde à quantidade de ração consumida, P_i equivale ao preço por
25 quilograma da ração utilizada (R\$/kg) e G_i equivale ao ganho de peso.

1 A análise estatística dos dados foi realizada por meio do Sistema para Análises
2 Estatísticas – SAEG (UFV, 1997), segundo o modelo.

$$3 \quad Y_{ij} = b_0 + b_1TrpD_i + b_2TrpD_i^2 + FA + e_{ij}$$

4 Y_{ij} = variável medida na unidade experimental j , alimentada com ração contendo o nível
5 i de triptofano digestível;

6 b_0 = constante geral;

7 b_1 = coeficiente de regressão linear em função do nível de triptofano digestível;

8 $TrpD_i$ = nível de triptofano digestível; $T_1 = 0,27$; $T_2 = 0,30$; $T_3 = 0,33$; $T_4 = 0,36$; $T_5 =$
9 $0,39$ e $T_6 = 0,42\%$;

10 b_2 = coeficiente de regressão quadrático em função do nível de triptofano digestível;

11 FA = falta de ajustamento do modelo de regressão;

12 e_{ij} = erro aleatório associado a cada observação.

13 **Resultados e Discussão**

14 O consumo de ração (CR), o consumo de triptofano (CT), o ganho de peso (GP) e
15 o peso corporal (PC) de codornas de corte no período de 1 a 14 dias de idade,
16 apresentaram aumento linear ($P < 0,05$) em função dos níveis de triptofano digestível
17 (Tabela 2).

18 Castro et al. (2000), avaliando o desempenho de frangos de corte de 1 a 21 dias de
19 idade, alimentados com diferentes níveis de triptofano total (0,18 a 0,24%), verificaram
20 efeito quadrático para o ganho de peso e conversão alimentar, estimando as exigências
21 de 0,212 e 0,208% de triptofano total.

1 Tabela 2. Valores médios de desempenho de codornas de corte no período de 1 a 14 dias de idade em função dos níveis de triptofano digestível

Variáveis	Níveis de Triptofano Digestível (%)						CV ¹	Efeito ²
	0,27	0,30	0,33	0,36	0,39	0,42		
Consumo de ração (g/ave)	126,82	124,20	131,45	127,85	131,46	130,95	2,890	Linear
Consumo de triptofano (g/ave)	0,34	0,37	0,43	0,46	0,51	0,55	2,779	Linear
Ganho de peso (g)	60,57	60,78	60,72	61,74	62,60	64,78	3,562	Linear
Peso corporal aos 14 d (g)	69,41	69,59	69,54	70,57	71,42	73,59	3,136	Linear
Conversão alimentar (g/g)	2,09	2,05	2,17	2,07	2,10	2,02	3,111	NS
Equação de Regressão							R ²	
CR = 115,516 + 38,2116TrpD							0,50	
CT = - 0,0439129 + 1,41715TrpD							0,99	
GP = 53,2010 + 25,0848TrpD							0,82	
PC = 62,0560 + 24,9933TrpD							0,81	

2 ¹ Coeficiente de variação; ² Análise de regressão; CR – consumo de ração; CT – consumo de triptofano; GP – ganho de peso; PC – peso corporal.

1 Em trabalho realizado com codornas japonesas em postura alimentadas com
2 diferentes níveis de triptofano digestível (0,12 a 0,28%), Pinheiro et al. (2008) não
3 observaram efeito sobre o desempenho das aves, exceto para o consumo de triptofano
4 que aumentou linearmente com o aumento dos níveis de triptofano digestível na ração.
5 Os autores concluíram que os resultados obtidos podem ser justificados pelo fato das
6 aves não terem sido expostas a situações estressantes, ou seja, situações em que o
7 triptofano poderia ser mais exigido, visto que este aminoácido, por ser precursor da
8 serotonina, promove sensação de bem-estar às aves e, assim, podendo aumentar o
9 consumo.

10 Segundo Boorman (1979), citado por Gonzáles (2002), um dos possíveis
11 mecanismos de ação que envolve a mediação dos aminoácidos no controle do consumo
12 de alimento é que, um nível plasmático desbalanceado de aminoácidos, interfere no
13 transporte de um aminoácido limitante na área sensível do cérebro, prejudicando a
14 síntese de neurotransmissores envolvidos no controle de ingestão de alimentos.
15 Concentrações plasmáticas excessivas de tirosina, fenilalanina, leucina, isoleucina e
16 valina competem com transporte central do triptofano que é o precursor da serotonina.

17 Resultados diferentes foram descritos Rizzo et al. (2008), que não evidenciaram
18 efeito para nenhuma das variáveis de desempenho avaliadas com o aumento dos níveis
19 de triptofano para codornas japonesas nas fases de recria (0,27 a 1,02%) e postura (0,23
20 a 0,98%). Os autores concluíram que em planos alimentares com os mesmos níveis
21 nutricionais de proteína e energia, podem ser utilizados os níveis de 0,27% para a fase
22 de recria e 0,23% de triptofano para fase de postura.

23 De acordo com as equações de regressão (Tabela 2), para cada 1% triptofano
24 digestível a mais na ração, houve aumento de 38,21 g/ave no CR, 1,42 g /ave no CT e
25 25,08 g/ave no GP e 24,99 g no PC no período de 1 a 14 dias de idade.

1 O aumento no GP e PC se deve principalmente a acelerada taxa de crescimento
2 das codornas, em que de acordo com Silva & Ribeiro (2001), na fase inicial de
3 crescimento as codornas aumentam sete vezes o próprio peso inicial, em função da
4 hipertrofia muscular, principalmente dos músculos peitorais, do crescimento dos ossos e
5 das vísceras.

6 A acelerada taxa de crescimento das codornas do presente trabalho, ultrapassou
7 estes índices aumentando em nove vezes o próprio peso inicial que foi de 8,82 g
8 chegando ao peso corporal máximo de 73,59 g com rações contendo 0,42% de
9 triptofano digestível. Cabe salientar que a exigência para máximo desempenho poderia
10 estar acima deste maior nível estudado.

11 De acordo com Gonzáles e Sartori (2002), a taxa de crescimento é modificada
12 como resultado do balanço entre os processos anabólicos e catabólicos teciduais. No
13 início do desenvolvimento, a taxa anabólica é bem maior que a taxa catabólica e há
14 crescimento do tecido muscular. Porém, com o passar do tempo, a diferença entre os
15 processos anabólicos e catabólicos diminui e o tecido para de crescer. A taxa de
16 crescimento é, portanto, o resultado de uma prevalência da taxa de síntese sobre a taxa
17 de degradação.

18 O aumento dos níveis de triptofano digestível promoveu o acréscimo linear
19 ($P < 0,05$) no CR, e, conseqüentemente, no consumo de triptofano (CT), que variou de
20 0,34 a 0,55 g/ave. Ao observar o desempenho do GP e do PC, pode-se afirmar que não
21 houve um limite no consumo de triptofano e demais aminoácidos, que resulta em
22 melhores desempenhos, sendo que a exigência para codornas de corte neste trabalho é
23 maior ou igual a 0,42% de triptofano digestível.

1 Há evidências de que, em aves, existam áreas cerebrais sensíveis a modificações
2 do nível plasmático pós-absortivo de aminoácidos. O controle do consumo de alimento
3 pelo sistema nervoso central, via ação de aminoácidos, parece ser muito mais complexo
4 do que a simples captação central para síntese de neurotransmissores, uma vez que o
5 comportamento das aves pode ser modificado pelo excesso ou deficiência dietética de
6 outros aminoácidos essenciais. É pouco provável, portanto, que para cada aminoácido
7 existam sensores específicos que regulam o consumo de alimento (González, 2002).

8 A conversão alimentar (CA) não apresentou efeito ($P>0,05$) em função dos níveis
9 de triptofano digestível no período de 1 a 14 dias de idade. Estes resultados confirmam
10 os obtidos por Castro et al. (2000), que não observaram efeito da conversão alimentar
11 para frangos de corte de 1 a 21 dias de idade, alimentados com diferentes níveis de
12 triptofano total (0,18 a 0,24%).

13 Existe uma hierarquia de crescimento entre os tecidos. Isso implica que, em um
14 determinado momento (tempo, idade), a prioridade é ou o crescimento do tecido ósseo
15 ou do tecido muscular ou do tecido adiposo. Assim, em cada fase do desenvolvimento,
16 há uma necessidade específica de aporte de nutrientes para o tecido em crescimento:
17 desta forma, o suprimento de nutrientes disponíveis é repartido, prioritariamente, para
18 determinado tecido em crescimento (González & Sartori, 2002).

