

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

EXIGÊNCIA DE LISINA, ARGININA, VALINA E
ISOLEUCINA DIGESTÍVEL PARA CODORNAS DE CORTE

Autora: Eliany Batista
Orientador: Prof. Dr. Antonio Claudio Furlan

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

MARINGÁ
Estado do Paraná
Junho-2013

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

B333e Batista, Eliany
Exigência de lisina, arginina, valina e isoleucina para codornas de corte / Eliany Batista. -- Maringá, 2013.
xvii, 121 f. : il., figs., tabs.

Orientador: Prof. Dr. Antonio Claudio Furlan.
Tese (doutorado) - Universidade Estadual de Maringá, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, 2013.

1. Aminoácidos industriais. 2. Antagonismo aminoacídico. 3. Balanceamento aminoacídico. 4. Codorna de corte (*Coturnix coturnix sp.*) - Desempenho. I. Furlan, Antonio Claudio, orient. II. Universidade Estadual de Maringá. Centro de Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação em Zootecnia. III. Título.

CDD 22.ed. 636.6085

AMMA-00954



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

**EXIGÊNCIA DE LISINA, ARGININA, VALINA E
ISOLEUCINA DIGESTÍVEL PARA
CODORNAS DE CORTE**

Autora: Eliany Batista

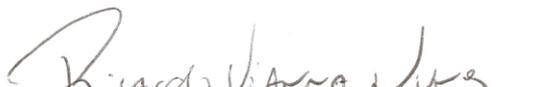
Orientador: Prof. Dr. Antonio Claudio Furlan

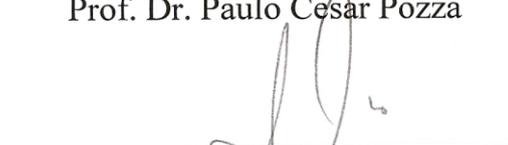
TITULAÇÃO: Doutora em Zootecnia - Área de Concentração Produção
Animal

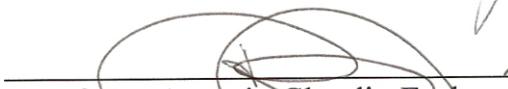
APROVADA em 26 de junho de 2013.


Prof.^a Dr.^a Simara Márcia Marcato


Prof. Dr. Paulo Cesar Pozza


Prof. Dr. Ricardo Vianna Nunes


Prof. Dr. Alexandre Oba


Prof. Dr. Antonio Claudio Furlan
(Orientador)

Que os vossos esforços desafiem as impossibilidades!
Lembrai-vos de que as grandes coisas do homem foram conquistadas
do que parecia impossível.

Charles Chaplin

A DEUS, pela saúde ofertada e por me guiar por bons caminhos;

Aos meus pais, BENEDITO BATISTA e IVANILDE FERDINANDO
BATISTA, pelo amor incondicional;

Ao meu marido, DIEGO ENDRIGO DE OLIVEIRA, pelo amor, apoio,
incentivo, amizade verdadeira e por fazer parte de minha vida...

DEDICO

AGRADECIMENTOS

À minha família, pois sem ela nada seria possível;

Ao meu mestre e orientador Dr. Antonio Claudio Furlan, por me aceitar em sua equipe de trabalho de pesquisa. Por todo aprendizado ofertado durante esses anos, o meu muito obrigado;

Aos professores Dr. Paulo Cezar Pozza e Dra. Simara Márcia Marcato pelas sugestões e auxílio na elaboração deste trabalho;

À Universidade Estadual de Maringá e a Fazenda Experimental de Iguatemi, por terem oferecido todo o espaço físico necessário para a realização deste trabalho;

A CAPES, pela concessão da bolsa de estudos.

Aos colegas do setor de Coturnicultura Ana Paula Silva Ton, Daiane de Oliveira Grieser, Vittor Zancanela, Taynara Prestes Perine, Caroline Espejo Stanquevis, Lívian Furuta, Mariani Benites, Vinícios Cambito, Tainara Ciuffi e Matheus Silva Ferreira, pela preciosa ajuda na condução dos trabalhos;

Às colegas Juliana Beatriz Toledo, Franciane Barbieri Dias e Janaina Furlanetto de Mello. Muitas vezes a ajuda vem da onde a gente menos espera e a de vocês, veio em um momento de muita necessidade. Serei grata para sempre;

Aos técnicos do Laboratório de Nutrição Animal, Cleuza Volpato, Creuza Azevedo e Augusto de Camargo Neto.

À Maria Eurides e Maria dos Anjos, técnicas do Laboratório de Histologia do Departamento de Biologia.

A todos os funcionários da Fazenda Experimental de Iguatemi;

Enfim, a todos aqueles que de alguma maneira, direta ou indiretamente, contribuíram para a condução e conclusão deste trabalho...

...a minha eterna gratidão.

BIOGRAFIA

ELIANY BATISTA, filha de Benedito Batista e Ivanilde Ferdinando Batista, nasceu em Mandaguaçu, Estado do Paraná, no dia 29 de março de 1982.

Em fevereiro de 2007, concluiu o curso de graduação em Zootecnia, pela Universidade Estadual de Maringá.

Em março de 2008, ingressou no curso de Pós-graduação em Zootecnia, nível de Mestrado, na área de concentração Produção animal, pertencente à Universidade Estadual de Maringá, realizando estudos na área de nutrição de aves. No dia 15 de março de 2010, concluiu o curso de mestrado.

Em março de 2010, iniciou no Programa de Pós-graduação em Zootecnia o curso de Doutorado, área de concentração Produção animal, pela Universidade Estadual de Maringá, realizando estudos na área de exigências nutricionais de aves.

No dia 26 de junho de 2013, submeteu-se à banca para a defesa da tese.

ÍNDICE

	Página
LISTA DE TABELAS	ix
LISTA DE FIGURAS	xii
RESUMO	xiv
ABSTRACT	xvi
INTRODUÇÃO.....	1
A coturnicultura	1
Exigências de aminoácidos para codornas de corte.....	2
Os aminoácidos.....	5
Lisina e arginina.....	7
Valina e isoleucina.....	9
LITERATURA CITADA	13
OBJETIVOS GERAIS	19
CAPÍTULO I	20
Exigência de lisina e arginina digestível para codornas de corte no período de 1 a 14 dias de idade.....	20
RESUMO.....	20
Introdução	20
Material e Métodos	21
Resultados e Discussão.....	28
Conclusão.....	42

Literatura citada	43
CAPÍTULO II.....	47
Exigência de lisina e arginina digestível para codornas de corte no período de 15 a 35 dias de idade.....	47
RESUMO.....	47
Introdução	47
Material e Métodos	49
Resultados e Discussão.....	57
Conclusão.....	72
Literatura Citada	73
CAPÍTULO III.....	76
Exigência de valina e isoleucina para codornas de corte no período de 1 a 14 dias de idade.....	76
RESUMO.....	76
Introdução	76
Material e Métodos	77
Resultados e Discussão.....	84
Conclusão.....	93
Literatura Citada	94
CAPÍTULO IV	97
Exigência de valina e isoleucina para codornas de corte no período de 15 a 35 dias de idade.....	97
RESUMO.....	97
Introdução	97
Material e Métodos	98
Resultados e Discussão.....	105
Conclusão.....	117
Literatura Citada	118

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO I	20
Tabela 1. Composição percentual das rações experimentais para codornas de corte de 1 a 14 dias de idade.....	23
Tabela 2. Composição nutricional das rações experimentais para codornas de corte de 1 a 14 dias de idade.....	24
Tabela 3. Valores médios de desempenho de codornas de corte no período de 1 a 14 dias de idade em função dos níveis de lisina e arginina digestível.....	29
Tabela 4. Valores médios de composição química corporal de codornas de corte de 1 a 14 dias de idade em função dos níveis de lisina e arginina digestível.....	32
Tabela 5. Valores médios das análises ósseas de codornas de corte de 1 a 14 dias de idade em função dos níveis de lisina e arginina digestível.....	37
Tabela 6. Valores médios histológicos do fêmur de codornas de corte de 1 a 14 dias de idade em função dos níveis de lisina e arginina digestível.....	39
CAPÍTULO II	47
Tabela 1. Composição percentual das rações experimentais para codornas de corte de 15 a 35 dias de idade.....	50
Tabela 2. Composição nutricional das rações experimentais para codornas de corte de 15 a 35 dias de idade.....	51
Tabela 3. Valores médios do desempenho de codornas de corte no período de 15 a 28 dias de idade em função dos níveis de lisina e arginina digestível.....	58
Tabela 4. Valores médios do desempenho de codornas de corte no período de 15 a 35 dias de idade em função dos níveis de lisina e arginina digestível.....	61
Tabela 5. Valores médios da composição química corporal de codornas de corte no período de 15 a 35 dias de idade em função dos níveis de lisina e arginina digestível..	65

Tabela 6. Valores médios do rendimento de carcaça de codornas de corte no período de 15 a 35 dias de idade em função dos níveis de lisina e arginina digestível	66
Tabela 7. Valores médios das análises ósseas de codornas de corte no período de 15 a 35 dias de idade em função dos níveis de lisina e arginina digestível	68
Tabela 8. Valores médios histológicos do fêmur de codornas de corte de 15 a 35 dias de idade em função dos níveis de lisina e arginina digestível	69
Tabela 9. Valores médios de parâmetros sanguíneos de codornas de corte no período de 15 a 35 dias de idade em função dos níveis de lisina e arginina digestível	70
Tabela 10. Valores médios do balanço de nitrogênio e do coeficiente de metabolizabilidade do nitrogênio de codornas de corte no período de 15 a 35 dias de idade em função dos níveis de lisina e arginina digestível	72
CAPÍTULO III	76
Tabela 1. Composição percentual das rações experimentais para codornas de corte de 1 a 14 dias de idade	79
Tabela 2. Composição nutricional das rações experimentais para codornas de corte de 1 a 14 dias de idade	80
Tabela 3. Valor médios do desempenho de codornas de corte no período de 1 a 14 dias de idade em função dos níveis de valina e isoleucina digestível	85
Tabela 4. Valor médios da composição química corporal de codornas de corte no período de 1 a 14 dias de idade em função dos níveis de valina e isoleucina digestível	90
Tabela 5. Valores médios do diâmetro da fibra muscular de codornas de corte no período de 1 a 14 dias de idade em função dos níveis de valina e isoleucina digestível	91
Tabela 6. Valores médios dos parâmetros sanguíneos de codornas de corte no período de 1 a 14 dias de idade em função dos níveis de valina e isoleucina digestível	93
CAPÍTULO IV	100
Tabela 1. Composição percentual das rações experimentais para codornas de corte de 15 a 35 dias de idade	100
Tabela 2. Composição nutricional das rações experimentais para codornas de corte de 15 a 35 dias de idade	101
Tabela 3. Valores médios do desempenho de codornas de corte no período de 15 a 35 dias de idade em função dos níveis de valina e isoleucina digestível	107
Tabela 4. Valores médios da Composição Química Corporal de codornas de corte no período de 15 a 35 dias de idade em função dos níveis de valina e isoleucina digestível	108

Tabela 5. Valores médios do Rendimento de Carcaça de codornas de corte no período de 15 a 35 dias de idade em função dos níveis de valina e isoleucina digestível 110

Tabela 6. Valores médios do diâmetro das fibras musculares de codornas de corte no período de 15 a 35 dias de idade em função dos níveis de valina e isoleucina digestível 112

Tabela 7. Valores médios dos parâmetros sanguíneos de codornas de corte no período de 15 a 35 dias de idade em função dos níveis de valina e isoleucina digestível 114

Tabela 8. Valores médios do empenamento de codornas de corte no período de 15 a 35 dias de idade em função dos níveis de valina e isoleucina digestível..... 116

Tabela 9. Valores médios do balanço de nitrogênio e do coeficiente de metabolizabilidade do nitrogênio de codornas de corte no período de 15 a 35 dias de idade em função dos níveis de valina e isoleucina digestível 117

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO I.....	20
Figura 1. Peso corporal (a), ganho de peso (b) e biomassa corporal acumulada (c) de codornas de corte no período de 1 a 14 dias de idade em função dos níveis de lisina e arginina digestível.....	31
Figura 2. Gordura corporal de codornas de corte no período de 1 a 14 dias de idade em função dos níveis de lisina digestível	33
Figura 3. Taxa de Deposição de proteína de codornas de corte de 1 a 14 dias em função dos níveis de lisina e arginina digestível	34
Figura 4. Taxa de Deposição de Gordura (a) e Energia Retida na carcaça (b) de codornas de corte de 1 a 14 dias em função dos níveis de lisina e arginina digestível ..	35
Figura 5. Índice de Seedor do Fêmur de codornas de corte de 1 a 14 dias de idade em função dos níveis de lisina digestível	36
Figura 6. Zona de Proliferação (a) e Zona Hipertrófica (b) da placa de crescimento do fêmur de codornas de corte de 1 a 14 dias em função dos níveis de lisina e arginina digestível.....	41
CAPÍTULO II	43
Figura 1. Ganho de peso (a), biomassa corporal acumulada (b) e Conversão alimentar (c e d) de codornas de corte no período de 15 a 28 dias de idade em função dos níveis de lisina e arginina digestível	60
Figura 2. Ganho de peso (a), biomassa corporal acumulada (b) e Conversão alimentar (c) de codornas de corte no período de 15 a 35 dias de idade em função dos níveis de arginina digestível.....	63
Figura 3. Taxa de Deposição de Proteína na carcaça de codornas de corte no período de 15 a 35 dias de idade em função dos níveis de lisina digestível.....	64

CAPÍTULO III	76
Figura 1. Consumo de ração (a e b) de codornas de corte no período de 1 a 14 dias de idade em função dos níveis de valina e isoleucina digestível.....	86
Figura 2. Peso corporal (a), Ganho de Peso (b) e Biomassa Corporal Acumulada (c) de codornas de corte no período de 1 a 14 dias de idade em função dos níveis de valina e isoleucina digestível.....	89
Figura 3. Teor de água presente na composição química corporal de codornas de corte no período de 1 a 14 dias de idade em função dos níveis de valina e isoleucina digestível	91
CAPÍTULO IV	100
Figura 1. Diâmetro das Fibras Musculares de codornas de corte no período de 15 a 35 dias de idade em função dos níveis de valina e isoleucina digestível.....	113

RESUMO

Foram conduzidos quatro experimentos com o objetivo de estimar as exigências de lisina, arginina, valina e isoleucina digestível para codornas de corte (*Coturnix coturnix sp*) em crescimento. No experimento 1, com objetivo de determinar a exigência de lisina digestível (LD) e arginina digestível (AD) no período de um a 14 dias de idade, foram utilizadas 2.160 codornas de corte de um dia de idade não sexadas, distribuídas em um delineamento inteiramente ao acaso, com arranjo fatorial 4x4, sendo quatro níveis de LD (1,10, 1,40, 1,70 e 2,00%) e quatro níveis de AD (1,22, 1,52, 1,82 e 2,12%), totalizando 16 tratamentos, com três repetições e 45 codornas por unidade experimental. O peso corporal (PC), o ganho de peso (GP) e a biomassa corporal acumulada (BCA) foram influenciados de forma quadrática estimando 1,57% de LD e 1,67% de AD na ração. No experimento 2, com objetivo de determinar da exigência de LD e AD no período de 15 a 35 dias de idade, foram utilizadas 1.440 codornas de corte, não sexadas, distribuídas em um delineamento inteiramente ao acaso, com arranjo fatorial 4x4, sendo quatro níveis de LD (0,90, 1,20, 1,50 e 1,80%) e quatro níveis de AD (1,00, 1,30, 1,60 e 1,90%) totalizando 16 tratamentos, com três repetições e 30 codornas por unidade experimental. No período de 15 a 28 dias o GP, BCA e conversão alimentar (CA) foram influenciados de forma quadrática em função do aumento dos níveis de LD e AD nas rações experimentais com estimativa para máximo ganho em 1,59% de LD e de 1,61% de AD. No experimento 3, com objetivo de determinar a exigência valina digestível (VD) e isoleucina digestível (ID) no período de 1 a 14 dias, foram utilizadas 2.160 codornas de corte de um dia de idade não sexadas, distribuídas em um delineamento inteiramente ao acaso, com arranjo fatorial 4x4, sendo quatro níveis de VD (0,90, 1,10, 1,30 e 1,50%) e quatro níveis de ID (0,80, 1,00, 1,20 e 1,40%), totalizando 16

tratamentos, com três repetições e 45 codornas por unidade experimental. O PC, o GP e a BCA aumentaram linearmente em função dos níveis de VD e foram influenciados de forma quadrática estimando 1,38% de ID. Conclui-se que as exigências de VD e ID para o máximo desempenho de codornas de corte no período de um a 14 dias de idade foram de 1,50% e 1,38%, respectivamente, correspondendo às relações valina: lisina de 95% e isoleucina: lisina de 88%. No experimento 4, com objetivo de determinar a exigência de VD e ID no período de 15 a 35 dias, foram utilizadas 1.440 codornas de corte não sexadas, distribuídas em um delineamento inteiramente ao acaso, com arranjo fatorial 4x4, sendo quatro níveis de VD (0,82, 1,02, 1,22 e 1,42%) e quatro níveis de ID (0,73, 0,93, 1,13 e 1,33%), totalizando 16 tratamentos, com três repetições e 30 codornas por unidade experimental. O desempenho de codornas de corte no período de 15 a 35 dias de idade, não foi influenciado pelo aumento dos níveis de VD e ID nas rações experimentais, indicando que os menores níveis avaliados, de 0,82% de VD e 0,73% de ID, correspondendo às relações valina: lisina 52% e isoleucina: lisina 46% foram suficientes para satisfazer as exigências nutricionais das codornas de corte sem comprometer o desempenho.

Palavras-chave: aminoácidos industriais, antagonismo, balanceamento, *Coturnix coturnix sp*, desempenho

ABSTRACT

Four experiments were carried out in order to estimate the requirements of digestible lysine, arginine, valine and isoleucine for growing meat quails (*Coturnix coturnix* sp). In experiment 1, in order to determine the digestible lysine (DL) and digestible arginine (DA) requirements in the period of 1 to 14 days old, were used 2160 meat quails with a day old, not sexed, in a completely randomized design with a 4x4 factorial arrangement, with four levels of DL (1.10, 1.40, 1.70 and 2.00%) and four levels of DA (1.22, 1.52, 1.82 and 2.12%), totaling 16 treatments with three replications and 45 quails per experimental unit. The body weight (BW), weight gain (WG) and cumulative biomass body (CBB) were affected in a quadratic way, estimating 1.57% of DL and 1.67% of DA in ration. In experiment 2, in order to determine the requirement for DL and DA in the period of 15 to 35 days old were used 1440 meat quails, not sexed, distributed in a completely randomized design with a 4x4 factorial arrangement, with four levels of DL (0.90, 1.20, 1.50 and 1.80%) and four levels of DA (1.00, 1.30, 1.60 and 1.90%) totaling 16 treatments with three replications and 30 quails per experimental unit. In the period from 15 to 28 days, the WG, CBB and feed conversion (FC) were affected in a quadratic way as a function of increasing levels of DL and DA in experimental diets with estimation of maximum gain at 1.59% of DL and 1.61% of DA. In experiment 3, in order to determine the digestible valine (DV) and isoleucine (DI) requirement in the period of 1 to 14 days, were used 2160 meat quails with a day old, not sexed, distributed in a completely randomized design with a 4x4 factorial arrangement, with four levels of DV (0.90, 1.10, 1.30 and 1.50%) and four levels of DI (0.80, 1.00, 1.20 and 1.40 %), totaling 16 treatments with three replications and 45 quails per experimental unit. The BW, the WG and the CBB linearly increased in function of DV levels and were

influenced in a quadratic way estimating 1.38% of DI. It was concluded that the requirements of DV and DI for maximum performance of meat quail from one to 14 days of age were 1.50% and 1.38%, respectively, corresponding to relations: valine: lysine of 95% and isoleucine: lysine of 88%. In Experiment 4, in order to determine the requirement of DV and ID in the period of 15 to 35 days, were used 1440 meat quails, not sexed, distributed in a completely randomized design with a 4x4 factorial arrangement, with four levels of DV (0.82, 1.02, 1.22 and 1.42%) and four levels of DI (0.73, 0.93, 1.13 and 1.33%), totaling 16 treatments with three replications and 30 quails per experimental unit. The performance of meat quails from 15 to 35 days of age was not affected by increased levels of DV and DI in the experimental diets, indicating that the lower levels evaluated, 0.82% DV and 0.73% of DI, corresponding to relations valine: lysine of 52% and isoleucine: lysine of 46% were sufficient to meet the nutritional requirements of meat quails without compromising performance.

Key word: industrial amino acids, antagonisms, balancing, *Coturnix coturnix sp*, performance

INTRODUÇÃO

A Coturnicultura

Em meados da década de 1970 a agricultura nacional se solidificou no comércio internacional, no que se refere à composição da produção, crescimento das atividades ligadas à exportação e aumento do grau de processamento industrial dos produtos (Carneiro, 2002). Os efeitos econômicos e tecnológicos, as condições ambientais, sociais, culturais e políticas representam os diferentes modos de relação do complexo agroindustrial com o território (Silveira, 2005). De acordo com Espíndola (2009) as distintas cadeias produtivas se formaram demonstrando características próprias em termos de produto, mercado, tecnologia, localização geográfica e organização da produção.

Segundo Belusso (2010) a partir da década de 1970, as redefinições comerciais e produtivas na avicultura industrial fizeram parte de importantes transformações na agricultura e na indústria brasileira, envolvendo o consumo, os aspectos tecnológicos e o comércio internacional.

A avicultura brasileira possui diversas subdivisões, sendo que muitas delas são ocultadas pela forte representação da cadeia do frango de corte e das poedeiras, como é o caso da criação de codornas ou coturnicultura.

De acordo com o IBGE (2011), dentre os efetivos de animais, as codornas apresentaram aumento de 19,8% em relação a 2010. O Brasil produziu 15,567 milhões de codornas. As maiores criações estão em São Paulo (46,4%), seguido por Santa Catarina (11,3%), Espírito Santo (11,1%) e Minas Gerais (7,2%). Os municípios de Bastos (SP), Iacri (SP), Santa Maria de Jetibá (ES), Videira (SC) e Parapuã (SP)

apresentaram os maiores efetivos municipais. Para Leandro et al. (2005), a ampliação da criação de codornas no Brasil tem merecido destaque, pois, vem superando o amadorismo e consolidando como exploração comercial.

A criação de codornas foi introduzida no Brasil, visando principalmente a produção e comercialização de ovos *in natura*. Com o decorrer do tempo, as possibilidades comerciais aumentaram e dentre elas destaca a produção de codornas de um dia de idade, codornas recriadas com 20 a 35 dias de idade e codornas para a produção de carne.

Móri et al. (2005) destacam que a produção de codornas de corte (*Coturnix coturnix sp*) é uma alternativa para obtenção de proteína de origem animal. As aves são de pequeno porte, ocupando pouco espaço, produzindo quantidade de dejetos inferior à das criações de aves convencionais, agredindo menos o meio ambiente e suas instalações não necessitam de grandes investimentos.

O atendimento ao 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).

Contudo, devido ao aumento do consumo mundial de carne, estudiosos procuram alternativas para satisfazer o novo perfil dos consumidores de produtos de origem animal, focando na produção de codornas de corte.

Exigências de aminoácidos para codornas de corte

A nutrição animal é a ciência que evolui a cada ano, sendo a alimentação de codornas alvo de inúmeros estudos com a intenção de ajustar os níveis nutricionais compatíveis com o máximo desempenho zootécnico. No entanto, existem vários questionamentos a respeito da melhor forma de atender as exigências nutricionais para essas aves.

De acordo com Silva (2008) as codornas são subdivididas em dois grupos, sendo um grupo asiático, constituído pelas codornas japonesas que possuem pequeno porte e alta produção de ovos, e outro grupo representado pelas codornas europeias, formado por aves melhoradas geneticamente para a produção de carne e ovos maiores que os produzidos pelas codornas criadas para a postura, porém com menor produção de ovos.

A produção de codornas de corte no Brasil vem crescendo anualmente. Esta espécie apresenta alta taxa de crescimento atingindo aproximadamente 250 g de peso vivo aos 35 dias de idade, indicando traços marcantes em suas exigências nutricionais.

O método de formular apenas um tipo de ração para codornas por toda fase de crescimento (Silva et al., 2004b) não atende mais as necessidades das codornas modernas, que exigem novos programas de alimentação para garantir elevadas taxas de desenvolvimento das aves (Silva et al., 2004a). Segundo Pinto et al. (2003), as codornas de corte atingem a maturidade por volta dos 35 a 42 dias de idade aumentando a necessidade de desenvolver programas alimentares que potencialize seu desempenho.

Silva & Ribeiro (2001) relatam que o custo com a alimentação das aves, representa cerca de 70% do custo de produção e a proteína (aminoácidos) é responsável por aproximadamente 25% deste custo. Este fato ressalta a importância do estabelecimento de níveis nutricionais adequados uma vez que o desequilíbrio proteico e aminoacídico podem causar danos ao desempenho das aves pelo desbalanceamento, antagonismo e toxidez, além de trazer prejuízo econômico.

A exigência nutricional de aminoácidos é influenciada por uma série de fatores como idade e sexo das aves, níveis de energia e lisina da ração, densidade populacional, condições ambientais (principalmente temperatura), estado sanitário (desafio imunológico) e digestibilidade dos nutrientes das matérias-primas para fabricação de rações. As linhagens também são fatores importantes e variáveis que influenciam a exigência nutricional de aminoácidos, particularidades como potencial de ganho de peso, o peso corporal e as características reprodutivas e comportamentais devem ser consideradas na formulação das rações garantindo que os animais possam atingir seu potencial genético (Ajinomoto, 2012).

De acordo com Gonzales & Sartori (2008) o crescimento animal está na dependência de mecanismos de expressão gênica, e por meio deles ocorre a síntese de proteínas que são fundamentais para o desenvolvimento de diferentes tecidos. A síntese de proteínas, por outro lado, depende da disponibilidade de substratos, pois a interação de nutrientes e expressão gênica determinará o padrão de crescimento da ave.

Utilizar matérias-primas de composição conhecida, atender as exigências nutricionais, ter programas de alimentação adequados e formular rações de custo mínimo, são medidas que resultam em maior eficiência na produção avícola (Bellaver, 1994).

Segundo Shrivastav (2002), para obter o máximo desempenho das codornas é necessário o uso de rações balanceadas, que forneçam nutrientes nas proporções necessárias. Este autor comenta que as exigências nutricionais estimadas em condições de clima temperado podem não representar bem as exigências das aves criadas em condições de clima tropical, uma vez que experiências com galinhas poedeiras comprovaram que as exigências variam de uma região para outra.

Apesar disso, são poucas as pesquisas para adequação de níveis nutricionais visando à redução dos níveis proteicos da ração e a suplementação com aminoácidos para codornas de corte. De acordo com Garcia (2002) as informações sobre os níveis de proteína para codornas para produção de carne são poucas e muito discrepantes. A comparação dos resultados obtidos com codornas europeias é ainda mais difícil, pois a maioria dos resultados encontrados se refere a codornas japonesas (Barreto et al., 2006).

O National Research Council (NRC, 1994) é um dos exemplos a ser citado, visto que apresenta as exigências nutricionais para codornas destinadas a produção de ovos, sem especificar a fase e a linhagem da ave. Além do mais, essas exigências nutricionais não são ideais para aves criadas em climas quentes, levando ao baixo desempenho zootécnico. Também, essas tabelas de exigências são antigas e não atendem as exigências das linhagens modernas (Pinto et al., 2003; Barreto et al., 2006). Um segundo caso é a tabela de exigência nutricional de codornas (Silva & Ribeiro, 2001), que traz informações limitadas das codornas para produção de ovos.

Sabino et al. (2001) ressalta que os avanços na tecnologia de produção de aminoácidos sintéticos, com a conseqüente redução de seus preços no mercado, têm criado a perspectiva de aumentar progressivamente a aplicabilidade nas formulações práticas de rações para aves.

Embora a proteína e os aminoácidos totais tenham sido utilizados, no passado, na formulação de rações para aves, atualmente se emprega uma metodologia de formulação mais adequada, os aminoácidos digestíveis e as relações ideais entre a lisina e os demais aminoácidos.

Os aminoácidos

Os aminoácidos são unidades formadoras de proteínas, com cada resíduo de aminoácido unido ao seu vizinho por um tipo específico de ligação covalente. Vinte diferentes aminoácidos normalmente são encontrados em proteínas. Todos os 20 aminoácidos comuns são α -aminoácidos. Eles possuem um grupo carboxil e um grupo amino ligados ao mesmo átomo de carbono (o carbono α), e diferem um dos outros em suas cadeias laterais, ou grupos R, os quais variam em estrutura, tamanho e carga elétrica, e influenciam a solubilidade dos aminoácidos em água (Nelson & Cox, 2011).

Os aminoácidos podem ser classificados como essenciais (histidina, isoleucina, leucina, lisina, metionina, fenilalanina, treonina, triptofano e valina. Para aves, deve-se acrescentar arginina), condicionalmente essenciais (cisteína, derivada da metionina, e a tirosina, derivada da fenilalanina) e não essenciais (serina, glicina, alanina, asparagina, aspartato, glutamato, glutamina e prolina). É importante salientar que esse é um conceito puramente dietético, pois metabolicamente todos são essenciais.

Os aminoácidos não essenciais são sintetizados no organismo a partir de metabólitos intermediários ou de aminoácidos essenciais. Por outro lado, os essenciais não podem ser produzidos pelo organismo em quantidade suficiente, devendo ser incorporados às rações. Dietas deficientes em um ou vários aminoácidos essenciais impedem o bom desempenho, além de propiciar doenças e mortalidade nas aves (Cheftel et al., 1989), e dependendo do estado fisiológico, da fase e da espécie, um aminoácido não essencial pode ser utilizado pelo organismo mais rapidamente do que é produzido, tornando assim aminoácido essencial (D'Mello, 2003).

Contudo, vale resaltar que os aminoácidos têm funções específicas, ou seja, não são importantes apenas por fazer parte das proteínas, e devem ser considerados, quando suas exigências são determinadas (Murakami, 2002).

Levando em consideração que os aminoácidos não essenciais podem ser, fator limitante em dietas com baixo teor proteico, diversas pesquisas são desenvolvidas para verificar os efeitos da redução da proteína bruta da ração associada à suplementação, tanto de aminoácidos essenciais quanto dos não essenciais (Kerr & Kidd, 1999; Waldroup et al., 2005). Além do conhecimento de quais são os aminoácidos essenciais é importante atentar para a ordem entre eles para não limitar o desenvolvimento das aves.

Aminoácidos limitantes podem ser definidos como os aminoácidos que estão presentes na ração em concentração inferior à exigida pelos animais para desenvolverem seu potencial de produção. A ordem de limitância dos aminoácidos essenciais depende basicamente da composição de ingredientes das rações e das exigências nutricionais aplicadas para formulação. Nos casos das formulações no Brasil e na maioria dos países da América Latina, em que as rações para frangos de corte têm como base o milho, sorgo e o farelo de soja, com ou sem farinha de carne e ossos e farinha de vísceras, os três primeiros aminoácidos limitantes em ordem são metionina, lisina e treonina. A valina se apresenta como o quarto aminoácido limitante, seguido da isoleucina, arginina e triptofano. Em formulações em que utilizam diferentes subprodutos de origem animal, principalmente nas fases de crescimento e terminação, pode ocorrer mudança na ordem de limitância dos aminoácidos, e a isoleucina pode vir a ser o quarto aminoácido limitante, seguido pela valina, arginina e triptofano (Ajinomoto, 2012).

Waldroup et al. (2005) relatam que na maioria das formulações para frangos de corte, a metionina se apresenta como o primeiro aminoácido limitante, seguido pela lisina como o segundo e a treonina, como o terceiro limitante. Pesquisas atuais admitem a valina como o quarto (Thornton et al., 2006; Corzo et al., 2009; Berres et al., 2010; Goulart, 2010) e a isoleucina como quinto aminoácido limitante (Corzo et al., 2009; Goulart, 2010) em dietas para frangos de corte isentas de ingredientes de origem animal.