19 Os teores de água, proteína bruta e gordura na carcaça de codornas de corte não
20 foram influenciados ($P>0,05$) pelos níveis de triptofano digestível estudados (Tabela 3).

21 O teor de cinzas (TC) na carcaça reduziu linearmente ($P<0,05$) com o aumento
22 dos níveis de triptofano digestível na ração. A deposição de cinzas em relação à massa
23 corporal sofreu redução em função do aumento dos níveis de triptofano digestível.

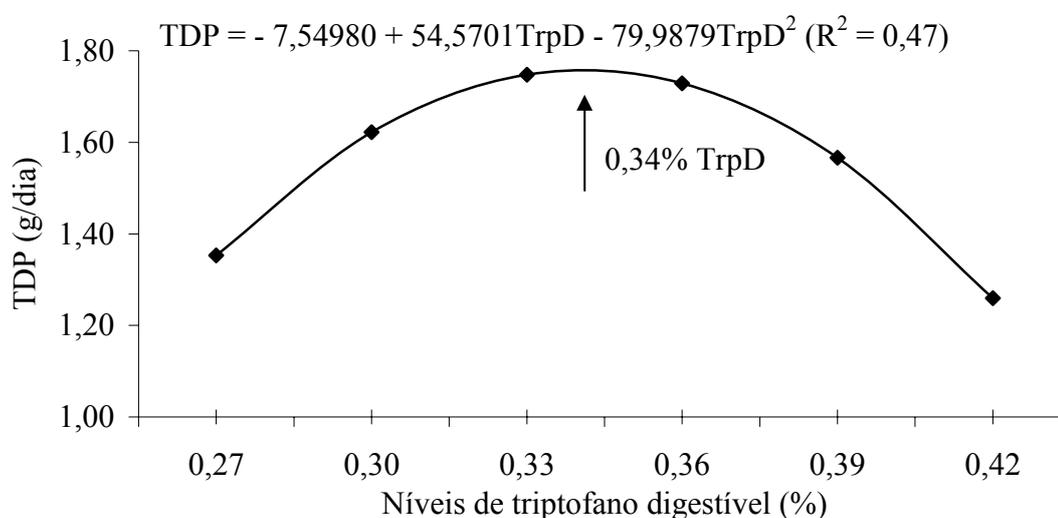
1 Tabela 3. Valores médios da composição química da carcaça (CQC), taxa de deposição de proteína (TDP), taxa de deposição de gordura (TDG) e
 2 energia retida na carcaça (ERC) de codornas de corte aos 14 dias de idade em função dos níveis de triptofano digestível

Variáveis	Níveis de Triptofano Digestível (%)						CV ¹	Efeito ²
	0,27	0,30	0,33	0,36	0,39	0,42		
CQC (%)								
Água	73,27	71,84	73,03	72,04	72,81	72,92	1,288	NS
Proteína	72,78	71,91	73,87	69,64	73,43	74,01	3,354	NS
Gordura	12,37	15,55	13,21	17,00	14,85	15,01	16,861	NS
Cinza	13,03	12,18	12,64	12,21	12,44	12,00	5,210	Linear
TAXA DE DEPOSIÇÃO (g/d)								
Proteína	1,29	1,84	1,54	1,75	1,64	1,23	17,456	Quadrático
Gordura	0,16	0,37	0,23	0,41	0,29	0,21	35,490	Quadrático
Energia retida na carcaça (kcal/g)	8,78	13,88	10,87	13,69	11,97	8,91	19,134	Quadrático
Equação de Regressão				R ²		Estimativa		
CZ = 13,9927 - 4,56409TrpD				0,47		-----		
TDP = - 7,54980 + 54,5701TrpD - 79,9879TrpD ²				0,67		0,34		
TDG = - 2,92142 + 18,8133TrpD - 27,0600TrpD ²				0,48		0,35		
ERC = - 70,1055 + 485,147TrpD - 706,283TrpD ²				0,61		0,34		

3 ¹ Coeficiente de variação; ² Análise de regressão; CZ – teor de cinzas.

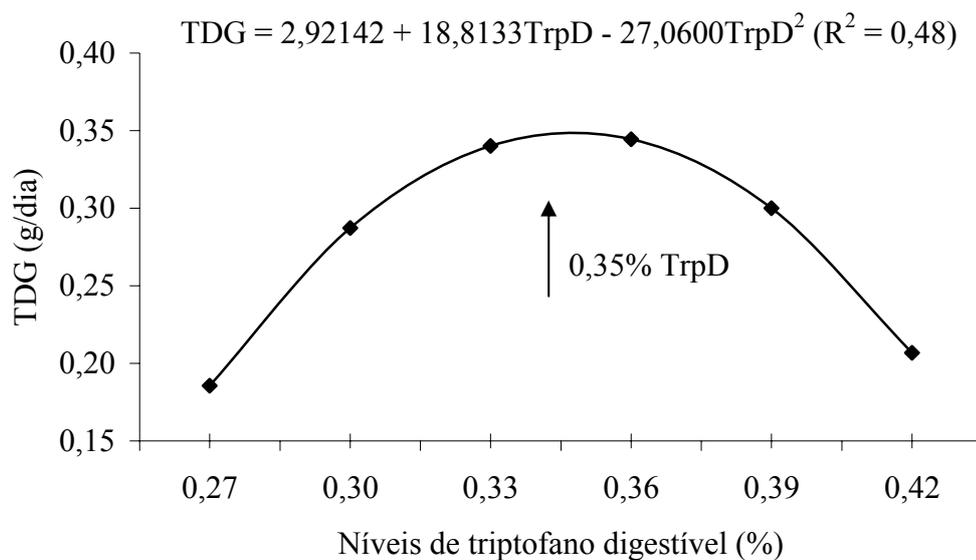
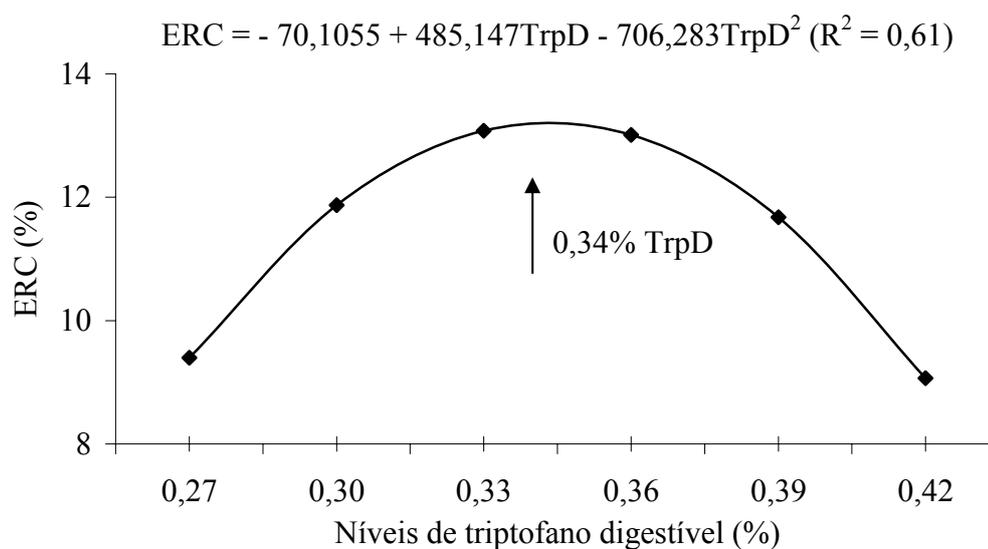
1 A taxa de deposição de proteína (TDP), de gordura (TDG) e energia retida na
2 carcaça (ERC) apresentaram efeito quadrático ($P < 0,05$) em função dos níveis de
3 triptofano digestível (Tabela 3). As estimativas da máxima TDP (1,76 g/dia), TDG
4 (0,35 g/dia) e ERC (13,20 kcal/g) foram obtidos com rações contendo 0,34; 0,35 e
5 0,34% triptofano digestível, correspondendo à relação LD:TrpD de 18,05; 18,62 e
6 18,09, respectivamente (Figuras 1 e 2).

7 De acordo com Leeson (1995) citado por Nascimento (2004), a deposição de
8 proteína é pré-estabelecida pela genética da ave. Independentemente da ingestão ocorre
9 limite na deposição diária de proteína, que não pode ser compensada. Entretanto, as
10 variações ocorridas no total de proteína depositada podem ser em consequência da
11 nutrição. No entanto, a quantidade de gordura depositada em qualquer dia é diretamente
12 proporcional à quantidade de energia disponível para a síntese.