Segundo Jiang et al. (2005), desde 1950 a suplementação de dietas com metionina e lisina é utilizada com sucesso pela indústria com a finalidade de reduzir os níveis proteicos da ração.

A produção em escala industrial de metionina, lisina, treonina e triptofano, seguidos por redução dos preços de mercado e a perspectiva de produção de outros aminoácidos, são fatores que impulsionam o desenvolvimento de estudos para avaliar os efeitos da suplementação aminoacídica em dietas com redução proteica sobre o desempenho produtivo e econômico dos frangos de corte (Fraiha, 2002).

Segundo Macari et al. (2008) os aminoácidos entram no organismo pela via porta quase que inteiramente na forma livre, mas nem todos os aminoácidos são oriundos da proteína da ingesta. Parte é proveniente da descamação epitelial e de enzimas digestivas. Peptídeos (dois ou mais aminoácidos unidos covalentemente), na forma de di ou tripeptídeos, são absorvidos pelo intestino e hidrolizados superficialmente ou

intracelularmente. Os aminoácidos livres aparecem no sangue. Nos tecidos após absorvidos pelas células, são convertidos em outros metabólitos ou se ligam a um específico RNAt para ser utilizado na síntese proteica no ribossomo (Rathmacher, 2000).

Para Aletor et al. (2000) o excesso de proteína ou o desequilíbrio entre os aminoácidos podem ditar o desenvolvimento das aves de forma negativa, por promover a carga excessiva de aminoácidos na circulação sanguínea que, para serem metabolizados, exigem gasto extra de energia. De acordo com Silva et al. (2001) todo o excesso de aminoácido que não é utilizado pelas aves para a síntese de proteína, ou de substâncias nitrogenadas, é eliminado, havendo desperdício de nitrogênio. Essa perda, além de cara para o organismo, que passa a sintetizar mais ácido úrico com gasto de energia e de aminoácidos, eleva o risco de contaminação ambiental, com consequências danosas em regiões com alta densidade de criação avícola.

Lisina e arginina

A lisina pertence ao grupo R, com carga positiva (básico) significativa em pH 7,0 e possui o segundo grupo amino primário na posição ϵ de cadeia alifática. Os grupos R mais hidrofílicos são aqueles carregados, tanto positivamente quanto negativamente (Nelson & Cox, 2011).

Este aminoácido é degradado no fígado das aves pela enzima L-aminoácido oxidase e lisina-cetoglutarato redutase, propiciando a formação do ácido pipercolico e sacaropina, um aminoácido tricarboxílico. Estes aminoácidos são convertidos a um alfa-aminoácido adipato e, eventualmente, a dióxido de carbono (Macari et al., 2008).

O aminoácido lisina é considerado padrão no conceito de proteína ideal, sendo usado como referência para atualizar as necessidades de outros aminoácidos (Silva & Ribeiro, 2001). A lisina é usada como aminoácido referência por ter algumas características, como ser o primeiro aminoácido limitante para suínos e o segundo para aves, possuir como principal função a formação de proteína no metabolismo, ter as suas necessidades nutricionais mais estudadas entre os aminoácidos, possuir análise simples (Leeson & Summers, 2001) e taxa de oxidação relativamente baixa.

Suas principais funções para aves em crescimento se relacionam a formação dos tecidos ósseo, muscular e na síntese de carnitina. A lisina exerce função específica na

síntese de proteína muscular em frangos de corte. Todavia, há a necessidade de verificar se tal asserção é válida para codornas, pelo menos, em termos de maior resposta em crescimento corporal (Ajinomoto, 2010).

Outro aminoácido pertencente ao grupo R, com carga positiva (básico) significativa em pH 7,0 é a arginina. Ela possui um grupo guanidina carregado positivamente (Nelson & Cox, 2011), e pode ser obtida de proteínas teciduais ou da dieta. A arginina aparece como importante modulador da imunidade. Este aminoácido, além de constituir peptídeos e proteínas em todos os organismos vivos, é precursor de muitos compostos nitrogenados que possuem importantes funções fisiológicas (Tayade et al., 2006).

Segundo Le Floc'h et al. (2004) a arginina participa de duas rotas metabólicas ligadas a efeitos imunomodulatórios diretos. A primeira, se refere a arginina que se converte a ornitina e gera poliaminas, as quais possuem papel chave na divisão celular, síntese de DNA e regulação do ciclo celular. A segunda, corresponde a síntese do óxido nítrico, um radical livre altamente reativo, permeável às células e membranas que participa de vários processos celulares, incluindo a neurotransmissão e a imunidade. Altas concentrações de óxido nítrico podem ser induzidas por uma variedade de estímulos inflamatórios como os lipopolissacarídeos de bactérias e citocinas. Essa rota é essencial para a atividade citotóxica de macrófagos.

Sua biossíntese tem início nas células do intestino delgado, local responsável pela produção de citrulina. A citrulina, por sua vez, cai na circulação sanguínea, chegando até os rins, e é convertida a arginina, retornando conseqüentemente, a circulação. No fígado, quase toda arginina sintetizada pelo organismo é degradada (arginase hepática) à ornitina e ureia. De acordo com Macari et al. (2008) a ornitina pode ser sintetizada no fígado de mamíferos e, por meio do ciclo da ureia, serve como precursora para a produção da arginina. As aves, por não possuir o ciclo da ureia funcional, não podem converter ornitina a citrulina. Essa reação requer carbamil fosfato, que é produzido a partir de amônia, dióxido de carbono (reação em que participa a biotina) e ATP na presença da enzima carbamil fosfato sintetase. Para aves, essa enzima se encontra ausente.

Para Austic & Nesheim (1971) a arginina é considerada um aminoácido essencial para aves, principalmente na fase inicial, pelo fato do ciclo da ureia não ser funcional. Dentre as espécies animais estudadas, as aves têm a mais alta exigência de arginina

(Ball et al., 2007), que deve, além da falta de síntese endógena, a alta taxa de deposição proteica pelo rápido crescimento das atuais linhagens de corte, além da interação metabólica entre lisina e arginina, em função da relação antagônica existente entre esses aminoácidos.

Lima & Silva (2007) ressaltam que os feitos dos aminoácidos sobre o desempenho das aves podem ser explicados por imbalances como, por exemplo, o antagonismo. O desequilíbrio entre os aminoácidos é a forma mais comum nos estudos envolvendo estes nutrientes, em virtude da complexidade do perfeito relacionamento entre os aminoácidos limitantes e não essenciais.

Vale lembrar, que o antagonismo é um dos desequilíbrios entre aminoácidos mais importantes para aves, que ocorre pela competição pelo mesmo sítio de absorção intestinal. O antagonismo ocorre entre os aminoácidos de cadeias de estruturas semelhantes. O clássico antagonismo lisina e arginina podem ser induzidos pelo desequilíbrio na relação entre estes dois aminoácidos, de modo que, o excesso de lisina estimula a arginase renal, aumentando o catabolismo de arginina no organismo causando sintomas de deficiência de arginina (D'Mello, 2003). Uma maneira de aliviar o efeito depressivo causado pelo antagonismo é aumentar os níveis de arginina em dietas ricas em lisina (Gadelha et al., 2003).

É sabido que a mudança na relação e no conteúdo de aminoácidos da dieta, pode alterar o seu metabolismo (Sklan & Noy, 2004), principalmente, quando envolve relacionamento de aminoácidos antagônicos.

Valina e isoleucina

Os grupos R da valina e isoleucina são apolares e hidrofóbicos. As cadeias laterais destes aminoácidos tendem a se aglomerar entre si nas proteínas, estabilizando a estrutura proteica por meio de interações hidrofóbicas (Nelson & Cox, 2011). De acordo com o mesmo autor, embora boa parte do catabolismo dos aminoácidos aconteça no fígado, valina e isoleucina são oxidadas como combustível principalmente pelos tecidos muscular, adiposo, renal e encefálico.

De acordo com Thornton et al. (2006) esses dois aminoácidos são similares em sua estrutura, sendo comumente chamados de aminoácidos de cadeia ramificada (ACR) podendo se tornar limitantes para o desempenho de frangos de corte suplementados com

níveis reduzidos de proteína da dieta. Vale ressaltar que a leucina também pertence a este grupo.

Do peso vivo do animal, aproximadamente 40% é composto de músculo estriado esquelético, correspondente a 80% de todo tecido muscular e 50% da proteína corporal. Uma vez que a maior quantidade de proteína no corpo do animal é observada nos músculos, o crescimento depende particularmente do desenvolvimento muscular (Gonzales & Sartori, 2008).

A deficiência moderada de valina e isoleucina pode reduzir a taxa de crescimento, piorar a conversão alimentar e causar redução nos níveis de proteínas essenciais no sangue (D'Mello, 1994).

Shimomura et al. (2006) citam esses aminoácidos como sendo essencialmente anabólicos, ou seja, tem importante papel na síntese de proteína, minimizando sua quebra, ajudando no ganho de peso. O desbalanceamento entre valina e isoleucina pode levar à formação de penas anormais e mau empenamento (Jaenisch et al., 2002).

Quando se trata do metabolismo dos ACR, é de grande importância observar as vias bioquímicas envolvidas para os três aminoácidos pertencentes a este grupo (valina, isoleucina e leucina). Os ACR são metabolizados especialmente nos músculos esqueléticos. Apesar do fígado não poder catabolizar os ACR de forma direta, este órgão possui um sistema ativo para a degradação dos cetoácidos de cadeia ramificada proveniente dos correspondentes ACR. A especificidade do catabolismo dos ACR deriva da repartição única das duas primeiras enzimas que envolvem a degradação destes aminoácidos: a aminotransferase de aminoácidos de cadeia ramificada (ATACR) que catalisa a transaminação dos ACR, em reação reversível e o complexo enzimático desidrogenase de cetoácidos de cadeia ramificada (DCCR) que catalisa a descarboxilação oxidativa dos cetoácidos de cadeia ramificada, em reação irreversível (Shimomura et al., 2006a; Shimomura et al., 2006b; Shimomura & Harris, 2006).

A transaminação pelas isoenzimas ATACR dependentes de piridoxal-fosfato (vitamina B6), e que aceitam os três ACR como substratos, é a primeira reação envolvida na degradação dos ACR. Em consequência desta reação, os ACR são convertidos aos seus respectivos cetoácidos, ou seja, a leucina é convertida em α -cetoisocaproato (KIC), a isoleucina em α -ceto- β -metilvalerato (KMV) e a valina em α -cetoisovalerato (KIV). Simultaneamente, a reação catalisada pela ATACR, acarreta na conversão do α -cetoglutarato em glutamato, e a partir deste aminoácido pode ocorrer a

síntese de outros aminoácidos, como alanina e glutamina. Desta forma, a transaminação dos ACR fornece mecanismos para transferir o nitrogênio dos ACR de acordo com a necessidade do tecido por glutamato e outros aminoácidos (Harris et al., 2004; Harris et al., 2005; Hutson et al., 2005; Cynober & Harris, 2006).

A segunda etapa que envolve o catabolismo dos ACR consiste na descarboxilação oxidativa dos cetoácidos de cadeia ramificada KIC, KMV e KIV, mediada pelo complexo enzimático desidrogenase de cetoácido de cadeia ramificada (DCCR), presente na superfície interna da membrana das mitocôndrias. Nessa reação, os cetoácidos de cadeia ramificada KIC, KMV e KIV são convertidos em isovaleril-CoA, 2-metilbutiril-CoA e isobutiril-CoA, respectivamente (Harper et al., 1984).

A DCCR se apresenta como a principal enzima regulatória do catabolismo dos ACR. Sua atividade é altamente ajustada por um ciclo de fosforilação e desfosforilação. A enzima DCCR quinase (DCCRQ) promove a inativação da DCCR por meio da fosforilação, enquanto a DCCR fosfatase (DCCRF) é responsável pela ativação do complexo por meio da desfosforilação (Harris et al., 2004; Shimomura et al., 2004). A atividade da DCCR é significativamente diminuída em animais alimentados com dietas hipoproteicas ou tratados com hormônios da tireoide, e sua atividade aumenta quando os animais são submetidos ao jejum (Shiraki et al., 2005; Torres et al., 1998).

Após a segunda etapa, os produtos do catabolismo dos ACR, mediada pela DCCR, são oxidados por dois tipos de desidrogenases. A partir de então, as vias catabólicas de cada um dos ACR passam a divergir. A leucina é cetogênica, formando acetil-CoA e acetoacetato. A valina é glicogênica, e vai à succinil-CoA, um intermediário do ciclo de Krebs. A valina e a isoleucina são metabolizadas para succinil-CoA. A isoleucina pode ainda, ser convertida à acetil-CoA permitindo ser classificada com um aminoácido glicogênico e cetogênico (Brosnan & Brosnan, 2006; Harper et al., 1984).

Peganova & Eder (2002) reportaram que, juntamente ao atendimento dos níveis mínimos de aminoácidos para garantir bom desempenho, uma importância deve ser atribuída aos níveis de tolerância de excessos, visto existir antagonismo entre os três aminoácidos de cadeia ramificada (leucina: valina e isoleucina). Além de competirem pelo mesmo sítio de absorção no intestino (Szmelcman & Guggenheim, 1966) e por serem degradados pelas mesmas enzimas, também competem pelo transporte pela

barreira hemato-encefálica, juntamente com tirosina, fenilalanina e triptofano (Thornton et al., 2006).

De acordo com Shimomura & Harris (2006), em dietas com baixo teor proteico, e que contenha alta concentração de leucina, ocorre a redução das concentrações de valina e isoleucina no organismo. Este fato pode ser explicado em parte, pela estimulação da oxidação dos ACR, por meio da ativação mediada pela leucina do complexo DCCR, que reduz os cetoácidos da valina e da isoleucina, afetando suas concentrações.

LITERATURA CITADA

- AJINOMOTO. [2010]. **Lisina Principal aminoácido para deposição proteica.** Disponível em: <http://www.lisina.com.br/upload/bibliografia/AT_02_port.pdf> Acesso em: 03/07/2010.
- AJINOMOTO. [2012]. **Aminoácidos para Nutrição de Frango de Cortes.** Disponível em: <<http://www.lisina.com.br>> Acesso em: 10/11/2012.
- ALETOR, V.A.; HAMID, I.I.; NIESS, E. et al. Low-protein amino acid-supplemented diets in broiler chickens: Effect on performance, carcass characteristics, whole body composition and efficiencies nutrient utilization. **Journal Science Food Agriculture**, v.80, p.547-554, 2000.
- AUSTIC, R.E.; NESHEIM, M.C. Arginine, ornithine and proline metabolism of chicks: Influence of diet and heredity. **Journal of Nutrition**, v.101, p.1403-1413, 1971.
- BALL, R.O.; URSCHEL, K.L.; PENCHARZ, P.B. Nutritional consequences of interspecies differences in arginine and lysine metabolism. **Journal of Nutrition**, v. 137, p.1626-1641, 2007.
- BARRETO, S.L.T.; ARAUJO, M.S.; UMIGI, R.T. et al. Exigência nutricional de lisina para codornas europeias machos de 21 a 49 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, p.750-753, 2006.
- BELLAVER, C. Metodologias para a determinação do valor das proteínas e utilização de valores disponíveis nas dietas de não ruminantes. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 31., 1994, Maringá. **Anais...** Maringá: EDUEM, 1994. p.1-23.
- BELUSSO, D. A evolução da avicultura industrial brasileira e seus efeitos territoriais. **Revista Percorso – NEMO**, v.2, p.25-51, 2010.
- BERRES, J.; VIEIRA, S.L.; DOZIER, W.A. et al. Broiler responses to reduced-protein diets supplemented with valine, isoleucine, glycine, and glutamic acid. **Journal of Applied Poultry Research**, v.19, p.68-79, 2010.
- BROSNAN, J.T.; BROSNAN, M.E. Branched-chain amino acids: enzyme and substrate regulation. **Journal of Nutrition**, v.136, p.207S-211S, 2006.
- CARNEIRO, R. **Desenvolvimento em crise: a economia brasileira no último quarto do século XX.** São Paulo: Editora UNESP, IE - Unicamp, 2002. 423p.
- CHEFTEL, J.C.; CUQ, J.L.; LORIENT, D. **Proteínas alimentarias.** Bioquímica - Propiedades funcionales. Valor nutricional - Modificaciones químicas. Zaragoza : Acribia, 1989. 446p.

- CORZO, A.; LOAR, R.E.; Kidd, M.T. Limitations of dietary isoleucine and valine in broiler chick diets. **Poultry Science**, v.88, p.1934-1938, 2009.
- CYNOBER, L.; HARRIS, R.A. Symposium on branched chain amino acids: conference summary. **Journal of Nutrition**, v.136, p.333S-336S, 2006.
- D'MELLO, J.P.F. **Amino acid in farm animal nutrition**, Wallingford: CAB International, 1994. p.99-112.
- D'MELLO, J.P.F. **Amino acid in farm animal nutrition**, 2ª ed. CABI, Wallingford, 2003. 440p.
- ESPÍNDOLA, C.J.A. [2009]. Cadeia produtiva de frango de corte na América do Sul: considerações preliminares. Disponível em: <<http://egal2009.easyplanners.info>> Acesso em: 24/011/2011.
- FRAIHA, M. **Atualização em nutrição proteica para frangos de corte**. Publicações Ajinomoto Biolatina, 2002. p.1-12.
- GADELHA, A.C.; DAHLKE, F.; FARIA FILHO, D.E. et al. Interação entre arginina e lisina altera as respostas produtivas e à incidência de problemas de pernas em frangos de corte. **Suplemento da Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v.5, p.75, 2003.
- GARCIA, E.A. Codornas para produção de carne. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE COTURNICULTURA, 1., 2002, Lavras. **Anais...** Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2002. p.97-108.
- GONZALES, E.; SARTORI, J.R. Crescimento e metabolismo muscular. In: MACARI, M.; FURLAN, R.L.; GONZALES, E. **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**, 3ed. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, 2008. p.279-297.
- GOULART, C.C. **Utilização de Aminoácidos Industriais e Relação Aminoácidos Essenciais: Não Essenciais em Dietas para Frangos de Corte**. 2010. 141f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal da Paraíba, Areia.
- HARPER, A.E.; MILLER, R.H.; BLOCK, K.P. Branched-chain amino acid metabolism. **Annual Review of Nutrition**, v.4, p.409-454, 1984.
- HARRIS, R.A.; JOSHI, M.; JEOUNG, N.H. Mechanisms responsible for regulation of branched-chain amino acid catabolism. **Biochemical and Biophysical Research Communications**, v.313, p.391-396, 2004.
- HARRIS, R.A.; JOSHI, M.; JEOUNG, N.H. et al. Overview of the molecular and biochemical basis of branched-chain amino acid catabolism. **Journal of Nutrition**, v.135, p.1527S-1530S, 2005.

- HUTSON, S.M.; SWEATT, A.J.; LANOUE, K.F. Branched-chain amino acid metabolism: implications for establishing safe intakes. **Journal of Nutrition**, v.135, p.1557S-1564S, 2005.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. [2011]. **Produção da pecuária municipal**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/imprensa/ppts/00000010444810212012482617926711.pdf>> Acesso em: 15/11/2012
- JAENISCH, F.R.F.; BARBI, J.H.; RIBEIRO, A.M. [2002]. **Mau empenamento em frangos de corte, uma nova síndrome?** Disponível em: <http://www.cnpsa.embrapa.br/down.php?tipo=artigos&cod_artigo=147> Acesso em: 11/12/2010.
- JIANG, Q.; WALDROUP, P.W.; FRITTS, C.A. Improving the utilization of diets low in crude protein for broiler chicken 1. Evaluation of special amino acid supplementation to diets low in crude protein. **International Journal of Poultry Science**, v.4, p.115-122, 2005.
- KERR, B.J.; KIDD, M.T. Amino acid supplementation of low-protein broiler diets: 1. Glutamic acid and indispensable amino acid supplementation. **Journal of Applied Poultry Research**, v.8, p.298-309, 1999.
- LE FLOC'H, N.; MELCHIOR, D.; OBLED, C. Modification of protein and amino acid metabolism during inflammation and immune system activation. **Livestock Production Science**, v.87, p.37-45, 2004.
- 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 Science**, v.27, p.129-135, 2005.
- LESSON, S.; SUMMERS, J.D. **Nutrition of the chicken**. 4^o ed. Guelph: University Books; 2001. 413p.
- LIMAL, M.R.; SILVA, J.H.V. Efeito da relação lisina: arginina digestível sobre o desempenho de poedeiras comerciais no período de postura. **Acta Veterinária Brasília**, v.1, p.118-124, 2007.
- MACARI, M.; FURLAN, R.L.; GONZALES, L. **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. Jaboticabal, FUNEP/UNESP, 2008. 375p.
- 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, p.870-876, 2005.
- MURAKAMI, A.E. Nutrição e alimentação de codornas japonesas em postura. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39, 2002. Recife, **Anais...** Recife: SBZ, 2002.

- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of poultry**. 9.ed. Washington, D.C.: National Academy Press, 1994. 155p.
- NELSON, D.L.; COX, M.M. **Princípios de Bioquímica de Lehninger**. 5° ed. São Paulo: Sarvier, 2011. 1274p.
- PEGANOVA, S.; EDER, K. Studies on requirement and excess of isoleucine in laying hens. **Poultry Science**, v.81, p.1714-1721, 2002.
- PINTO, R.; DONZELE, J.L.; FERREIRA, A.S. et al. Exigência de metionina mais cistina para codornas japonesas em postura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, p.1166-1173, 2003.
- PINTO, R.; FERREIRA, A.S.; DONZELE, J.L. et al. Exigência de Lisina para codornas japonesas em postura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, p.1182-1189, 2003.
- RATHMACHER, J.A. Measurement and significance of protein turnover: In: **Farm animal metabolism and nutrition**. Wallingford: CAB international, 2000. p.25-48.
- SABINO, H.F.N.; SAKOMURA, N.K.; NEME, R. et al. Efeito do nível proteico da ração sobre o desempenho de frangos de corte na fase de crescimento. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2001. p.832-834.
- SHIMOMURA, Y.; MURAKAMI, T.; NAKAI, N. et al. Exercise promotes BCAA catabolism: effects of BCAA supplementation on skeletal muscle during exercise. **Journal of Nutrition**, v.134, p.1583S-1587S, 2004.
- SHIMOMURA, Y.; YAMAMOTO, Y.; BAJOTTO, G.S. et al. Nutraceutical effects of Branched-Chain Amino Acids on Skeletal Muscle. **Journal of Nutrition**, v.136, p. 529-532, 2006.
- SHIMOMURA, Y.; HARRIS, R.A. Metabolism and physiological function of Branched-Chain Amino Acids: discussion of session 1. **Journal of Nutrition**, v.136, p. 232S-533S, 2006.
- SHIMOMURA, Y.; YAMAMOTO, Y.; BAJOTTO, G. et al. Nutraceutical effects of branched-chain amino acids on skeletal muscle. **Journal of Nutrition**, v.136, p.529S-532S, 2006a.
- SHIMOMURA, Y.; HONDA, T.; SHIRAKI, M. et al. Branched-chain amino acid catabolism in exercise and liver disease. **Journal of Nutrition**, v.136, p.250S-253S, 2006b.
- SHIRAKI, M.; SHIMOMURA, Y.; MIWA, Y. et al. Activation of hepatic branched-chain alpha-keto acid dehydrogenase complex by tumor necrosis factor-alpha in rats. **Biochemical and Biophysical Research Communication**, v.328, p.973-978, 2005.

- SHRISVASTAV, A.K. Recentes avanços na nutrição de codornas japonesas. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE COTURNICULTURA, 1., 2002, Lavras. **Anais...** Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2002. p.67-75.
- SILVA, J.H.V. **Tabela de exigência nutricional para codornas** – Composição de alimentos e manejo produtivo. 2ª ed. DAP/CCHSA/UFPB, Bananeiras. 2008, 200p.
- SILVA, J.H.V.; ALBINO, F.T.; NASCIMENTO, A.H. Níveis de energia e relações energia: proteína para frangos de corte de 22 a 42 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, p.1791-1800, 2001.
- SILVA, J.H.V.; RIBEIRO, L.G.R. **Tabela nacional de exigência nutricional de codornas japonesas (Coturnix coturnix japonica)**. Bananeiras, PB: DAP/UFPB/Campus IV, 2001. 19p.
- SILVA, J.H.V.; SILVA, M.B.; JORDÃO FILHO, J. et al. Exigências de manutenção e de ganho de proteína e de energia em codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*) na fase de 1 a 12 dias de Idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, p.1209-1219, 2004a.
- SILVA, J.H.V.; SILVA, M.B.; JORDÃO FILHO, J. et al. Exigências de manutenção e de ganho em proteína e energia em codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*) na fase de 15 a 32 dias. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, p.1220-1230, 2004b.
- SILVEIRA, R.L.L. Complexo Agroindustrial, rede e território. In: DIAS, L.C.; SILVEIRA, R.L.L. (org.) **Redes, sociedades e territórios**. Santa Cruz do Sul, RS: Edunisc, 2005.
- SKLAN, D.; NOY, Y. Catabolism and deposition of amino acids in growing chicks: effect of dietary supply. **Poultry Science**, v.83, p.952-961, 2004.
- SZMELCMAN, S.; GUGGENHEIN, K. Interference between leucine, isoleucine, and valine during intestinal absorption. **Biochemical Journal**, v.100, p.7, 1966.
- TAYADE, C.; JAISWAL, T.N.; MISHRA, S.C. et al. L-Arginine stimulates immune response in chickens immunized with intermediate plus strain of infectious bursal disease vaccine. **Vaccine**, v.24, p.552-560, 2006.
- THORNTON, S.A.; CORZO, A.; PHARR, G.T. et al. Valine requirements for immune and growth responses in broilers from 3 to 6 weeks of age. **British Poultry Science**, v.47, p.190-199, 2006.
- TORRES, N.; LOPEZ, G.; DE SANTIAGO, S. et al. Dietary protein level regulates expression of the mitochondrial branched-chain aminotransferase in rats. **Journal of nutrition**, v.128, p.1368-1375, 1998.
- WALDROUP, P.W.; JIANG; Q.; FRITTS, C.A. Effects of supplementing broiler diets low in crude protein with essential and nonessential amino acids. **International Journal Poultry Science**, v.4, p.425-431, 2005.

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, p.1684-1690, 2006 (supl.).

OBJETIVOS GERAIS

Os objetivos deste trabalho foram:

Estabelecer a exigência nutricional de lisina, arginina, valina e isoleucina digestível para o máximo desempenho de codornas de corte nos períodos de um a 14 e de 15 a 35 dias de idade;

Analisar a composição química corporal, o rendimento de carcaça, a resistência óssea, o grau de empenamento, os parâmetros sanguíneos e a morfometria óssea e muscular;

Avaliar o potencial de diferentes níveis de lisina, arginina, valina e isoleucina digestível sobre o balanço de nitrogênio e o coeficiente de metabolizabilidade do nitrogênio nas rações.

CAPÍTULO I

Exigência de lisina e arginina digestível para codornas de corte no período de 1 a 14 dias de idade

RESUMO: O experimento foi conduzido com o objetivo de determinar a exigência de lisina e arginina digestível no período de um a 14 dias de idade. Foram utilizadas 2.160 codornas de corte (*Coturnix coturnix sp*) de um dia de idade não sexadas, distribuídas em um delineamento inteiramente ao acaso, com arranjo fatorial 4x4, sendo quatro níveis de lisina digestível (1,10, 1,40, 1,70 e 2,00%) e quatro níveis de arginina digestível (1,22, 1,52, 1,82 e 2,12%), totalizando 16 tratamentos, com três repetições e 45 codornas por unidade experimental. O peso corporal, o ganho de peso e a biomassa corporal acumulada foram influenciados de forma quadrática estimando 1,57% de lisina digestível e 1,67% de arginina digestível na ração. Conclui-se que as exigências de lisina e arginina digestível para o máximo desempenho de codornas de corte foram de 1,57% e 1,67%, respectivamente.

Palavras-chave: aminoácidos, antagonismo, balanceamento, desempenho

Introdução

A coturnicultura vem ganhando espaço no cenário do agronegócio brasileiro e o crescimento da atividade é reforçado pela maior participação de grandes empresas avícolas, que aperfeiçoam as técnicas de manejo e investem em modernas instalações, o que possibilita alojar um número cada vez maior de aves em um mesmo galpão (Bertechini et al., 2002).

De acordo com Baker & Han (1994) o destaque que a nutrição animal vem atingindo se deve, em parte, pela maior compreensão do metabolismo proteico e de novas tecnologias para a produção de aminoácidos industriais, possibilitando a melhoria das técnicas de balanceamento, atendendo às exigências nutricionais de proteínas, aminoácidos e energia, bem como diminuir as perdas em nutrientes e a poluição ambiental.

A proteína necessária para a manutenção do metabolismo, produção de carnes e ovos é proveniente da proteína dietética, cujos aminoácidos são utilizados para

exercerem funções de constituintes primários de tecidos estruturais e de proteção (Pinto et al., 2003).

Além disso, a utilização de aminoácidos industriais satisfaz às exigências em aminoácidos limitantes sendo necessário ajustar a matriz nutricional as exigências nutricionais para cada fase produtiva das aves (Suida, 2001).

Dentre os aminoácidos básicos a lisina é considerada o aminoácido padrão no conceito de proteína ideal e vem sendo usado como referência para atualizar as necessidades de outros aminoácidos (Silva & Costa, 2009).

Por outro lado, as aves apresentam alta exigência de arginina (Ball et al., 2007), pela falta de síntese endógena, a alta taxa de deposição proteica pelo rápido crescimento das linhagens de corte e pelo efeito antagônico com a lisina. O antagonismo entre arginina e lisina faz com que o excesso de um aumente a exigência do outro.

Diante da escassez de informações sobre a determinação das exigências nutricionais de lisina e arginina digestível e o efeito sobre sua relação para codornas de corte em crescimento, os objetivos deste trabalho foram determinar a exigência nutricional de lisina e arginina digestível, avaliando o desempenho, a composição química corporal, a deposição de proteína e gordura na carcaça, a energia retida na carcaça e a morfometria e resistência óssea para codornas de corte (*Coturnix coturnix sp*) no período de um a 14 dias de idade.

Material e Métodos

O experimento foi realizado no setor de Coturnicultura da Fazenda Experimental de Iguatemi, da Universidade Estadual de Maringá, Maringá - PR.

Foram utilizadas 2.160 codornas de corte (*Coturnix coturnix sp*) de um dia de idade, não sexadas, por um período experimental de um a 14 dias, alojadas em galpão convencional, com cobertura de telha de cimento amianto, piso de terra batida e paredes laterais de alvenaria com 0,50 m de altura, completada com tela de arame até o telhado. O galpão foi dividido em 50 boxes de 2,5 m², e foram alojadas 45 aves por unidade experimental (box), totalizando 48 unidades experimentais. Foi utilizada cama do tipo casca de arroz sobre o piso.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente ao acaso, de acordo com um arranjo fatorial 4 x 4, sendo quatro níveis de lisina digestível (1,10, 1,40, 1,70 e

2,00%) e quatro níveis de arginina digestível (1,22, 1,52, 1,82 e 2,12%), totalizando 16 tratamentos, com três repetições e 45 codornas por unidade experimental.

As rações experimentais, à base de milho e farelo de soja, foram isoenergéticas, isocálcicas, isofosfóricas e isoaminoacídicas, exceto para lisina e arginina (Tabela 1 e 2). Os aminoácidos metionina + cistina, treonina e triptofano foram balanceados seguindo os resultados obtidos por Scherer (2009) e Ton (2010) para codornas de corte. As recomendações de Ca e P foram utilizadas segundo Silva et al. (2009), determinadas anteriormente, e os valores de composição química dos alimentos de acordo com Rostagno et al. (2011). O milho e o farelo de soja foram enviados a EVONIK Industries para a realização do aminograma, e a partir dos resultados, as rações foram formuladas.