13
14 Figura 1. Taxa de deposição de proteína na carcaça de codornas de corte aos 14 dias de
15 idade em função dos níveis de triptofano digestível

1 (a)

2
3 (b)

4

5 Figura 2. Taxa de deposição de gordura (b) e energia retida na carcaça (b) de codornas
6 de corte aos 14 dias de idade em função dos níveis de triptofano digestível

7

8 É de fundamental importância atender as exigências diárias de aminoácidos das
9 aves, para atingir máxima deposição proteica e, ao mesmo tempo, diminuir a deposição
10 de gordura por meio de ingestão excessiva, em relação à necessária para manutenção e
11 crescimento.

1 Os resultados do presente trabalho corroboram os descritos de Leeson (1995),
2 citado por Nascimento (2004): tanto a falta como o excesso de aminoácidos causam
3 desequilíbrio que limitam o crescimento de tecido magro, aumentando a quantidade de
4 gordura, visto que a energia também pode ser oriunda da desaminação de proteínas.
5 Portanto, o fornecimento de aminoácidos em desequilíbrio poderá aumentar o potencial
6 para deposição de gordura.

7 Como a ERC é uma variável dependente da TDP e TDG, bem como dos valores
8 energéticos da proteína e gordura (5,66 e 9,37) é esperado que o comportamento da
9 mesma acompanhe o efeito das variáveis a que está relacionada, confirmando os
10 resultados do presente trabalho, apesar dos coeficientes de variação destas variáveis
11 estarem acima de 10% indicando forte dispersão entre os dados.

12 Pode-se deduzir que o aumento no ganho de peso de codornas de corte, ocorreu
13 em razão do aumento do consumo de ração e, conseqüentemente, de triptofano,
14 proporcionando aumento na TDP, TDG e na ERC. Provavelmente o excesso de energia
15 disponível para a síntese pode ter influenciado no aumento da TDG.

16 O custo da ração por quilograma de peso vivo ganho apresentou aumento linear
17 ($P < 0,05$) em função dos níveis de triptofano digestível na ração (Tabela 4). Com o
18 aumento dos níveis aminoacídicos das rações, houve maior inclusão de aminoácidos
19 sintéticos, onerando o custo das rações. De acordo com a equação de regressão $\text{Custo} =$
20 $1,02300 + 2,48338\text{TrpD}$, para cada 1% de triptofano digestível a mais na ração, houve
21 aumento no custo da ração de 2,48 R\$/kg de peso vivo ganho.

1 Tabela 4. Valores médios do preço da ração e custo da ração por quilograma de peso
 2 vivo ganho de codornas de corte em função dos níveis de triptofano digestível

Variáveis	Níveis de Triptofano Digestível (%)						CV ¹
	0,27	0,30	0,33	0,36	0,39	0,42	
Preço da ração (R\$/kg)	0,81	0,85	0,88	0,92	0,96	1,00	
Custo (R\$/kg PV ganho)	1,69	1,73	1,91	1,91	2,02	2,02	3,048
Equação de Regressão				R ²			
Custo = 1,02300 + 2,48338TrpD				0,92			

3 ¹Coefficiente de variação

4

5 A acelerada taxa de crescimento das codornas demonstra a importância da
 6 ingestão de níveis adequados de aminoácidos, para que ocorra a deposição de proteína
 7 muscular, formação da proteína e manutenção do *turnover* proteico corporal além do
 8 cálcio e do fósforo, necessários para a formação do tecido ósseo durante a fase inicial de
 9 crescimento. Desta forma, a ingestão destes nutrientes em quantidade abaixo das
 10 exigências pode comprometer o crescimento das aves.

11 A avaliação precisa da exigência de aminoácidos das aves para manutenção e
 12 crescimento e a suplementação exata são essenciais para otimização do crescimento e da
 13 produção. As vantagens de se utilizarem os valores de aminoácidos digestíveis, entre
 14 outras, é a menor excreção de nitrogênio para o meio ambiente, evitando assim a
 15 poluição por meio do nitrogênio (Williams, 1995).

16

Conclusão

17 A exigência de triptofano digestível para máximo crescimento de codornas de
 18 corte, no período de 1 a 14 dias de idade, é maior ou igual a 0,42%, correspondendo à
 19 relação LD:TrpD de 22,34.

Literatura Citada

- 1
2 ARAÚJO, L.F.; JUNQUEIRA, O.M.; ARAÚJO, C.S.S. Redução do nível protéico da
3 dieta, através da formulação baseada em aminoácidos digestíveis. **Ciência Rural**,
4 v.34, n.4, p.1197-1201, 2004.
- 5 BELLAVER, C.; FIALHO, E.T.; PROTAS, J.F.S. et al. Radícula de malte na
6 alimentação de suínos em crescimento e terminação. **Pesquisa Agropecuária**
7 **Brasileira**, v.20, n.8, p.969-74, 1985.
- 8 CASTRO, A.J.; GOMES, P.C.; PUPA, J.M.R. et al. Exigência de triptofano para
9 frangos de corte de 1 a 21 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29,
10 n.6, p.1743-1749, 2000.
- 11 CORRÊA, G.S.S.; SILVA, M.A.; CORRÊA, A.B. et al. Exigência de metionina +
12 cistina total para codornas de corte em crescimento. **Arquivo Brasileiro de**
13 **Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.58, n.3, p.414-420, 2006.
- 14 CORRÊA, G.S.S.; SILVA, M.A.; CORRÊA, A.B. et al. Exigência de proteína bruta e
15 energia metabolizável para codornas de corte EV1 em crescimento. **Arquivo**
16 **Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**. v.59, n.5, p.1278-1286, 2007.
- 17 FRAIHA, M. Atualização em nutrição protéica para frangos de corte, 2002.
18 www.lisina.com.br/nutrição/palestra.asp. Acesso em 20/11/2003.
- 19 FRAGA, A.L.; MOREIRA, I.; FURLAN, A.C. et al. Lysine requirement of starting
20 barrows from two genetic groups fed on low crude protein diets. **Brazilian**
21 **Archives of Biology and Technology**, v.51, n.1, p.49-56, 2008.
- 22 FREITAS, A.C.; FUENTES, M.F.F.; FREITAS, E.R. et al. Níveis de proteína bruta e
23 energia metabolizável na ração para codornas de corte. *Revista Brasileira de*
24 *Zootecnia*, v.35, n.4, p.1705-1710, 2006 (supl.).
- 25 GONZÁLES, E. Ingestão de alimentos: mecanismos regulatórios. In: MACARI, M.;
26 FURLAN, R.L.; GONZÁLES, E. (Ed) **Fisiologia aviária aplicada a frangos de**
27 **corte**. 2.ed. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, 2002. 375p.
- 28 GONZÁLES, E.; SARTORI, J.R. Crescimento e metabolismo muscular. In: MACARI,
29 M.; FURLAN, R.L.; GONZÁLES, E. (Ed) **Fisiologia aviária aplicada a frangos**
30 **de corte**. 2.ed. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, 2002. 375p.
- 31 MOURA, A.M.A.; FONSECA, J.B.; TAKATA, F.N. et al. Determinação da energia
32 metabolizável de alimentos para codornas japonesas em postura. **Arquivo**
33 **Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.62, n.1, p.178-183, 2010.
- 34 NASCIMENTO, A. Deposição de proteína na carcaça de frango de corte. **Ave Word**,
35 ano 2, n.9, p.64-65, Abril/Maio 2004.
- 36 PINHEIRO, S.R.F.; BARRETO, S.L.T.; ALBINO, L.F.T. et al Efeito dos níveis de
37 triptofano digestível em dietas para codornas japonesas em postura. **Revista**
38 **Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.6, p.1012-1016, 2008.
- 39 RIZZO, P.V.; GUANDOLINI, G.C.; AMOROSO, L. et al. Triptofano na alimentação
40 de codornas japonesas nas fases de recria e postura. **Revista Brasileira de**
41 **Zootecnia**, v.37, n.6, p.1017-1022, 2008.
- 42 ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. et al. **Tabelas brasileiras para**
43 **aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 2.ed. Viçosa,
44 MG: UFV, Departamento de Zootecnia, 2005, 186p.
- 45 SAKOMURA, N.K. Modeling energy utilization in broiler breeders, laying hens and
46 broilers. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**. Campinas. v.6, n.1, p.1-11, 2004.
- 47 SCHERER, C. **Exigência nutricional de energia metabolizável, lisina digestível e**
48 **metionina+cistina digestível para codornas de corte em fase de crescimento**.
49 Maringá, PR: Universidade Estadual de Maringá, 2009. 118p. Tese (Doutorado em
50 Zootecnia) – Universidade Estadual de Maringá, 2009.