Para a correção do balanço eletrolítico foram adicionados, às dietas experimentais, diferentes proporções de bicarbonato de sódio (NaHCO_3) e cloreto de potássio (KCl). Os valores do balanço eletrolítico das rações experimentais foram calculados de acordo com Mongin (1981), considerando o peso molecular de cada elemento químico.

Após o alojamento as codornas receberam as rações experimentais até o final do experimento. Os comedouros utilizados foram do tipo bandeja até os 10 dias, sendo posteriormente substituído por comedouros pendulares, e os bebedouros utilizados foram tipo infantil até os 10 dias, sendo posteriormente substituídos por bebedouros pendulares. O fornecimento de água e ração foi à vontade por todo o período experimental.

O programa de iluminação adotado foi o de luz artificial por 24 horas, sendo que as lâmpadas podiam ser desligadas ao longo do dia, de acordo com as condições ambientais. Nas unidades experimentais foram usados círculos de proteção para evitar oscilação de temperatura, uma campânula com luz infravermelha como fonte de aquecimento para os pintinhos até o 10º dia de idade e a cama foi forrada com papelão ondulado durante a primeira semana de vida das aves para absorção de umidade. Durante todo período experimental, os dados de temperatura (26,6°C e 18,6°C manhã e 27,1°C e 20,1°C tarde) e umidade relativa do ar (80,9% e 54,7% manhã e 78,5% e 49,6% tarde) foram registrados no início da manhã e no final da tarde, por intermédio de termômetros de bulbo seco de máxima e mínima em três pontos distinto do galpão.

Tabela 1. Composição percentual das rações experimentais para codornas de corte no período de 1 a 14 dias de idade

Níveis de lisina (%)	1,10				1,40				1,70				2,00			
	1,22	1,52	1,82	2,12	1,22	1,52	1,82	2,12	1,22	1,52	1,82	2,12	1,22	1,52	1,82	2,12
Ingredientes (%)																
Milho grão	55,02	55,02	55,02	55,02	55,02	55,02	55,02	55,02	55,02	55,02	55,02	55,02	55,02	55,02	55,02	55,02
Soja farelo (45%)	29,13	29,13	29,13	29,13	29,13	29,13	29,13	29,13	29,13	29,13	29,13	29,13	29,13	29,13	29,13	29,13
Ácido glutâmico	4,90	3,90	2,90	1,89	4,33	3,33	2,32	1,32	3,76	2,75	1,75	0,74	3,19	2,18	1,17	0,17
Glúten de milho (60%)	5,70	5,70	5,70	5,70	5,70	5,70	5,70	5,70	5,70	5,70	5,70	5,70	5,70	5,70	5,70	5,70
Óleo de soja	0,76	0,99	1,22	1,46	0,78	1,02	1,25	1,48	0,81	1,04	1,28	1,51	0,84	1,07	1,31	1,54
Fosfato bicálcico	1,55	1,55	1,55	1,55	1,55	1,55	1,55	1,55	1,55	1,55	1,55	1,55	1,55	1,55	1,55	1,55
Calcário	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48
Sal comum	0,23	0,23	0,23	0,23	0,15	0,15	0,15	0,15	0,05	0,05	0,05	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00
Bicarbonato de sódio	0,31	0,31	0,31	0,31	0,49	0,49	0,49	0,49	0,67	0,67	0,67	0,67	0,85	0,85	0,85	0,85
Cloreto de Potássio	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Suplemento min/vit ¹	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
DL-metionina (99%)	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65
L-lisina (78%)	0,25	0,25	0,25	0,25	0,63	0,63	0,63	0,63	1,01	1,01	1,01	1,01	1,39	1,39	1,39	1,39
L-treonina (98%)	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36
L-triptofano (98%)	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
L-arginina (99%)	0,00	0,31	0,62	0,92	0,00	0,31	0,62	0,92	0,00	0,31	0,62	0,92	0,00	0,31	0,62	0,92
Antioxidante ²	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Inerte	0,00	0,46	0,93	1,39	0,06	0,53	0,99	1,46	0,16	0,62	1,09	1,55	0,19	0,65	1,12	1,58
Total	100,00															

¹Suplementação mineral/vitamínica (níveis de garantia por kg do produto); Vit. A – 4.500.000 UI; Vit. 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 – 5.000 mcg; Vit. K3 – 1.007 mg; Pantotenato de Cálcio – 4.000 mg; Niacina – 10.000 mg; Colina – 140.000 mg; Antioxidante – 5.000 mg; Zinco – 31.500 mg; Ferro – 24.500 mg; Manganês – 38.750 mg; Cobre – 7.656 mg; Cobalto – 100 mg; Iodo – 484 mg; Selênio – 127 mg; ²BHT (Butil Hidroxi Tolueno).

Tabela 2. Composição nutricional das rações experimentais para codornas de corte no período de 1 a 14 dias de idade

Níveis de lisina (%)	1,10				1,40				1,70				2,00			
	1,22	1,52	1,82	2,12	1,22	1,52	1,82	2,12	1,22	1,52	1,82	2,12	1,22	1,52	1,82	2,12
Exigências Nutricionais																
Energia Metabolizável (kcal/kg)	2,997	2,997	2,997	2,997	2,997	2,997	2,997	2,997	2,997	2,997	2,997	2,997	2,997	2,997	2,997	2,997
Fósforo disponível (%)	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41
Cálcio (%)	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65
Proteína bruta (%)	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00
Lisina digestível (%)	1,10	1,10	1,10	1,10	1,40	1,40	1,40	1,40	1,70	1,70	1,70	1,70	2,00	2,00	2,00	2,00
Arginina digestível (%)	1,22	1,52	1,82	2,12	1,22	1,52	1,82	2,12	1,22	1,52	1,82	2,12	1,22	1,52	1,82	2,12
Metionina+cistina digestível (%)	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26
Treonina digestível (%)	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07
Triptofano digestível (%)	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36
Cloro (%)	0,277	0,277	0,277	0,277	0,307	0,307	0,307	0,307	0,316	0,316	0,316	0,316	0,364	0,364	0,364	0,364
Sódio (%)	0,197	0,197	0,197	0,197	0,215	0,215	0,215	0,215	0,221	0,221	0,221	0,221	0,252	0,252	0,252	0,252
Potássio (%)	0,753	0,753	0,753	0,753	0,755	0,755	0,755	0,755	0,756	0,756	0,756	0,756	0,757	0,757	0,757	0,757
Balanco Eletrolítico (mEq/kg) ³	200,34	200,34	200,31	200,31	200,02	200,02	200,02	200,02	200,29	200,29	200,29	200,29	200,76	200,76	200,76	200,76

As aves foram pesadas semanalmente e, simultaneamente, foram realizadas as pesagens das rações experimentais para posterior avaliação do desempenho zootécnico.

As codornas de corte foram avaliadas por meio das variáveis: peso final, ganho de peso, consumo de ração, conversão alimentar e biomassa corporal acumulada, composição química da carcaça (matéria seca, matéria mineral, proteína bruta e extrato etéreo), taxa de deposição de proteína e gordura corpora, energia retida na carcaça, índice de seedor e resistência e morfometria óssea.

O ganho de peso foi determinado pela diferença entre os pesos final e inicial de cada unidade experimental, dividido pelo número de aves. O consumo de ração, pela diferença entre a ração fornecida e as sobras dos baldes e comedouros, divididos pelo número de aves de cada unidade experimental. A conversão alimentar foi obtida pela relação entre o consumo de ração e o ganho de peso das aves, e a biomassa corporal acumulada em função do ganho de peso em relação ao peso inicial das codornas de corte no início da fase avaliada.

Para a determinação da composição química corporal, aos 14 dias de idade, foram utilizadas cinco codornas por unidade experimental, que após quatro horas de jejum, foram desensibilizadas por eletrochoque e a eutanásia foi feita por deslocamento cervical, de acordo com as normas propostas pelo Comitê de Ética em Experimentação Animal da Universidade Estadual de Maringá (061 - PRO 024/2011 CEAE), evitando as perdas de sangue e de penas, para permitir a avaliação da deposição dos nutrientes na carcaça.

As carcaças foram moídas, homogeneizadas e pesadas, e levadas a estufa de ventilação forçada a 55°C por 72 horas, para a realização da pré-secagem e, posteriormente, moída em moinho tipo bola e conduzida ao laboratório para as determinações analíticas. As composições de matéria seca, matéria mineral, proteína bruta e extrato etéreo foram obtidos conforme metodologia descrita por Silva & Queiroz (2002).

Para a determinação da taxa de deposição de proteína e gordura corporal (g/dia) e energia retida na carcaça (kcal/dia), foi utilizada a metodologia descrita por Fraga et al. (2008).

A taxa de deposição de proteína corporal (TDP) foi calculada por meio do abate feito a partir de um grupo adicional de 50 codornas ao nascimento, comparadas com

aquelas codornas abatidas ao término do período experimental. A taxa de deposição de proteína corporal (g) foi calculada conforme segue:

$$TDP = (QP_{cf} - QP_{ci})/PE,$$

em que, QP_{cf} foi a quantidade, em gramas, de proteína na carcaça final; QP_{ci} foi a quantidade de proteína na carcaça inicial e PE foi o período experimental, em dias. QP_{cf} foi obtida multiplicando o peso da carcaça de um determinado indivíduo, ao final do experimento, pela respectiva proteína bruta da carcaça (PBC), enquanto QP_{ci} foi obtida pelo peso do respectivo indivíduo, ao início do experimento, multiplicando pelo rendimento médio de carcaça e pela PBC média de seu grupo adicional (média das 50 codornas abatidas inicialmente).

A taxa de deposição de gordura corporal (TDG) foi calculada segundo a equação:

$$TDG = (QG_{cf} - QG_{ci})/PE,$$

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

A energia retida na carcaça (ERC) foi calculada através da fórmula:

$$ERC = 5,66 TDP + 9,37 TDG,$$

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

Foram utilizadas duas aves por unidade experimental aos 14 dias, para a retirada das pernas, em que as pernas esquerdas foram utilizadas para as mensurações e, posteriormente, para a medida de resistência óssea. Por sua vez, as pernas direitas foram separadas para realização das análises histológicas.

Depois de remover todo tecido aderente da perna esquerda, o fêmur e a tíbia foram pesados e medidos o comprimento, com auxílio de um paquímetro digital (mm). O índice de seedor (Seedor et al. 1996) foi obtido pela divisão do peso dos ossos (mg) pelo seu comprimento (mm).

As análises de resistência foram realizadas na prensa para ensaios de Resistência à Compressão Simples e os valores expressos em quilograma força (kgf). As peças ósseas foram posicionadas em apoio da região das epífises, ficando as mesmas sem apoio na região central. A posição escolhida foi a ântero-posterior para evitar que ossos se desloquem no momento da quebra. A força foi aplicada na região central, sempre no

mesmo ponto em todos os ossos e a velocidade de descida da sonda por aplicação da força foi a mesma (5 mm/s) para todos os ossos, sendo mensurada a força aplicada no momento anterior a ruptura do osso. A carga utilizada foi de 500 N (Newton) para todas as amostras.

Após a total remoção do tecido aderente do fêmur direito, os ossos foram fixados em solução de Bouin para a realização das rotinas histológicas.

A descalcificação do material foi realizada em solução contendo ácido fórmico e citrato de sódio para evitar a hidrólise e o intumescimento do tecido ósseo. Após a descalcificação foi feita a inclusão dos ossos em parafina (Beçak & Paulete, 1976). Os cortes foram feitos com micrótomo rotativo a 8 µm de espessura e corados com Hematoxilina-Eosina, para observação da zona do disco epifisário e mensurações das áreas.

Para análise das lâminas da cartilagem epifisária femural, foram consideradas três regiões distintas caracterizadas pela aparência morfológica: zona de repouso, zona de cartilagem em proliferação e zona de cartilagem hipertrófica. A zona de cartilagem calcificada foi considerada como o limite inferior para determinação do espessamento da zona hipertrófica, na caracterização da lesão, segundo Ridell (1975) e Thorp et al. (1993).

A análise estatística dos dados foi realizada por meio de regressão polinomial utilizando o Sistema para Análises Estatísticas – SAEG (versão 7.1), de acordo com o modelo:

$$Y_{ijk} = b_0 + b_1L_i + b_2A_j + b_3L_i^2 + b_4A_j^2 + b_5LA_{ij} + FA + e_{ijk}$$

Y_{ijk} = variável medida na unidade experimental k , alimentada com dieta contendo o nível i de lisina e o nível j de arginina;

b_0 = constante geral;

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

L_i = nível de lisina digestível; $L_1 = 1,10$; $L_2 = 1,40$; $L_3 = 1,70$ e $L_4 = 2,00\%$;

A_j = nível de arginina digestível, $A_1 = 1,22$; $A_2 = 1,52$; $A_3 = 1,82$ e $A_4 = 2,12\%$;

b_2 = coeficiente de regressão linear em função do nível de arginina digestível;

b_3 = coeficiente de regressão quadrático em função do nível de lisina digestível;

b_4 = coeficiente de regressão quadrático em função do nível de arginina digestível;

b_5 = coeficiente de regressão linear em função da interação entre o nível de lisina digestível e nível de arginina digestível;

FA = falta de ajustamento do modelo de regressão;

e_{ijk} = erro aleatório associado a cada observação.

Resultados e Discussão

Não foi observado efeito de interação ($P>0,05$) para lisina digestível (LD) e arginina digestível (AD) sobre as variáveis de desempenho no período de um a 14 dias de idade. A ausência de interação indica que os diferentes níveis de LD e AD adicionados nas rações experimentais agiram de maneiras independentes sobre o desempenho das aves.

O peso corporal (PC), o ganho de peso (GP) e a biomassa corporal acumulada (BCA) foram influenciados de forma quadrática ($P<0,05$) em função dos níveis de lisina digestível (LD) e arginina digestível (AD) nas rações (Tabela 3). As estimativas de máximo PC (81,09 g), GP (71,68 g) e BCA (761,93%) foram obtidos com rações contendo 1,58% de LD e 1,67% de AD, 1,57% de LD e 1,67% de AD e 1,53% de LD e 1,66% de AD, respectivamente (Figura 1).

Scherer (2009), trabalhando com codornas de corte no período de um a 14 dias de idade, determinou a exigência de lisina digestível de 1,88% e resultados obtidos por Ton et al. (2011) mostraram que a exigência nutricional de lisina digestível, estimada para máximo crescimento de codornas de corte, no período de quatro a 35 dias, foi maior ou igual a 1,52%.

Com base nesses resultados o presente trabalho apresenta valores de lisina digestível intermediários aos estimados por estes autores, ou seja, abaixo de 1,88% e acima de 1,52%. Por outro lado, Shrivastav (2002) estimou a exigência de 1,30% de lisina total para codornas de corte europeia de um a 21 dias de idade.

Em estudos realizados por Corrêa et al. (2007) utilizando codornas de corte no período de um a 42 dias de idade, verificaram que o ganho de peso sofreu efeito quadrático dos níveis de lisina da ração, estimando o nível 1,65% de lisina total para maior ganho de peso.

Tabela 3. Valores médios de desempenho de codornas de corte no período de 1 a 14 dias de idade em função dos níveis de lisina e arginina digestível

LD (%)	1,10				1,40				1,70				2,00				CV
AD (%)	1,22	1,52	1,82	2,12	1,22	1,52	1,82	2,12	1,22	1,52	1,82	2,12	1,22	1,52	1,82	2,12	
CR (g/ave)	124,48	125,35	126,18	124,14	125,84	126,64	126,89	124,31	127,30	131,11	123,82	124,52	125,85	123,38	127,60	122,62	2,69
PC (g)	78,27	80,016	79,33	78,98	80,51	83,19	81,02	80,42	78,98	81,83	80,07	80,85	79,76	79,59	82,10	78,01	2,10
GP (g)	68,92	70,79	69,98	69,59	71,19	73,73	71,60	71,03	69,53	72,42	70,65	71,36	70,29	70,22	72,63	68,65	2,35
BCA (%)	737,57	755,57	749,03	740,83	763,69	779,86	760,31	756,03	736,41	768,89	750,30	751,97	742,56	749,42	767,24	733,52	2,34
CA (g/g)	1,81	1,77	1,80	1,78	1,77	1,72	1,77	1,75	1,83	1,81	1,75	1,75	1,79	1,76	1,76	1,79	2,56
Equação de Regressão									R ²	Estimativa				Efeito			
										LD	AD	LD	AD	LD	AD		
PC = 41,2339 + 23,3549LD - 7,40643LD ² + 26,6872AD - 7,99000AD ²									0,92	1,58%	1,67%	Quadrático	Quadrático				
GP = 32,4397 + 22,7663LD - 7,23809LD ² + 26,5565AD - 7,95632AD ²									0,92	1,57%	1,67%	Quadrático	Quadrático				
BCA = 393,286 + 195,535LD - 63,6955LD ² + 272,067AD - 81,9683AD ²									0,91	1,53%	1,66%	Quadrático	Quadrático				

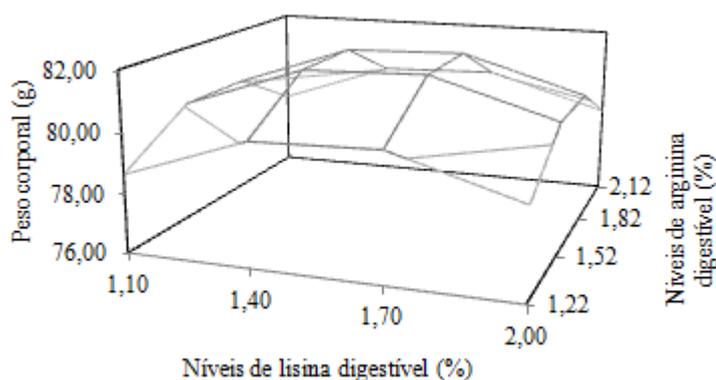
Coeficiente de variação (CV); lisina digestível (LD); arginina digestível (AD); consumo de ração (CR); peso corporal (PC); ganho de peso (GP); biomassa corporal acumulada (BCA); conversão alimentar (CA) e não significativo (NS).

Chamruspollert et al. (2002a,b) ao utilizarem níveis elevados de arginina na dieta inicial (1,52, 2,52 e 3,52%) de frangos de corte, de um a 14 dias de idade, verificaram redução no desempenho das aves. O baixo desenvolvimento pode ser explicado em parte pelo desequilíbrio entre os aminoácidos na dieta e, de acordo com os mesmos autores, as altas concentrações de lisina nas rações podem influenciar o desempenho e as exigências de arginina, que, por sua vez, interferem nas exigências de metionina.

(a)

$$PC = 41,2339 + 23,3549LD - 7,40643LD^2 + 26,6872AD - 7,99000AD^2$$

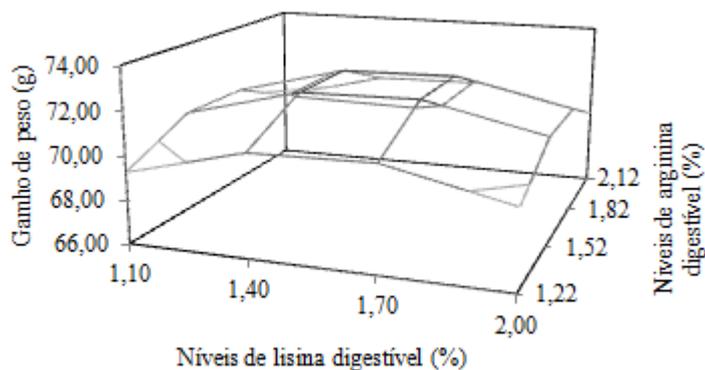
$$(R^2 = 0,92)$$



(b)

$$GP = 32,4397 + 22,7663LD - 7,23809LD^2 + 26,5565AD - 7,95632AD^2$$

$$(R^2 = 0,92)$$



(c)

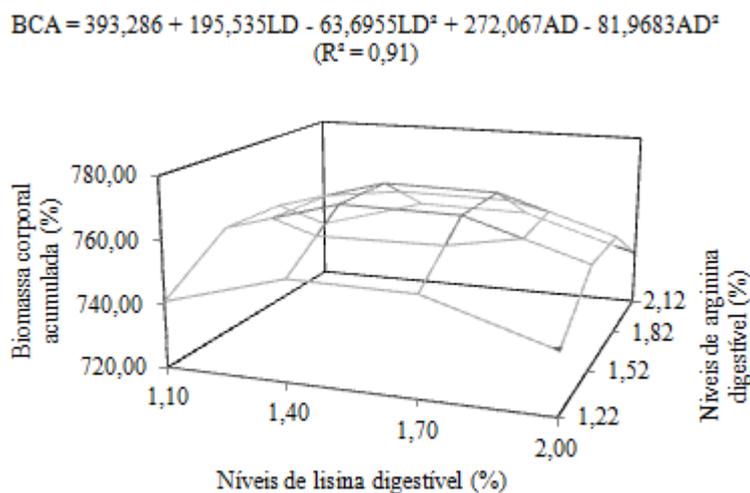


Figura 1. Peso corporal (a), ganho de peso (b) e biomassa corporal acumulada (c) de codornas de corte no período de 1 a 14 dias de idade em função dos níveis de lisina e arginina digestível

Trabalhando com frangos de corte de um a 20 dias de idade, suplementados somente com arginina Atencio et al. (2004) não observaram diferença significativa dos níveis (0; 1,10; 1,22; 1,28 e 1,34%) sobre o desempenho das aves em fase de crescimento, contrariando as informações apresentadas neste experimento.

Chamruspollert et al. (2004) ao fornecer rações com níveis crescentes de arginina a frangos de corte de um a 21 dias de idade, observaram que os níveis de 1,52 e 2,52%, resultaram em efeito positivo, mas pioraram com 3,52%. Para D'Mello (2003), o excesso de lisina estimula a arginase renal, aumentando o catabolismo de arginina. As aves, principalmente, as jovens, exigem arginina pré-formada na ração para atender às necessidades desse aminoácido (Baker, 1991; Klasing, 1998). O aumento de lisina causa deficiência de arginina, pela semelhança estrutural (Kid & Kerr, 1998) e por ambos competirem pelo mesmo transportador no íleo, não dependente de sódio (Collarini & Oxender, 1987; Cynober et al., 1995).

O teor de gordura (Tabela 4) apresentou efeito quadrático ($P < 0,05$) em função dos níveis de LD, com menor valor estimado de 15,47% em rações contendo 1,86% de LD (Figura 2).

Tabela 4. Valores médios de composição química corporal de codornas de corte no período de 1 a 14 dias de idade em função dos níveis de lisina e arginina digestível

LD (%)	1,10				1,40				1,70				2,00				CV
AD (%)	1,22	1,52	1,82	2,12	1,22	1,52	1,82	2,12	1,22	1,52	1,82	2,12	1,22	1,52	1,82	2,12	
CQC (%)																	
Água	72,48	71,61	72,28	72,95	72,63	72,88	72,90	73,20	72,21	72,66	72,33	72,53	72,54	71,72	71,93	72,42	1,33
Proteína	65,35	64,92	62,47	60,59	66,15	67,06	65,63	63,28	66,23	67,12	67,84	63,14	65,60	65,30	65,07	65,43	5,45
Gordura	18,42	20,03	19,16	17,82	15,48	16,67	15,82	15,92	16,09	17,16	15,75	15,12	15,31	16,49	14,68	14,94	12,04
Cinzas	11,23	10,68	11,15	10,97	10,94	9,38	11,10	11,07	10,72	10,34	11,24	11,02	10,36	10,78	10,99	11,66	6,83
TDP (g/dia)	1,00	1,05	0,98	0,89	1,03	1,07	1,03	0,99	1,02	1,06	1,06	0,98	1,00	1,05	1,06	0,99	6,32
TDG (g/dia)	0,55	0,64	0,59	0,51	0,45	0,52	0,48	0,49	0,46	0,52	0,46	0,47	0,43	0,49	0,44	0,41	16,76
ERC (kcal/dia)	10,87	11,92	11,04	9,82	10,12	10,93	10,34	10,22	10,11	10,90	10,33	10,00	9,68	10,53	10,10	9,51	8,52
Equação de Regressão									R ²	Estimativa				Efeito			
										LD	AD	LD	AD				
Gordura = 34,7526 – 20,7457 LD + 5,57965 LD ²									0,86	1,86%	-----	Quadrático	NS				
TDP = -0,162683 + 0,549015 LD – 0,163155 LD ² + 0,985564 AD – 0,312377 AD ²									0,99	1,68%	1,58%	Quadrático	Quadrático				
TDG = 0,0927685 – 0,130889 LD + 0,777101 AD – 0,238567 AD ²									0,93	-----	1,63%	Linear	Quadrático				
ERC = 2,06317 – 0,981723 LD + 12,8597 AD – 4,00343 AD ²									0,94	-----	1,35%	Linear	Quadrático				

Coefficiente de variação (CV); lisina digestível (LD); arginina digestível (AD); composição química corporal (CQC); taxa de deposição de proteína (TDP); taxa de deposição de gordura (TDG); energia retida na carcaça (ERC) e não significativo (NS).

Tal efeito deve ser salientado, visto que os baixos teores de gordura na carcaça das aves procedem a produtos mais saudáveis. O aumento da suplementação de lisina, acompanhado pelos níveis constantes de proteína bruta (25,0%) nas rações experimentais, pode ter deixado os aminoácidos disponíveis para síntese de gordura a partir do valor estimado (1,86%).

Toledo et al. (2007), ao realizarem estudos com frangos de corte de um a 11 dias de idade, alimentados com diferentes níveis de lisina digestível (1,12; 1,17; 1,22; 1,27 e 1,35%) não apresentaram efeito para o teor de gordura na carcaça.

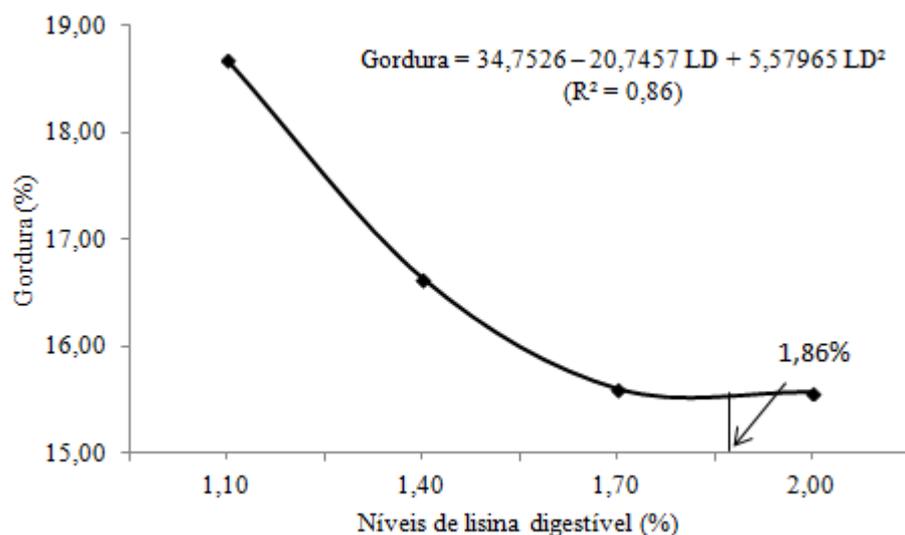


Figura 2. Gordura corporal de codornas de corte no período de 1 a 14 dias de idade em função dos níveis de lisina digestível

Não foi observado efeito de interação ($P > 0,05$) para as variáveis taxa de deposição de proteína (TDP), taxa de deposição de gordura (TDG) e energia retida na carcaça (ERC).

A TDP apresentou comportamento quadrático ($P < 0,05$) em função do aumento dos níveis de lisina e arginina digestível. O valor máximo estimado foi de 1,05 g/dia com rações contendo 1,68% de LD e 1,58% de AD (Figura 3). No período de um a 14 dias de idade, as aves estão em fase de crescimento, tendo a taxa anabólica maior que a taxa catabólica, havendo maior taxa de deposição proteica e consequente crescimento muscular.

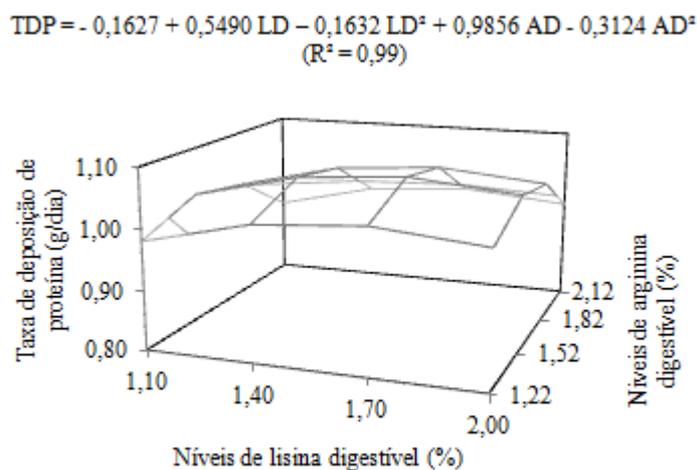


Figura 3. Taxa de deposição de proteína em codornas de corte no período de 1 a 14 dias de idade em função dos níveis de lisina e arginina digestível

Ao realizarem seus estudos com frangos de corte aos 21 dias de idade, alimentados com níveis de lisina total, Borges et al. (2002), verificaram efeito quadrático sobre a TDP, estimando o máximo valor de 1,26%.

Ton et al. (2011) trabalhando com níveis crescentes de lisina digestível (0,92; 1,12; 1,32 e 1,52%) para codornas de corte europeias de quatro a 35 dias de idade não observaram influencia ($P > 0,05$) sobre a taxa de deposição de proteína.

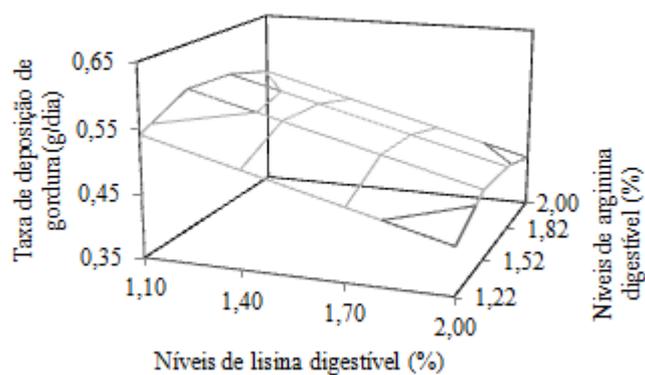
Houve efeito quadrático ($P < 0,05$) para a TDG em função dos níveis de AD e efeito linear negativo em função dos níveis de LD. De acordo com a equação quadrática, o nível de 1,63% de AD resultou em maior TDG, com valor máximo estimado de 0,52 g/dia. Resultado semelhante foi obtido para a ERC, efeito quadrático ($P < 0,05$) para AD e linear negativo para LD com estimativa de 10,61 kcal/dia obtida com 1,35% de AD (Figura 4).

A energia retida na carcaça é a variável que depende das taxas de deposição proteica e de gordura, e consequentemente, dos valores energéticos da proteína e gordura (5,66 e 9,37 kcal/g). Desta maneira é esperado que seu comportamento acompanhe o efeito de uma, senão das duas variáveis a que está relacionada (TDP e TDG).

(a)

$$\text{TDG} = 0,0927685 - 0,130889 \text{ LD} + 0,777101 \text{ AD} - 0,238567 \text{ AD}^2$$

$$(R^2 = 0,93)$$



(b)

$$\text{ERC} = 2,06317 - 0,981723 \text{ LD} + 12,8597 \text{ AD} - 4,00343 \text{ AD}^2$$

$$(R^2 = 0,94)$$

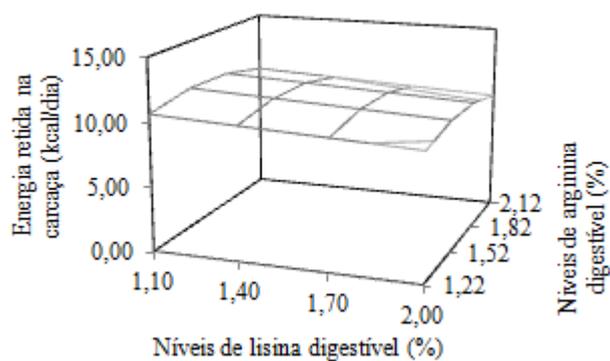


Figura 4. Taxa de deposição de gordura (a) e energia retida na carcaça (b) em codornas de corte no período de 1 a 14 dias de idade em função dos níveis de lisina e arginina digestível

A redução linear em função dos níveis de lisina tanto para TDG quanto para ERC, era esperado, visto que em fase de crescimento as aves depositam mais proteína que gordura necessitando de maior teor de energia.