- 1 SILVA, J.H.V.; RIBEIRO, M.L.G. **Tabela nacional de exigência nutricional de**
2 **codornas (*Coturnix coturnix japonica*)**. Bananeiras, PB:DAP/UFPB/Campus IV,
3 2001, 19p.
- 4 SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C.D. **Análises de alimentos: métodos químicos e**
5 **biológicos**. 3.ed. Viçosa:UFV, 2004. 235p.
- 6 SILVA, R.M.; FURLAN, A.C.; TON, A.P.S. et al. Exigências nutricionais de cálcio e
7 fósforo de codornas de corte em crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**,
8 v.38, n.8, p.1509-1517, 2009.
- 9 UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA – UFV. SAEG – **Sistema de análises**
10 **estatísticas e genéticas**. Versão 5.0. Viçosa, MG: 1997. 150p. (Manual do usuário).
- 11 WILLIAMS, P.E.V. Digestible amino acids for non-ruminant animals: theory and
12 recent challenges. **Animal Feed Science and Technology**, v.53, p.173-187, 1995.

Introdução

A coturnicultura apresenta características como pequena exigência de área de criação, baixo consumo de ração, pequeno intervalo de gerações, maturidade sexual precoce, alta taxa de crescimento inicial e precocidade ao abate, tornando a codorna uma ave excelente para diversificação da atividade agropecuária (Barreto et al., 2006). A expansão da coturnicultura no Brasil, tem merecido destaque, por iniciar nova fase no País, superando o amadorismo e consolidando-se como exploração comercial (Leandro et al., 2005).

Existem poucas informações disponíveis sobre a nutrição de codornas de corte nas fases iniciais, crescimento e de produção (postura). As condições nutricionais estabelecidas durante o período de crescimento podem influenciar o desempenho das aves na fase de produção, porém a maioria dos estudos com codornas tem sido conduzido com o objetivo de determinar as exigências nutricionais das aves de postura na fase de produção, sendo escassos os trabalhos direcionados para determinar as exigências na fase de crescimento (Resende et al., 2004).

A disponibilidade econômica dos aminoácidos industriais, assim como a melhor avaliação dos ingredientes e dos requerimentos nutricionais, permite aos nutricionistas formularem rações com menores níveis proteicos, reduzindo os custos de produção promovendo menor excreção de nitrogênio pelas aves (Moura et al., 2004).

O triptofano, assim como a lisina, a treonina e a metionina, é um aminoácido essencial e deve ser suplementado por meio da ração, visto que sua síntese não pode ser realizada pelo animal. Os animais em crescimento necessitam do triptofano para a deposição de proteína e também para várias funções metabólicas. Ao contrário da lisina, que é principalmente utilizada para a deposição de proteína (ganho de peso), o triptofano está envolvido em várias vias metabólicas, sendo a regulação do apetite a

1 mais importante (Van Cauweberghe & Relandeau, 2000).

2 O fato do triptofano ser importante no sistema imunológico e ter nos seus
3 metabólitos os principais produtos envolvidos na regulação do consumo e do estresse,
4 por meio da síntese de niacina e serotonina, torna, portanto, imprescindível que esteja
5 em níveis adequados nas rações, para que haja crescimento rápido e eficiente das aves
6 (Castro et al., 2000).

7 Desta forma, objetivou-se com este trabalho estimar o melhor nível de triptofano
8 digestível para o máximo desempenho, rendimento e composição química da carcaça,
9 menor excreção de nitrogênio e a análise econômica das rações para codornas de corte
10 (*Coturnix coturnix* sp) em crescimento de 15 a 35 dias de idade.

11 **Material e Métodos**

12 O experimento foi realizado no Setor de Coturnicultura da Fazenda Experimental
13 de Iguatemi na Universidade Estadual de Maringá - UEM, no período 23 de março a 14
14 de abril de 2009.

15 Foram utilizadas 1.350 codornas de corte (*Coturnix coturnix* sp), não sexadas,
16 com 15 dias de idade e peso médio de 65,13 g. As aves foram distribuídas em um
17 delineamento inteiramente casualizado com seis níveis de triptofano digestível, cinco
18 repetições e 45 aves por unidade experimental. As aves foram pesadas e distribuídas
19 conforme descrito por Sakomura & Rostagno (2007), buscando uniformizar os pesos
20 médios das unidades experimentais, de forma que todas as unidades tivessem pesos
21 semelhantes.

22 As aves foram alojadas em um galpão convencional, coberto com telha de fibra
23 amianto e dividido em 30 “boxes” de 2,5 m² com piso de terra batida, sendo utilizada
24 casca de arroz como cama. O programa de iluminação utilizado foi de 24 horas por dia
25 (natural + artificial) durante todo o período experimental.

1 As temperaturas, máxima e mínima foram monitoradas durante todo o período
2 experimental, sendo seus valores registrados às 08h e 16h, utilizando para este fim um
3 termômetro de bulbo seco. As temperaturas, máxima e mínima média foram,
4 respectivamente: 35 e 25°C no período da manhã e 35 e 27°C no período da tarde.

5 As rações experimentais consistiram em seis níveis de triptofano digestível (0,22;
6 0,25; 0,28; 0,31; 0,34 e 0,37%), sendo as mesmas isoproteicas, isoenergéticas,
7 isocálcicas e isofosfóricas, formuladas à base de milho e farelo de soja (Tabela 1). A
8 composição química e os valores energéticos dos alimentos foram obtidos de Rostagno
9 et al. (2005). As diferenças entre os equivalentes proteicos de triptofano e de ácido
10 glutâmico nos diferentes níveis de triptofano em avaliação foram compensados pelo
11 amido de milho.

12 Para atender às exigências nutricionais das codornas, adotaram-se as
13 recomendações preconizadas por Scherer (2009) para as exigências de lisina digestível e
14 energia metabolizável e Silva et al. (2009) para as exigências de cálcio e fósforo
15 disponível das rações.

16 Os teores de metionina+cistina e treonina digestíveis das rações foram calculados
17 de acordo com a relação proposta por Rostagno et al. (2005) para frangos de corte na
18 fase inicial de 1 a 21 dias de idade, correspondendo à relação de lisina
19 digestível:metionina+cistina e treonina digestíveis de 71 e 65, respectivamente. Todas
20 as rações foram suplementadas com aminoácidos sintéticos em quantidades suficientes
21 para se obter as relações desejadas entre os aminoácidos.

1 Tabela 1. Composição percentual e nutricional das rações experimentais para codornas
 2 de corte em crescimento (15 a 35 dias de idade)

Ingredientes (%)	Níveis de Triptofano Digestível (%)					
	0,22	0,25	0,28	0,31	0,34	0,37
Milho grão	66,853	66,853	66,853	66,853	66,853	66,853
Farelo de soja (45%)	26,789	26,789	26,789	26,789	26,789	26,789
Óleo de soja	0,511	0,511	0,511	0,511	0,511	0,511
Ácido glutâmico	0,500	0,458	0,416	0,374	0,332	0,289
Amido	0,110	0,120	0,130	0,140	0,150	0,160
Fosfato bicálcico	1,666	1,666	1,666	1,666	1,666	1,666
Calcário	0,293	0,293	0,293	0,293	0,293	0,293
L-Lisina HCL (78%)	1,198	1,198	1,198	1,198	1,198	1,198
DL-Metionina (99%)	0,740	0,740	0,740	0,740	0,740	0,740
L-Treonina (98%)	0,592	0,592	0,592	0,592	0,592	0,592
L-Triptofano (98 %)	0,032	0,064	0,096	0,128	0,160	0,193
Sal comum	0,406	0,406	0,406	0,406	0,406	0,406
Suplemento mineral/vitamínico ¹	0,300	0,300	0,300	0,300	0,300	0,300
Antioxidante ²	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Composição Nutricional Calculada						
Proteína bruta (%)	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00
Energia metab. (kcal/kg)	3.036	3.036	3.036	3.036	3.036	3.036
Cálcio (%)	0,61	0,61	0,61	0,61	0,61	0,61
Fósforo disponível (%)	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41
Lisina digestível (%)	1,73	1,73	1,73	1,73	1,73	1,73
Metionina+cistina digest. (%)	1,24	1,24	1,24	1,24	1,24	1,24
Treonina digestível	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14
Triptofano digestível	0,22	0,25	0,28	0,31	0,34	0,37

3 ¹ Suplementação vitamínica/mineral (níveis de garantia por kg do produto); Vit. A – 4.500.000 UI; Vit.
 4 D3 – 1.250.000 UI; Vit. E – 4.000 mg; Vit. B1 – 278 mg; Vit. B2 – 2.000 mg; Vit. B6 – 525 mg; Vit. B12
 5 – 5.000 µcg; Vit. K3 – 1.007 mg; Pantotenato de Cálcio – 4.000 mg; Niacina – 10.000 mg; Colina –
 6 140.000 mg; Antioxidante – 5.000 mg; Zinco – 31.500 mg; Ferro – 24.500 mg; Manganês – 38.750 mg;
 7 Cobre – 7.656 mg; Cobalto – 100 mg; Iodo – 484 mg; Selênio – 127 mg;

8 ² BHT(Butil Hidroxi Tolueno).

1 As codornas foram pesadas semanalmente e simultaneamente foram realizadas as
2 pesagens das rações experimentais fornecidas, para a determinação do consumo de
3 ração (g/ave), do consumo de triptofano (g/ave), do ganho de peso (g), do peso corporal
4 (g) e da conversão alimentar (g/g).

5 Para a determinação do rendimento de carcaça, aos 35 dias de idade, foram
6 utilizadas quatro codornas (dois machos e duas fêmeas) por unidade experimental,
7 selecionadas pelo peso médio ($\pm 10\%$) de cada unidade experimental (20 codornas por
8 tratamento), as quais foram submetidas a quatro horas de jejum, sendo sacrificadas por
9 decapitação entre os ossos occipital e atlas, feito com tesoura, de acordo com as normas
10 propostas pelo Comitê de Ética em Experimentação Animal da Universidade Estadual
11 de Maringá.

12 As aves foram sangradas por 2 minutos em cone adaptado para codornas e
13 escaldadas por 20 a 40 segundos a temperatura de 53 a 55°C. A depena foi manual e as
14 aves foram evisceradas por meio de corte abdominal. Para o cálculo de rendimento de
15 carcaça, foi considerado o peso da carcaça eviscerada, sem os pés e cabeça, em relação
16 ao peso vivo, o qual foi obtido individualmente antes do abate das aves. Para o
17 rendimento de cortes, foram considerados os rendimentos de peito e pernas (coxa e
18 sobrecoxa) com pele e osso, sendo calculado em relação ao peso da carcaça eviscerada.

19 O estudo da composição química da carcaça foi realizado por meio do abate
20 referencial feito a partir de um grupo adicional de seis codornas com 15 dias de idade,
21 comparadas com as codornas abatidas ao término do período experimental.

22 Para o estudo da composição química da carcaça, foram considerados os cortes
23 obtidos durante o rendimento de carcaça (peito e pernas, além de asas e dorso com pele
24 e osso). Os cortes foram congelados em sacos plásticos devidamente identificados por
25 tratamento e repetição e, posteriormente, foram moídos em moinho de carne industrial.

1 Os cortes moídos foram pesados, homogeneizados e levados à estufa de
2 ventilação forçada a 55°C por 72 horas, para a realização da pré-secagem. Após a pré-
3 secagem, os mesmos foram moídos em moinho tipo martelo e encaminhadas para as
4 determinações analíticas no Laboratório de Nutrição e Alimentação Animal (LANA)
5 pertencente ao Departamento de Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá.

6 Foram determinados a matéria seca, umidade, proteína bruta, extrato etéreo e
7 cinzas das carcaças, conforme metodologias descritas por Silva & Queiróz (2004), e
8 calculadas as taxas de deposição de proteína (TDP) e gordura na carcaça (TDG) e
9 energia retida na carcaça (ERC), conforme metodologias descritas por Fraga et al.
10 (2008).

11 A taxa de deposição de proteína (TDP) na carcaça foi calculada segundo a
12 fórmula:

$$13 \quad TDP = (QP_{cf} - QP_{ci})/PE$$

14 em que, QP_{cf} é a quantidade, em gramas, de proteína na carcaça final; QP_{ci} é a
15 quantidade de proteína na carcaça inicial e PE é o período experimental, em dias. QP_{cf}
16 foi obtida multiplicando-se o peso da carcaça de um determinado indivíduo, ao final do
17 experimento, pela respectiva proteína bruta da carcaça (PBC), enquanto QP_{ci} foi obtida
18 pelo peso médio do grupo adicional, ao início do experimento, multiplicado pelo seu
19 teor médio de proteína bruta.

20 A taxa de deposição de gordura (TDG) na carcaça foi calculada segundo a
21 equação:

$$22 \quad TDG = (QG_{cf} - QG_{ci})/PE$$

23 em que, QG_{cf} é a quantidade, em gramas, de gordura na carcaça final; QG_{ci} é a
24 quantidade de gordura na carcaça inicial e PE é o período experimental, em dias. QG_{cf} e
25 QG_{ci} foram obtidas de modo similar as QP_{cf} e QP_{ci} , utilizando os valores de extrato

1 etéreo ao invés de proteína bruta da carcaça.

2 A energia retida na carcaça (ERC) foi calculada por meio da fórmula:

$$3 \quad \text{ERC} = 5,66 \text{ TDP} + 9,37 \text{ TDG}$$

4 sendo 5,66 e 9,37 os valores energéticos (em kcal/g) da proteína e da gordura,
5 respectivamente, indicados por Sakomura (2004).

6 No período de 28 a 35 dias de idade, foi realizado um ensaio para determinação do
7 balanço de nitrogênio, em que foram utilizados 150 machos, com 28 dias de idade, os
8 quais foram retirados das respectivas unidades experimentais do experimento de
9 desempenho e alojados em gaiolas de arame galvanizado (20 cm de largura x 33 cm de
10 profundidade x 25 cm de altura) dispendo de bebedouro tipo nipple, comedouro
11 individual tipo calha e bandeja metálica individual, forrada com plástico, para coleta das
12 excretas.

13 O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, os níveis de
14 triptofano digestível utilizados foram os mesmos do experimento de desempenho,
15 totalizando seis rações, com cinco repetições e cinco aves por unidade experimental. As
16 rações experimentais foram pesadas no início e no final do ensaio de balanço de
17 nitrogênio, sendo utilizado o óxido férrico (2%) na ração como marcador do início e do
18 final do período de coleta das excretas. O período de coleta foi de cinco dias, sendo as
19 excretas coletadas no período da manhã.

20 Após cada coleta, as excretas foram acondicionadas em sacos plásticos,
21 devidamente identificadas por tratamento e repetição e armazenadas em congelador. No
22 final do período experimental, as excretas foram descongeladas, homogeneizadas,
23 pesadas e mantidas em estufa de ventilação forçada a 55°C por 72 horas, para realização
24 da pré-secagem.

1 Após a pré-secagem, foram moídas em moinho tipo martelo e encaminhadas para
 2 a quantificação do teor de nitrogênio no Laboratório de Nutrição e Alimentação Animal
 3 (LANA) pertencente ao Departamento de Zootecnia da Universidade Estadual de
 4 Maringá. Os teores de nitrogênio das rações experimentais e das excretas foram obtidos
 5 pelo método de Kjeldahl, segundo Silva & Queiróz (2004).

6 Foi calculado o balanço de nitrogênio (g/dia) pela diferença entre o consumo de
 7 nitrogênio e a excreção de nitrogênio, determinando assim a retenção de nitrogênio:

$$8 \quad BN = (N \text{ ingerido} - N \text{ excretado}) / \text{período}$$

9 O coeficiente de metabolizabilidade (%) do nitrogênio das rações experimentais
 10 foi determinado segundo a fórmula:

$$11 \quad CM = (N \text{ ingerido} - N \text{ excretado}) / N \text{ ingerido} \times 100$$

12 Foi realizada a análise econômica das rações determinando o custo de ração por
 13 quilograma de peso vivo ganho (Y_i), segundo Bellaver et al. (1985), calculada por meio
 14 da fórmula:

$$15 \quad Y_i = (Q_i \times P_i) / G_i$$

16 Em que, Q_i corresponde à quantidade de ração consumida, P_i equivale ao preço
 17 por quilograma da ração utilizada (R\$/kg) e G_i equivale ao ganho de peso.

18 A análise estatística dos dados foi realizada por meio do Sistema para Análises
 19 Estatísticas – SAEG (UFV, 1997), segundo o modelo.

$$20 \quad Y_{ij} = b_0 + b_1 TrpD_i + b_2 TrpD_i^2 + b_3 S_j + FA + e_{ijk}$$

21 Y_{ij} = variável medida na unidade experimental j , alimentada com ração contendo o nível
 22 i de triptofano digestível;

23 b_0 = constante geral;

24 b_1 = coeficiente de regressão linear em função do nível de triptofano digestível;

25 $TrpD_i$ = nível de triptofano digestível; $T_1 = 0,22$; $T_2 = 0,25$; $T_3 = 0,28$; $T_4 = 0,31$; $T_5 =$

- 1 0,34 e $T_6 = 0,37\%$;
- 2 $b_2 =$ coeficiente de regressão quadrático em função do nível de triptofano digestível;
- 3 $b_3 =$ efeito da proporção de sexo ($n^\circ \text{♂}/n^\circ \text{♀}$) na unidade experimental j ;
- 4 $FA =$ falta de ajustamento do modelo de regressão;
- 5 $e_{ij} =$ erro aleatório associado a cada observação.