Vale lembrar que o conteúdo lipídico da ave é significativamente influenciado por desvios nutricionais, particularmente a composição em aminoácidos (Fernandes et al., 2007).

O aumento dos níveis de lisina digestível sobre o índice de seedor do fêmur (Tabela 5) demonstrou efeito quadrático ($P < 0,05$). O melhor índice foi de 15,46 mg/mm estimado com rações contendo 1,59% de LD (Figura 5).

Fernandes et al. (2007) ao analisarem a tibia de frangos de corte aos 21 dias de idade, observaram comportamento quadrático ($P < 0,05$) para o índice de seedor quando utilizaram 1,437% de lisina digestível.

O índice de seedor é a medida indireta da densidade óssea. A densidade, ou seja, a rigidez do tecido ósseo é resultante da deposição de cálcio e fósforo, na forma de hidroxiapatita, durante o processo de mineralização óssea. Esses dois minerais perfazem cerca de 70% da composição óssea, os 30% restantes são compostos por matéria orgânica (Bruno, 2002).

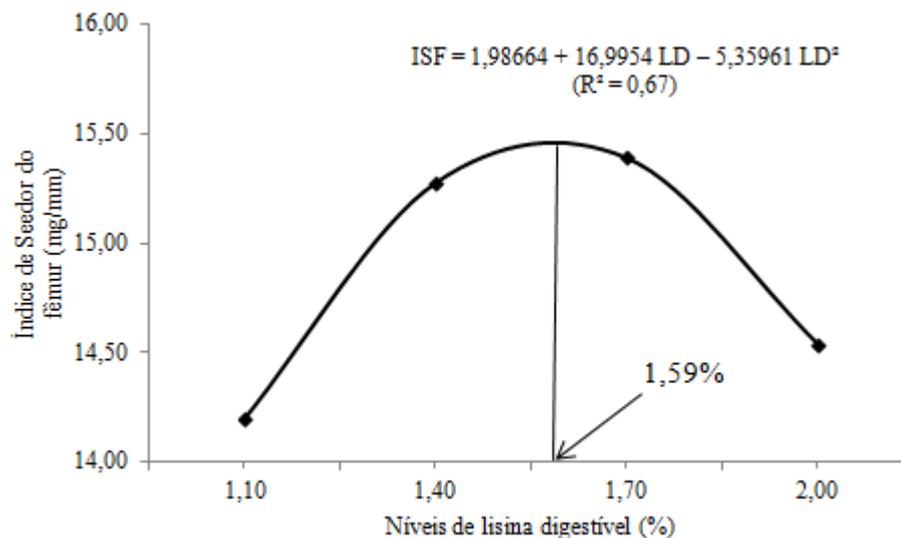


Figura 5. Índice de seedor do fêmur de codornas de corte no período de 1 a 14 dias de idade em função dos níveis de lisina digestível

Tabela 5. Valores médios das análises ósseas de codornas de corte no período de 1 a 14 dias de idade em função dos níveis de lisina e arginina digestível

LD (%)	1,10				1,40				1,70				2,00				CV
AD (%)	1,22	1,52	1,82	2,12	1,22	1,52	1,82	2,12	1,22	1,52	1,82	2,12	1,22	1,52	1,82	2,12	
ISF (mg/mm)	13,34	14,47	15,02	14,74	14,03	15,29	14,25	15,65	15,65	16,91	14,32	16,56	13,47	14,12	14,63	15,31	12,70
IST (mg/mm)	14,05	15,52	14,34	14,68	14,28	16,07	13,33	16,22	15,67	15,11	14,42	14,71	12,86	13,93	14,38	15,37	13,31
RFE (kgf)	5,33	5,69	5,31	5,27	5,72	5,72	5,36	5,51	5,63	5,51	6,02	5,63	5,25	5,39	5,66	5,66	7,18
RTI (kgf)	5,54	5,36	5,25	5,45	5,27	5,36	5,22	5,69	5,42	5,33	6,11	5,16	5,25	5,33	5,48	5,63	5,61
Equação de Regressão									R ²	Estimativa				Efeito			
										LD	AD	LD	AD				
ISF = 1,98664 + 16,9954 LD – 5,35961 LD ²									0,67	1,59%	-----	Quadrático	NS				

Coeficiente de variação (CV); lisina digestível (LD); arginina digestível (AD); índice de seador do fêmur (ISF); índice de seador da tíbia (IST); resistência do fêmur (RFE); resistência da tíbia (RTI) e não significativo (NS).

Dietas com altos níveis de aminoácidos diminuem a taxa de calcificação dos ossos das aves, sendo que esse efeito não é observado quando os níveis de cálcio e fósforo da dieta são adequados (Skinner et al., 1991).

O crescimento dos problemas ósseos é um fenômeno complexo, estando envolvidos fatores genéticos, hormonais, metabólicos e ambientais (Macari et al., 2008). A alta incidência de problemas ósseos, como deformidades e porosidades, está associada à seleção de aves para crescimento rápido (Julian, 1998).

Os níveis de aminoácidos utilizados neste experimento foram adequados para a espécie estudada. Os ossos longos (fêmur e tíbia) não foram prejudicados quanto à densidade e resistência em função do aumento dos níveis de lisina e arginina digestível.

Foi observado efeito de interação ($P < 0,05$) em função dos níveis de lisina e arginina digestível sobre a área total do disco de crescimento (Tabela 6). A variável aumentou linearmente ($P < 0,05$) em função dos níveis de lisina e arginina digestível para codornas de corte de um a 14 dias de idade ($\text{ÁREA} = - 2,74154 + 5,44883 \text{ LD} + 3,98884 \text{ AD}$, $R^2 = 0,96\%$). O aumento da área total do disco de crescimento do fêmur das codornas de corte de um a 14 dia de idade em função do aumento dos aminoácidos era esperado, pois neste período o fêmur se encontra em fase de crescimento.

Tabela 6. Valores médios histológicos do fêmur de codornas de corte no período de 1 a 14 dias de idade em função dos níveis de lisina e arginina digestível

LD (%)	1,10				1,40				1,70				2,00				CV
AD (%)	1,22	1,52	1,82	2,12	1,22	1,52	1,82	2,12	1,22	1,52	1,82	2,12	1,22	1,52	1,82	2,12	
ÁREA(mm ²)	4,50	3,50	3,54	4,43	2,77	4,62	4,71	2,50	4,38	3,66	3,24	3,33	5,35	4,64	2,77	2,91	5,85
ZPRO (µm)	37,89	38,81	31,61	37,83	23,38	29,37	27,73	27,39	34,23	26,15	22,61	28,64	27,72	32,78	24,78	23,44	1,00
ZHIP (µm)	111,55	113,55	120,89	114,24	129,47	123,64	124,61	124,38	118,35	126,04	130,70	123,73	124,20	119,15	127,54	129,20	0,31
Equação de Regressão									R ²	Estimativa				Efeito			
										LD	AD	LD	AD				
ÁREA = - 2,74154 + 5,44883 LD + 3,98884 AD - 3,30762 LD*AD									0,96	-----	-----	Linear	Linear				
ZPRO = 105,248 - 85,2676 LD + 24,5888 LD ² - 3,16055 AD									0,88	1,73%	-----	Quadrático	Linear				
ZHIP = 36,6532 + 97,1291 LD - 28,2035 LD ² + 3,77675 AD									0,90	1,72%	-----	Quadrático	Linear				

Coeficiente de variação (CV); lisina digestível (LD); arginina digestível (AD); zona de proliferação (ZPRO); zona hipertrófica (ZHIP); área (ÁREA) e não significativo (NS).

A zona de proliferação (ZPRO) e a zona hipertrófica (ZHIP) do fêmur não apresentaram efeito de interação ($P>0,05$) entre os aminoácidos estudados.

A ZPRO do fêmur demonstrou efeito quadrático ($P<0,05$) em função dos níveis de LD e efeito linear negativo em função dos níveis de AD. De acordo com a equação, o nível de 1,73% de LD resultou em menor comprimento, com valor mínimo estimado de 26,05 μm . Por outro lado, a ZHIP do fêmur, resultou em efeito quadrático ($P<0,05$) em função dos níveis de LD e efeito linear positivo em função dos níveis de AD. A estimativa obtida foi de 126,54 μm quando utilizado 1,72% de lisina digestível nas rações (Figura 6). As zonas de proliferação e hipertrófica são variáveis que podem demonstrar se a lisina e a arginina estão atuando de maneira positiva ou negativa sobre crescimento do fêmur.

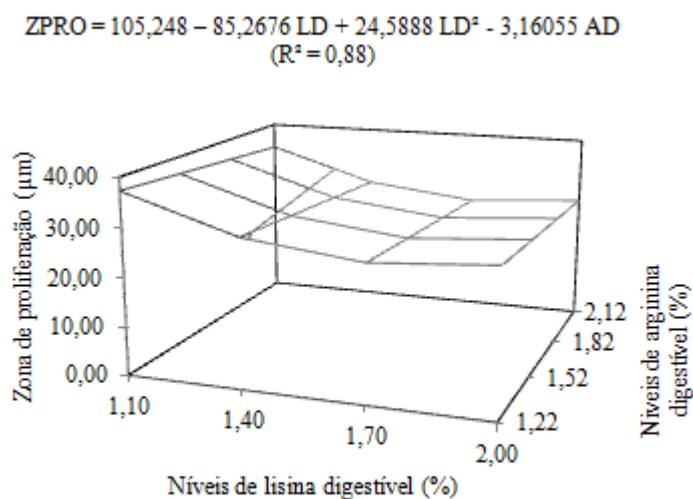
Em frangos de corte, o aumento da zona hipertrófica, está associado à discondroplasia tibial, uma doença que pode envolver a cartilagem de conjugação (zona de crescimento de qualquer osso), mas ocorre mais frequentemente na parte proximal da tíbia. Normalmente a discondroplasia é bilateral. Esse distúrbio aparece frequentemente entre a 3ª e 8ª semana de vida do frango, sendo os machos mais suscetíveis (Gonzalez & Mendonça Jr, 2006).

Fernandes et al. (2007) trabalharam com frangos de corte de um a 21 dias de idade suplementados com níveis de lisina digestível (1,189, 1,427, 1,665 e 1,902%) e arginina digestível (1,217, 1,416, 1,615 e 1,814%) e com frangos de corte com 22 a 42 dias de idade alimentados com rações basais. Para o primeiro grupo de aves, a área total da cartilagem epifisária tibial apresentou efeito quadrático ($P<0,05$) com melhor resposta ao nível de 1,568% de LD e linear negativo em relação à AD. Aos 42 dias de idade LD e AD afetaram ($P<0,05$) a área total da cartilagem epifisária tibial, de forma linear positiva, enquanto o percentual da zona de proliferação foi afetado ($P<0,05$) de forma linear negativa pela LD.

De acordo com Macari et al. (2008) o disco de crescimento é composto de cartilagem, formando a estreita faixa entre a epífise e diáfise. Este disco é o responsável pelo crescimento dos ossos podendo ser dividido em zonas distintas, sendo que, o nascimento da célula do condrócito ocorre na zona proliferativa e a sua morte ocorre na zona hipertrófica. Ao morrer os condrócitos liberam cavidades que serão ocupadas pelos osteoblastos, que depositarão matriz orgânica sobre as áreas calcificadas. O disco

de crescimento está presente até o final da puberdade, quando finalmente se fecha e o crescimento termina.

(a)



(b)

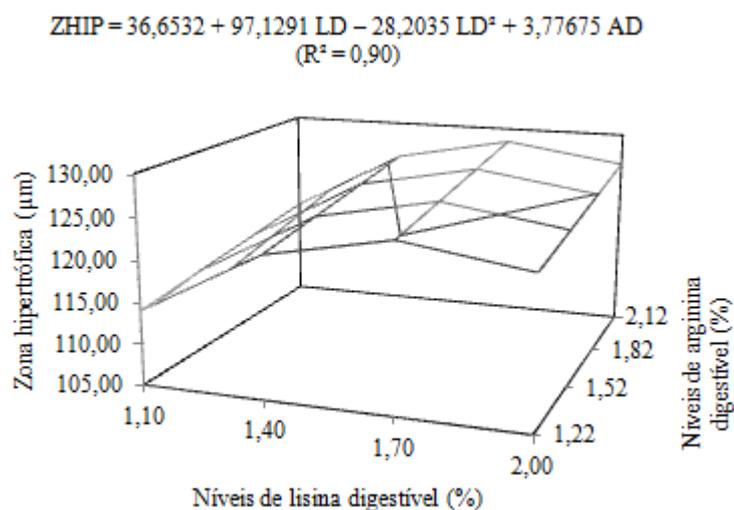


Figura 6. Zona de Proliferação (a) e Zona Hipertrófica (b) da placa de crescimento do fêmur de codornas de corte no período de 1 a 14 dias em função dos níveis de lisina e arginina digestível

Em estudos realizados por Sekine et al. (1994), ficou constatado que os aminoácidos atuam sobre o crescimento transversal dos ossos e essa ação facilita a formação da matriz e a calcificação óssea.

Os aminoácidos estão ligados à modulação do crescimento ósseo e na diferenciação dos osteoblastos, e talvez, possam atuar na formação da matriz óssea (Conconi et al., 2001).

Silva et al. (2001) relatam que os aminoácidos contribuem com a síntese de matriz orgânica óssea. A lisina por sua vez é um dos principais aminoácidos envolvidos na formação da molécula de colágeno que compõe a matriz orgânica dos ossos (Fernandes, 2007).

Contudo, visto que a lisina possui efeito sobre o crescimento ósseo e que dependendo dos níveis utilizados nas rações experimentais, pode exercer efeito antagônico com a arginina, surge a preocupação em determinar exigências aminoacídicas adequadas para que a sobrecarga muscular das aves de crescimento rápido não afete a estrutura óssea causando prejuízo zootécnico.

Conclusão

As exigências de lisina e arginina digestível para o máximo desempenho de codornas de corte no período de um a 14 dias de idade foram de 1,57% e 1,67%, respectivamente.

Literatura citada

- ATENCIO A.; ALBINO, L.F.T.; ROSTAGNO, H.S.; et al. Exigência de arginina digestível para frangos de corte machos em diferentes fases. **Revista Brasileira Zootecnia**, v.33, p.1456-1466, 2004.
- BAKER, D.H. Partitioning nutrients for growth and other metabolic functions: efficiency and priority considerations. **Poultry Science**, v.70, p.1797-1805, 1991.
- BAKER, D.H.; HAN, Y. Ideal amino acid profile for chicks during the first three weeks post hatching. **Poultry Science Journal**, v.73, p.1441-1447, 1994.
- BALL, R.O.; URSCHEL, K.L.; PENCHARZ, P.B. Nutritional consequences of interspecies differences in arginine and lysine metabolism. **Journal of Nutrition**, v. 137, p. 1626-1641, 2007.
- BEÇAK, W.; PAULETE, J. **Técnicas de citologia e histologia**. Livros Técnicos e Científicos, Rio de Janeiro, 1976. 305p.
- BERTECHINI, A.G.; KATO, R.K.; FASSANI, E.J. Novos conceitos aplicados à produção de codornas. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE COTURNICULTURA, 1., 2002, Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA; NECTA, 2002. p. 218.
- BORGES, A.F.; OLIVEIRA, R.F.M.; DONZELE, J.L.; et al. Exigência de lisina para pintos de corte machos mantidos em ambiente com alta temperatura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, p.394-401, 2002 (supl.).
- BRUNO, L.D.G. **Desenvolvimento ósseo em frangos de corte: Influência da restrição alimentar e da temperatura ambiente**. 2002. 72p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Estadual de Paulista, Jaboticabal.
- CHAMRUSPOLLERT, M.; PESTI, G.M.; BAKALLI, R.I. The influence of labile dietary methyl donors on the arginine requirement of young broiler chicks. **Poultry Science**, v.81, p.1142-1148, 2002a.
- CHAMRUSPOLLERT, M.; PESTI, G.M.; BAKALLI, R.I. Dietary interrelationships among arginine, methionine, and lysine in young broiler chicks. **British Journal of Nutrition**, v.88, p.655-660, 2002b.