6 **Resultados e Discussão**

7 Os níveis de triptofano digestível das rações não influenciaram ($P>0,05$) o
8 consumo de ração (CR), o ganho de peso (GP), o peso corporal (PC) e a conversão
9 alimentar (CA) no período de 15 a 35 dias de idade (Tabela 2).

10 Resultados semelhantes foram obtidos por Rizzo et al. (2008), que avaliando o
11 desempenho de codornas japonesas nas fases de recria e postura, alimentadas com
12 diferentes níveis de triptofano total (0,27 a 1,02% na fase de recria) e (0,23 a 0,98% na
13 fase de postura), não observaram efeito sobre o desempenho das aves independente da
14 fase de criação. Os autores concluíram que em planos alimentares com mesmos níveis
15 nutricionais de proteína e energia, podem ser utilizados os níveis de 0,27% para a fase
16 de recria e 0,23% de triptofano para a fase de postura.

17 Castro et al. (2000), avaliando o desempenho de frangos de corte de 22 a 42 dias
18 de idade, alimentados com diferentes níveis de triptofano total (0,16 a 0,22%),
19 evidenciaram efeito quadrático para o ganho de peso e conversão alimentar, estimando
20 as exigências de 0,196 e 0,173% de triptofano total, diferente os resultados observados
21 no presente trabalho.

1 Tabela 2. Valores médios de desempenho de codornas de corte no período de 15 a 35 dias de idade em função dos níveis de triptofano digestível

Variáveis	Níveis de Triptofano Digestível (%)						CV ¹	Efeito ²
	0,22	0,25	0,28	0,31	0,34	0,37		
Consumo de ração (g/ave)	420,40	423,42	425,39	424,81	415,18	410,18	3,733	NS
Consumo de triptofano (g/ave)	0,93	1,06	1,19	1,31	1,41	1,52	3,499	Linear
Ganho de peso (g)	138,20	144,62	142,93	137,84	144,49	136,87	6,517	NS
Peso corporal 35d (g)	203,48	209,70	208,21	202,67	209,68	201,71	4,527	NS
Conversão alimentar (g/g)	3,05	2,92	2,99	3,09	2,88	3,03	6,407	NS
Equação de Regressão						R ²		
CT = 0,0604718 + 3,98874TrpD						1,00		

2 ¹ Coeficiente de variação; ² Análise de regressão; CT – consumo de triptofano.

1 O consumo de triptofano (CT) apresentou aumento linear ($P < 0,05$), com os
2 crescentes níveis de triptofano digestível, o qual variou de 0,92 a 1,52 g/ave. De acordo
3 com a equação de regressão $CT = 0,0604718 + 3,98874TrpD$, para cada 1% de
4 triptofano a mais na ração, houve aumento no CT de 3,99 g/ave no período de 15 a 35
5 dias de idade.

6 A variação observada no CT, em razão do aumento da concentração de triptofano
7 na ração, pode ser justificada pelo fato do consumo de ração não ter variado entre os
8 tratamentos. Portanto, o menor nível de triptofano digestível estudado (0,22%) é o
9 suficiente para satisfazer as necessidades das codornas, sem comprometer o
10 desempenho.

11 O consumo de ração (CR) e a conversão alimentar (CA), não foram influenciados
12 ($P > 0,05$) pelo aumento dos níveis de triptofano digestível na ração. Apesar do CT ter
13 apresentado aumento linear com o aumento dos níveis de triptofano digestível na ração,
14 não foi suficiente para promover efeito sobre as variáveis de CR e CA.

15 De modo geral, resultados na literatura indicam que o consumo de ração diminui
16 quando administrados níveis muito baixos de triptofano. No entanto, os resultados do
17 presente trabalho mostraram que a ingestão do nível mais baixo de triptofano (0,22%)
18 não foi suficiente para reduzir o consumo de ração.

19 Deve se levar em consideração que apesar dos resultados de consumo de ração
20 não terem apresentado efeito ($P > 0,05$), os valores estão próximos aos dados obtidos por
21 Albino & Barreto (2003), que citaram consumo médio diário de ração por ave entre 23 a
22 26 g para codornas japonesas na fase adulta.

23 Resultados semelhantes foram descritos por Deponti et al. (2007), que não
24 observaram efeito sobre o consumo de ração e conversão alimentar com o aumento dos
25 níveis de triptofano (0,13 a 0,21%) na dieta para galinhas poedeiras. Os autores

1 concluíram que a ingestão deste aminoácido em níveis de 0,13% não foi baixo o
2 suficiente para suprimir o consumo de ração.

3 Pinheiro et al. (2008), estudando o desempenho de codornas japonesas em
4 postura, alimentadas com diferentes níveis de triptofano digestível (0,12 a 0,28%), não
5 verificaram efeito sobre o desempenho das aves. Os autores concluíram que os
6 resultados obtidos podem ser justificados pelo fato das aves não terem sido expostas a
7 situações estressantes, ou seja, situações em que o triptofano poderia ser mais exigido,
8 visto que este aminoácido, por ser precursor da serotonina promove sensação de bem-
9 estar às aves e, assim, podendo aumentar o consumo.

10 A regulação do consumo de alimento por proteína dietética ocorre pela ativação
11 do sistema de controle no sistema nervoso central (SNC) baseado na detecção dos níveis
12 plasmáticos de aminoácidos e, particularmente, daqueles nutricionalmente essenciais.
13 Há evidências de que, em aves, existam áreas cerebrais sensíveis a modificações do
14 nível plasmático pós-absortivo de aminoácidos. Quando em excesso, as áreas sensíveis
15 seriam coincidentes com o centro hipotalâmico de controle do consumo de alimento e,
16 na deficiência, com o córtex piriforme. Porém, é pouco provável que para cada
17 aminoácido existam sensores específicos que regulam o consumo de alimento
18 (González, 2002).

19 Segundo Boorman (1979) citado por González (2002), um dos possíveis
20 mecanismos de ação que envolve a mediação dos aminoácidos no controle do consumo
21 de alimento é que, com um nível plasmático desbalanceado de aminoácido interfere no
22 transporte de um aminoácido limitante na área sensível do cérebro, prejudicando a
23 síntese de neurotransmissores envolvidos no controle de ingestão de alimento.
24 Concentrações plasmáticas excessivas de tirosina, fenilalanina, leucina, isoleucina e
25 valina competem com o transporte central do triptofano que é o precursor da serotonina.

1 O peso vivo, peso de carcaça, peso e rendimento de peito e pernas de codornas de
2 corte aos 35 dias de idade não foram influenciados ($P>0,05$) pelos níveis de triptofano
3 digestível estudados (Tabela 3). Estes resultados corroboram os obtidos por Castro et al.
4 (2000), que não observaram efeito no peso das carcaças e dos cortes de frangos de corte
5 em função dos níveis de triptofano total na ração.

6 O rendimento de carcaça aumentou linearmente ($P<0,05$) com o aumento dos
7 níveis de triptofano digestível na ração (Tabela 3). De acordo com a equação de
8 regressão ($RC = 58,1524 + 16,9639TrpD$, $R^2 = 0,91$), para cada 1% triptofano digestível
9 a mais na ração, houve aumento de 16,96% no RC aos 35 dias de idade. Este resultado
10 se deve, principalmente, a acelerada taxa de crescimento das codornas, em função da
11 hipertrofia das fibras musculares, principalmente dos músculos peitorais e dos ossos
12 (Silva & Ribeiro, 2001).

13 Em estudos realizados com frangos de corte aos 49 dias de idade, alimentados
14 com diferentes níveis de triptofano digestível na dieta (0,14 a 0,20%), Castro et al.
15 (2000), verificaram efeito quadrático sobre o peso da carcaça eviscerada, peso de coxa e
16 sobrecoxa e peso de peito sem osso com estimativas de 0,170 0,173 e 0,167% de
17 triptofano total.

18 Os teores de água, proteína bruta, gordura, a taxa de deposição de gordura e a
19 energia retida na carcaça de codornas de corte aos 35 dias de idade, não apresentaram
20 efeito ($P>0,05$) com o aumento dos níveis de triptofano digestível na ração (Tabela 4).

21 O teor de cinzas (TC) na carcaça aumentou linearmente ($P<0,05$) com o aumento
22 dos níveis de triptofano digestível na dieta (Tabela 4). De acordo com a equação de
23 regressão ($TC = 9,50325 + 5,99394TrpD$, $R^2 = 0,91$), para cada 1% TrpD a mais na
24 ração, houve aumento de 5,99% no TC aos 35 dias de idade, indicando que as codornas
25 de corte apresentaram maior crescimento ósseo no período de 15 a 35 dias de idade.

1 Tabela 3. Valores médios de rendimento de carcaça e de cortes (peito e pernas) de codornas de corte aos 35 dias de idade em função dos níveis
 2 de triptofano digestível

Variáveis	Níveis de Triptofano Digestível (%)						CV ¹	Efeito ²
	0,22	0,25	0,28	0,31	0,34	0,37		
Peso vivo (g)	211,50	224,70	212,30	216,90	221,30	219,10	6,587	NS
Peso de carcaça (g)	129,68	140,40	134,30	138,37	141,04	139,85	7,283	NS
Rendimento carcaça (%)	61,53	62,41	63,25	63,74	63,93	64,08	3,853	Linear
Peso do peito (g)	60,89	63,64	61,35	64,59	64,03	64,86	8,793	NS
Rendimento peito (%)	46,89	45,28	45,79	46,61	45,49	46,37	3,167	NS
Peso das pernas (g)	32,47	32,24	32,35	36,12	34,30	34,72	9,793	NS
Rendimento das pernas (%)	25,05	24,30	24,30	26,05	24,43	24,89	7,936	NS
Equação de Regressão					R ²			
RC = 58,1524 + 16,9639TrpD					0,91			

3 ¹ Coeficiente de variação; ² Análise de regressão.

1 Tabela 4. Valores médios da composição química da carcaça (CQC), taxa de deposição de proteína (TDP), taxa de deposição de gordura (TDG) e
 2 energia retida na carcaça (ERC) de codornas de corte aos 35 dias de idade em função dos níveis de triptofano digestível

Variáveis	Níveis de Triptofano Digestível (%)						CV ¹	Efeito ²
	0,22	0,25	0,28	0,31	0,34	0,37		
CQC (%)								
Água	63,63	63,54	65,04	64,14	64,19	64,33	2,277	NS
Proteína	60,65	59,96	64,33	60,24	61,08	62,59	4,712	NS
Gordura	30,42	30,88	27,41	29,70	28,85	29,08	9,389	NS
Cinza	10,92	10,98	11,16	11,21	11,51	11,85	6,620	Linear
TAXA DE DEPOSIÇÃO (g/d)								
Proteína	3,61	3,75	3,93	3,86	3,93	4,07	5,499	Linear
Gordura	1,70	1,84	1,54	1,80	1,74	1,77	17,815	NS
Energia retida na carcaça (kcal/g)	36,31	38,49	36,65	38,68	38,58	39,60	9,429	NS
Equação de Regressão							R ²	
CZ = 9,50325 + 5,99394TrpD							0,91	
TDP = 3,07536 + 2,64325TrpD							0,86	

3 ¹ Coeficiente de variação; ² Análise de regressão

1 De acordo com Gonzáles & Sartori (2002), o desenvolvimento do tecido ósseo é
2 mais rápido do que o do tecido muscular que, por sua vez, é mais rápido do que o do
3 tecido adiposo. Existe uma hierarquia de crescimento entre os tecidos, assim, em cada
4 fase do desenvolvimento há uma necessidade específica de afluxo de nutrientes para o
5 tecido em crescimento.

6 A taxa de deposição de proteína (TDP) na carcaça apresentou aumento linear
7 ($P < 0,05$) com o aumento dos níveis de triptofano digestível. De acordo com a equação
8 de regressão ($TDP = 3,07536 + 2,64325TrpD$, $R^2 = 0,86$), para cada 1% triptofano
9 digestível a mais na ração, houve aumento de 2,64% na TDP aos 35 dias de idade.

10 Segundo Van Cauwenberghe & Relandeau (2002), o aumento da relação
11 triptofano:lisina aumenta o crescimento animal e a deposição de proteína corporal,
12 porque, de acordo com esses autores o triptofano possivelmente estimula o apetite, e
13 portanto, a ingestão alimentar e o ganho de peso aumentam como resultado.

14 Segundo Lesson (1995), citado por Nascimento (2004), a deposição de proteína é
15 pré-determinada pela genética da ave e independente da ingestão ocorre limite de
16 deposição diária de proteína que não pode ser compensada, entretanto, as variações
17 ocorrida no total de proteína depositada pode ser em razão da nutrição. Gonzáles &
18 Sartori (2002), afirmam que o aumento de proteína corporal ocorre em um período
19 limitado do desenvolvimento. Com o aumento da idade, a deposição de proteína cai
20 mais marcadamente, do que a deposição de gordura.

21 O balanço de nitrogênio (BN) e o coeficiente de metabolizabilidade do nitrogênio
22 (CM) apresentaram redução linear ($P < 0,05$) com o aumento dos níveis de triptofano
23 digestível na ração (Tabela 5). De acordo com as equações de regressões ($BN = 1,93798$
24 $- 2,78146TrpD$, $R^2 = 0,49$ e $CM = 55,8046 - 68,8419TrpD$, $R^2 = 0,53$), para cada 1%
25 TrpD a mais na ração, houve redução de 2,78 g/dia no BN e 68,84% no CM aos 35 dias

1 de idade. Os resultados mostraram que quanto menor a adição de triptofano digestível
2 na dieta maior será a retenção de nitrogênio, diminuindo assim a poluição ambiental.

3

4 Tabela 5. Valores médios do balanço de nitrogênio (BN) e do coeficiente de
5 metabolizabilidade (CM) de codornas de corte no período de 28 a 32 dias de
6 idade em função dos níveis de triptofano digestível

Variáveis	Níveis de Triptofano Digestível (%)						CV ¹	Efeito ²
	0,22	0,25	0,28	0,31	0,34	0,37		
BN (g/dia)	1,45	0,95	1,29	1,17	0,95	0,89	21,533	Linear
CM (%)	42,85	32,12	40,33	36,58	31,74	29,37	18,290	Linear
Equação de Regressão							R ²	
BN = 1,93798 – 2,78146TrpD							0,49	
CM = 55,8046 - 68,8419TrpD							0,53	

7 ¹Coeficiente de variação; ²Análise de regressão

8

9 Segundo Rutz (2002), quando um organismo não consegue obter, por meio da
10 dieta quantidades suficientes de um aminoácido essencial, ele cataboliza proteína
11 corporal para obter esse aminoácido. Esse processo naturalmente induz a um aumento
12 na excreção de nitrogênio principalmente na forma de ácido úrico em aves. Ao
13 aumentar os níveis dietéticos do aminoácido limitante, a excreção de ácido úrico reduz
14 por unidade de nitrogênio consumido, até que um platô é alcançado, quando as
15 necessidades das aves são atingidas.

16 A redução do teor de proteína bruta das dietas, com respectiva suplementação de
17 aminoácidos sintéticos e melhor balanço entre os mesmos, visam a redução da excreção
18 de nitrogênio. O nitrogênio excretado provém basicamente dos aminoácidos em
19 excesso, das proteínas microbianas, proteínas não digeridas pelos animais e uma parte
20 do nitrogênio endógeno (Penz Junior et al., 1999).

1 O custo da ração por quilograma de peso vivo ganho apresentou aumento linear
 2 ($P < 0,05$) em função dos níveis de triptofano digestível na ração (Tabela 6). Com o
 3 aumento dos níveis aminoacídicos das rações, houve maior inclusão de aminoácidos
 4 sintéticos, onerando o custo das rações. De acordo com a equação de regressão $\text{Custo} =$
 5 $2,03255 + 4,55558\text{TrpD}$, para cada 1% de triptofano digestível a mais na ração, houve
 6 um aumento no custo da ração de 4,56 R\$/kg de peso vivo ganho.

7

8 Tabela 6. Valores médios do preço da ração e custo da ração por quilograma de peso
 9 vivo ganho de codornas de corte em função dos níveis de triptofano digestível

Variáveis	Níveis de Triptofano Digestível (%)						CV ¹
	0,27	0,30	0,33	0,36	0,39	0,42	
Preço da ração (R\$/kg)	0,81	0,85	0,89	0,93	0,97	1,01	
Custo (R\$/kg PV ganho)	3,06	3,12	3,36	3,43	3,52	3,77	4,771
Equação de Regressão				R ²			
Custo = $2,03255 + 4,55558\text{TrpD}$				0,96			

10 ¹Coefficiente de variação

11

12 É importante atender as exigências diárias de aminoácidos das aves, para atingir
 13 máxima deposição proteica e, ao mesmo tempo, diminuir a deposição de gordura por
 14 meio da ingestão excessiva, em relação à necessária para manutenção e crescimento.
 15 Entretanto, tanto a falta como o excesso de aminoácidos causam desequilíbrio que
 16 limitam o crescimento de tecido magro, aumentando a quantidade de gorduras, haja
 17 vista que, a energia também pode ser oriunda da desaminação de proteínas e, portanto, o
 18 fornecimento de proteína bruta em excesso ou de pouca digestibilidade, sem um
 19 equilíbrio ideal de aminoácidos, significa que haverá maior potencial para deposição de
 20 gordura Leeson (1995) citado por Nascimento (2004).

1 O requerimento para a deposição máxima de proteína está ligado ao requerimento
2 para ingestão alimentar máxima. A suplementação com L-triptofano permite que o nível
3 de triptofano na ração seja fixado independentemente do que pode ser suplementado
4 com os ingredientes atuais. Ele ajuda a manter um equilíbrio de aminoácidos adequados
5 enquanto se formula dietas com baixa proteína, por razões sanitárias e ou ambientais,
6 além de proporcionar maior eficiência às dietas com baixa quantidade de proteína por
7 meio do aumento da ingestão de alimento (Van Cauwenberghe & Relandeau, 2002).

8 **Conclusão**

9 A exigência de triptofano digestível para máximo crescimento de codornas de
10 corte, no período de 15 a 35 dias de idade, é de 0,22% correspondendo à relação
11 LD:TrpD de 12,72.

Literatura Citada

- 1
2 ALBINO, L.F.T.; BARRETO, S.L.T. **Codornas:** criação de codornas para produção de
3 ovos e carne. Viçosa, MG: Aprenda Fácil, 2003. 289p.
- 4 BARRETO, S.L.T.; ARAÚJO, M.S.; UMIGI, R.T. et al. Exigência nutricional de lisina
5 para codornas européias machos de 21 a 49 dias de idade. **Revista Brasileira de**
6 **Zootecnia**, v.35, n.3, p.750-753, 2006.
- 7 BELLAVER, C.; FIALHO, E.T.; PROTAS, J.F.S. et al. Radícula de malte na
8 alimentação de suínos em crescimento e terminação. **Pesquisa Agropecuária**
9 **Brasileira**, v.20, n.8, p.969-74, 1985.
- 10 CASTRO, A.J.; GOMES, P.C.; PUPA, J.M.R. et al. Exigência de triptofano para
11 frangos de corte nas fases de crescimentos e final. **Revista Brasileira de Zootecnia**,
12 v.29, n.6, p.2057-2065, 2000.
- 13 DEPONTI, B.J.; FARIA, D.E.; FARIA FILHO, D.E. et al Exigência de triptofano e
14 padrão de recuperação do desempenho de poedeiras comerciais após alimentação
15 com rações deficientes em triptofano. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.236 n.5,
16 p.1324-1330, 2007.
- 17 FRAGA, A.L.; MOREIRA, I.; FURLAN, A.C. et al. Lysine requirement of starting
18 barrows from two genetic groups fed on low crude protein diets. **Brazilian Archives**
19 **of Biology and Technology**, v.51, n.1, p.49-56, 2008.
- 20 GONZÁLES, E. Ingestão de alimentos: mecanismos regulatórios. In: MACARI, M.;
21 FURLAN, R.L.; GONZÁLES, E. (Ed) **Fisiologia aviária aplicada a frangos de**
22 **corte**. 2.ed. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, 2002. 375p.
- 23 GONZÁLES, E.; SARTORI, J.R. Crescimento e metabolismo muscular. In: MACARI,
24 M.; FURLAN, R.L.; GONZÁLES, E. (Ed) **Fisiologia aviária aplicada a frangos**
25 **de corte**. 2.ed. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, 2002. 375p.
- 26 LEANDRO, N.S.M.; VIEIRA, N.S.; MATOS, M.S. et al. Desempenho produtivo de
27 codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*) submetidas a diferentes densidades
28 e tipos de debicagem. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v.27, n.1, p.129-135,
29 2005.
- 30 MOURA, A.M.A. Conceito da proteína ideal aplicada na nutrição de aves e suínos.
31 **Revista Eletrônica Nutritime**, v.1, n.1, p.31-34, 2004.
- 32 NASCIMENTO, A. Deposição de proteína na carcaça de frango de corte. **Ave Word**,
33 ano 2, n.9, p.64-65, Abril/Maio 2004.
- 34 PENZ JUNIOR, A.M.; MEINERZ, C.E.; MAGRO, N. Efeito da nutrição na quantidade
35 e na qualidade dos dejetos de suínos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE
36 BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36., 1999, Porto Alegre. **Anais...** Porto
37 Alegre:UFRGS, 1999. p.281-294.
- 38 PINHEIRO, S.R.F.; BARRETO, S.L.T.; ALBINO, L.F.T. et al Efeito dos níveis de
39 triptofano digestível em dietas para codornas japonesas em postura. **Revista**
40 **Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.6, p.1012-1016, 2008.
- 41 RESENDE, M.J.M.; FLAUZINA, L.P.; McMANUS, C. et al. Desempenho produtivo e
42 biometria das vísceras de codornas francesas alimentadas com diferentes níveis de
43 energia metabolizável e proteína bruta. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v.26,
44 n.3, p. 353-358, 2004.
- 45 RIZZO, P.V.; GUANDOLINI, G.C.; AMOROSO, L. et al. Triptofano na alimentação
46 de codornas japonesas nas fases de recria e postura. **Revista Brasileira de**
47 **Zootecnia**, v.37, n.6, p.1017-1022, 2008.
- 48 ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. et al. **Tabelas brasileiras para**
49 **aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 2.ed. Viçosa,
50 MG: UFV, Departamento de Zootecnia, 2005, 186p.

- 1 RUTZ, F. Metabolismo intermediário. In: MACARI, M.; FURLAN, R.L.;
2 GONZÁLES, E. (Ed) **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. 2.ed.
3 Jaboticabal: FUNEP/UNESP, 2002. 375p.
- 4 SAKOMURA, N.K. Modeling energy utilization in broiler breeders, laying hens and
5 broilers. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**. Campinas. v.6, n.1, p.1-11, 2004.
- 6 SAKOMURA, N.K.; ROSTAGNO, H.S. **Métodos de pesquisa em Nutrição para**
7 **Monogástricos**. Jaboticabal : Funep, 2007. 283p.
- 8 SCHERER, C. **Exigência nutricional de energia metabolizável, lisina digestível e**
9 **metionina+cistina digestível para codornas de corte em fase de crescimento**.
10 Maringá, PR: Universidade Estadual de Maringá, 2009. 118p. Tese (Doutorado em
11 Zootecnia) – Universidade Estadual de Maringá, 2009.
- 12 SILVA, J.H.V.; RIBEIRO, M.L.G. **Tabela nacional de exigência nutricional de**
13 **codornas (*Coturnix coturnix japonica*)**. Bananeiras, PB:DAP/UFPB/Campus IV,
14 2001, 19p.
- 15 SILVA, D.J.; QUEIRÓZ, A.C.D. **Análises de alimentos: métodos químicos e**
16 **biológicos**. 3.ed. Viçosa:UFV, 2004. 235p.
- 17 SILVA, R.M.; FURLAN, A.C.; TON, A.P.S. et al. Exigências nutricionais de cálcio e
18 fósforo de codornas de corte em crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**,
19 v.38, n.8, p.1509-1517, 2009.
- 20 UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA – UFV. SAEG – **Sistema de análises**
21 **estatísticas e genéticas**. Versão 5.0. Viçosa, MG: 1997. 150p. (Manual do usuário).
- 22 VAN CAUWENBERGHE, S.; RELANDEAU, C. **L-Tryptophan supplementation to**
23 **enhance piglet growth**. Ajinomoto Eurolysine Information, n.23, 2000 (Ajinomoto
24 animal nutrition).

VII. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ficou evidente que existem duas fases de crescimento distintas, podendo ser consideradas como fase inicial de crescimento (1 a 14 dias de idade) e fase final de crescimento (15 a 35 dias de idade).

As codornas de corte possuem necessidades significativas em treonina e triptofano digestível, para máximo desempenho na fase inicial de crescimento (1 a 14 dias de idade).

A exigência de treonina digestível para máximo crescimento de codornas de corte, no período de 1 a 14 dias de idade, é 1,26%, correspondendo a relação LD:ThrD de 67,02.

Os níveis de treonina e triptofano digestível na fase final de crescimento (15 a 35 dias), não foram suficientes para promover máximo desempenho das codornas de corte, sugerindo menores níveis de inclusão destes aminoácidos para que apresentem respostas para as variáveis em estudo.

Os resultados mostraram que quanto menor a adição de triptofano digestível na ração maior será a retenção de nitrogênio, reduzindo assim o impacto ambiental.