- CHAMRUSPOLLERT, M.; PESTI, G.M.; BAKALLI, R.I. Chick responses to dietary arginine and methionine levels at different environmental temperatures. **British Poultry Science**, v.45, p.93-100, 2004.
- COLLARINI, E.J.; OXENDER, D.L. Mechanisms of transport of amino acids across membranes. **Annual Review Nutrition**, v.7, p.75-90, 1987.
- CONCONI, M.T.; TOMMASINI, M.; MURATORI, E.; et al. Essential amino acids increase the growth and alkaline phosphatase activity in osteoblasts cultured in vitro. **IL Fármaco**, v.56, p.755-761, 2001.
- CORRÊA, G.S.S.; SILVA, M.A.; CORRÊA, A.B.; et al. Desempenho de codornas de corte EV1 alimentadas com diferentes níveis de lisina na dieta. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.59, p.1545-1553, 2007.
- CYNOBER, L.; BOUCHER, J.L.; VASSON, M.P. Arginine metabolism in mammals. **Journal of Nutrition and Biochemistry**, v.6, p.402-413, 1995.
- D`MELLO, J.P.F. **Amino acid in farm animal nutrition**, 2.ed. CABI, Wallingford, 2003. 440p.
- FERNANDES, J.I.M. **Efeito da suplementação de arginina e lisina sobre o crescimento, imunidade e metabolismo muscular e ósseo de frangos de corte**. 2007. 170p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá.
- FRAGA, A.L.; MOREIRA, I.; FURLAN, A.C.; et al. Lysine requirement of starting barrows from two genetic groups fed on low crude protein diets. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v.51, p.49-56, 2008.
- GONZALES, E.; MENDOÇA JR, C.X. Problemas locomotores em frangos de corte. In: VII Simpósio Brasil Sul de Avicultura, 7., 2006, Chapecó. **Anais...** Chapecó: Embrapa suínos e aves, 2006, p.79-94.
- JULIAN, R.J.; Rapid growth problems: ascite and skeletal deformities in broilers. **Poultry Science**, v.77, p.1773-1780, 1998.
- KIDD, M.T.; KERR, B.J. Dietary arginine and lysine ratios and electrolyte balance. **Poultry Science**, v.77, p.864-869, 1998.
- KLASING, K.C. **Comparative avian nutrition**. Wallingford: CABI, 1998. 373p.
- MACARI, M.; FURLAN, R.L.; GONZALES, L. **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. Jaboticabal, FUNEP/UNESP, 2008. 375p.
- MONGIN P. Recent advances in dietary ânion-cátion balance: applications in poultry. **Proceedings of the Nutrition Society**, v.40, p.285-294, 1981.

- PINTO, R.; FERREIRA, A.S.; DONZELE, J.L.; et al. Exigência de Lisina para codornas japonesas em postura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, p.1182-1189, 2003.
- RIDDEL, C. Studies on the pathogenesis of tibial dyschondroplasia in chickens. II. Growth rate of long bones. **Avian Diseases**, v.19, p.490-496, 1975.
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.L.; DONZELE, J.L.; et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 3. ed. Viçosa: UFV, 2011. 252p.
- SAKOMURA, N.K. Modeling energy utilization in broiler breeders, laying hens and broilers. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v.6, p.1-11, 2004.
- SCHERER, C. **Exigência nutricional de energia metabolizável, lisina digestível e metionina+cistina digestível para codornas de corte em fase de crescimento**. 2009. 118p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá.
- SEEDOR, T.; WATANABE, E.; KADOWAKI, W.; et al. Effect of dietary and arginine levels on bone development in broiler chicks. **Animal Science and Technology**, v.67, p.7-13, 1996.
- SEKINE, T. WATANABE, E.; ISHIBASHI, T. Influence of dietary amino acids and calcium-available phosphorus on bone development of female broiler chicks. **Animal Science Technology**, v.65, p.999-1007, 1994.
- SHRIVASTAV, A.K. Recentes avanços na nutrição de codornas japonesas. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE COTURNICULTURA – NOVOS CONCEITOS APLICADOS À PRODUÇÃO DE CODORNAS, 1., Lavras. **Anais...** Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2002. p.67-75.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, J.S. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 2. ed. Viçosa: Imprensa Universitária, 2002. 235p.
- SILVA, F.A.; MORAES, G.H.K.; RODRIGUES, A.C.P.; et al. Efeitos do ácido L-Glutâmico e da vitamina D3 no desempenho e nas anomalias ósseas de pintos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, p.2067-2077, 2001.
- SILVA, J.H.V.; COSTA, F.G.P. **Tabela para codornas japonesas e europeias**. Jaboticabal: Funep, 2009. 107p.
- SILVA, R.M.; FURLAN, A.C.; TON, A.P.S.; et al. Exigências nutricionais de cálcio e fósforo de codornas de corte em crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.1509-1524, 2009.
- SKINNER, J.T.; BEASLEY, J.N.; WALDROUP, P.W. et al. Effects of dietary amino acid levels on bone development in broilers chickens. **Poultry Science**, v.70, p.941-46, 1991.

- SUIDA, D. Formulação por proteína ideal e consequências técnicas, econômicas e ambientais. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE NUTRIÇÃO ANIMAL, 1., 2001, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: CBNA, 2001. p.1-17.
- THORP, B.H.; DUCRO, B.; WHITEHEAD, C.C. Avian tibial dyschondroplasia: the interaction of genetic selection and dietary 1,25-dihydroxycholecalciferol. **Avian Pathology**, v.22, p.311-324, 1993.
- TOLEDO, A.L.; TAKEARA, P.; BITTENCOURT, L.C. et al. Níveis dietéticos de lisina digestível para frangos de corte machos no período de 1 a 11 dias de idade: desempenho e composição corporal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, p.1090-1096, 2007 (supl.).
- TON, A.P.S. **Exigências de treonina e triptofano digestível para codornas de corte.** 2010. 109p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá.
- TON, A.P.S; FURLAN, A.C.; MARTINS, E.N. et al. Exigências de lisina digestível e de energia metabolizável para codornas de corte em crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, p. 593-601, 2011.

CAPÍTULO II

Exigência de lisina e arginina digestível para codornas de corte no período de 15 a 35 dias de idade

RESUMO: O experimento foi conduzido com o objetivo de determinar a exigência de lisina e arginina digestível no período de 15 a 35 dias de idade. Foram utilizadas 1.440 codornas de corte (*Coturnix coturnix sp*), não sexadas, distribuídas em um delineamento inteiramente ao acaso, com arranjo fatorial 4x4, sendo quatro níveis de lisina digestível (0,90, 1,20, 1,50 e 1,80%) e quatro níveis de arginina digestível (1,00, 1,30, 1,60 e 1,90%) totalizando 16 tratamentos, com três repetições e 30 codornas por unidade experimental. No período de 15 a 28 dias o ganho de peso, a biomassa corporal acumulada e a conversão alimentar foram influenciadas de forma quadrática em função do aumento dos níveis de lisina e arginina digestível nas rações experimentais com estimativa para máximo ganho em 1,59% de lisina digestível e de 1,61% de arginina digestível.

Palavras-chave: aminoácidos, balanceamento, *Coturnix coturnix sp*, desempenho

Introdução

A criação de codorna de corte vem ganhando espaço no cenário agropecuário brasileiro como excelente atividade produtiva, por requerer baixos custos com investimento inicial e mão de obra, utilizando pequenas áreas e proporcionando rápido retorno de capital. A produção de codornas para produção de carne é crescente, tendo em vista sua alta qualidade (Santos et al., 2005).

A alimentação é responsável por grande parte dos custos de produção. No entanto, existe pouca informação sobre as exigências nutricionais para essas espécies. As formulações são feitas com base em resultados da literatura internacional, como os preditos pelo NRC (1994), pouco condizentes com as condições brasileiras (Ton, 2007).

Durante muitos anos, a formulação de rações para aves foi baseada no conceito de proteína bruta, que resulta em dietas que contêm quantidade de aminoácidos superior à exigência dos animais (Ton, 2007). Desta forma, a digestão e o metabolismo desses aminoácidos consumidos em excesso aumentam o gasto calórico corporal, provocando a excreção de volume excessivo de ácido úrico, além de maior gasto de energia.

A lisina industrial possui baixo custo de suplementação e, somado ao fato de ser o segundo aminoácido limitante para aves, justifica o interesse por estudos com esse aminoácido. Uma das funções mais importantes é a participação na deposição de proteína corporal e na síntese de carnitina, que atua no transporte de ácidos graxos para a oxidação na mitocôndria. O excesso de lisina pode ocasionar prejuízos metabólicos como o antagonismo com outros aminoácidos, como a arginina, uma vez que disputam o mesmo sítio de absorção. Considerada aminoácido referência é utilizada como padrão para estimativa das exigências dos demais aminoácidos (Barreto et al., 2006), pois, alterando seus níveis na dieta, concomitantemente, modificam os níveis dos outros aminoácidos (Pinto et al., 2003).

Para Austic & Nesheim (1971) a arginina é considerada um aminoácido essencial para aves, principalmente na fase inicial, pelo fato do ciclo da ureia não ser funcional. Dentre as espécies animais estudadas, as aves têm a mais alta exigência de arginina (Ball et al., 2007), que se deve, além da falta de síntese endógena, a alta taxa de deposição proteica pelo rápido crescimento das atuais linhagens de corte, além da interação metabólica entre lisina e arginina, em função da relação antagônica existente entre esses aminoácidos.

São poucos os resultados de pesquisas sobre exigências nutricionais para codorna de corte, dificultando a adoção de programas de alimentação que consiga a maximização da produtividade. Portanto, o presente trabalho teve como objetivo estimar a exigência nutricional de lisina e arginina digestível para o máximo desempenho, sendo avaliado o desempenho, o rendimento de carcaça, composição química corporal, a deposição de proteína e gordura na carcaça, a energia retida na carcaça, os parâmetros sanguíneos (ácido úrico e creatinina), a morfometria e a resistência óssea e o balanço e coeficiente de metabolizabilidade do nitrogênio para codornas de corte (*Coturnix coturnix sp*) no período de 15 a 35 dias de idade.

Material e Métodos

O experimento foi realizado no setor de Coturnicultura da Fazenda Experimental de Iguatemi, da Universidade Estadual de Maringá, Maringá - PR.

Foram utilizadas 1.440 codornas de corte (*Coturnix coturnix sp*) de 15 dias de idade, não sexadas, alojadas em galpão convencional, com cobertura de telha de cimento amianto, piso de terra batida e paredes laterais de alvenaria com 0,50 m de altura, completada com tela de arame até o telhado. O galpão foi dividido em 50 boxes de 2,5 m², sendo alojadas 30 aves por unidade experimental. Foi utilizada cama do tipo casca de arroz sobre o piso.

As aves utilizadas neste experimento foram as remanescentes do experimento anterior, e aos 15 dias de idade, os animais foram pesados, divididos por classe de peso e redistribuídos uniformemente nas unidades experimentais para que todos os tratamentos tivessem condições de igualdade de peso (Sakomura & Rostagno, 2007).

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente ao acaso, de acordo com um arranjo fatorial 4 x 4, sendo quatro níveis de lisina digestível (0,90, 1,20, 1,50 e 1,80%) e quatro níveis de arginina digestível (1,00, 1,30, 1,60 e 1,90%) totalizando 16 tratamentos, com três repetições e 30 codornas por unidade experimental.

As rações experimentais, à base de milho e farelo de soja, foram isoenergéticas, isocálcicas, isofosfóricas e isoaminoacídicas, exceto para lisina e arginina (Tabela 1 e 2). Os aminoácidos metionina + cistina, treonina e triptofano foram balanceados seguindo a relação de proteína ideal estabelecida por Scherer (2009) e Ton (2010) para codornas de corte. As recomendações de Ca e P foram utilizadas segundo Silva et al. (2009), determinadas anteriormente, e os valores de composição química dos alimentos de acordo com Rostagno et al. (2011). O milho e o farelo de soja foram enviados a EVONIK Industries para a realização do aminograma, e a partir dos resultados, as rações foram formuladas.

Para a correção do balanço eletrolítico, foram adicionadas as rações experimentais diferentes proporções de bicarbonato de sódio (NaHCO₃) e cloreto de potássio (KCl). Os valores do balanço eletrolítico das rações experimentais foram calculados de acordo com Mongin (1981), considerando o peso molecular de cada elemento químico.

Tabela 1. Composição percentual das rações experimentais para codornas no período de corte de 15 a 35 dias de idade

Níveis de lisina (%)	0,90				1,20				1,50				1,80			
	1,00	1,30	1,60	1,90	1,00	1,30	1,60	1,90	1,00	1,30	1,60	1,90	1,00	1,30	1,60	1,90
Níveis de arginina (%)																
Ingredientes (%)																
Milho grão	66,87	66,87	66,87	66,87	66,87	66,87	66,87	66,87	66,87	66,87	66,87	66,87	66,87	66,87	66,87	66,87
Soja farelo (45%)	21,50	21,50	21,50	21,50	21,50	21,50	21,50	21,50	21,50	21,50	21,50	21,50	21,50	21,50	21,50	21,50
Ácido glutâmico	3,54	3,23	1,96	1,26	3,05	2,69	1,69	0,68	2,56	2,12	1,11	0,11	2,07	1,54	0,54	0,00
Glúten de milho (60%)	3,48	3,48	3,48	3,48	3,48	3,48	3,48	3,48	3,48	3,48	3,48	3,48	3,48	3,48	3,48	3,48
Óleo de soja	0,00	0,00	0,29	0,46	0,00	0,02	0,25	0,49	0,00	0,05	0,28	0,52	0,00	0,07	0,31	0,39
Fosfato bicálcico	1,62	1,62	1,62	1,62	1,62	1,62	1,62	1,62	1,62	1,62	1,62	1,62	1,62	1,62	1,62	1,62
Calcário	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48
Sal comum	0,37	0,37	0,36	0,37	0,24	0,25	0,25	0,24	0,12	0,12	0,12	0,12	0,00	0,00	0,00	0,00
Bicarbonato de sódio	0,29	0,29	0,30	0,30	0,48	0,47	0,47	0,48	0,66	0,66	0,66	0,66	0,83	0,83	0,83	0,83
Cloreto de Potássio	0,05	0,05	0,05	0,10	0,05	0,05	0,05	0,10	0,05	0,05	0,05	0,10	0,05	0,05	0,05	0,10
Suplemento min/vit ¹	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
DL – metionina (99%)	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62
L – lisina (78%)	0,20	0,20	0,20	0,20	0,58	0,58	0,58	0,58	0,96	0,96	0,96	0,96	1,34	1,34	1,34	1,34
L – treonina (98,5%)	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42
L – triptofano (98%)	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
L – arginina (99%)	0,00	0,31	0,62	0,92	0,00	0,31	0,62	0,92	0,00	0,31	0,62	0,92	0,00	0,31	0,62	0,92
Antioxidante ²	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Inerte	0,00	0,00	0,67	0,87	0,05	0,08	0,55	0,97	0,10	0,19	0,66	1,08	0,16	0,30	0,77	0,89
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

¹Suplementação mineral/vitamínica (níveis de garantia por kg do produto); Vit. A – 4.500.000 UI; Vit. 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 – 5.000 mcg; Vit. K3 – 1.007 mg; Pantotenato de Cálcio – 4.000 mg; Niacina – 10.000 mg; Colina – 140.000 mg; Antioxidante – 5.000 mg; Zinco – 31.500 mg; Ferro – 24.500 mg; Manganês – 38.750 mg; Cobre – 7.656 mg; Cobalto – 100 mg; Iodo – 484 mg; Selênio – 127 mg; ²BHT (Butil Hidroxi Tolueno).

Tabela 2. Composição nutricional das rações experimentais para codornas de corte no período de 15 a 35 dias de idade

Níveis de lisina (%)	0,90				1,20				1,50				1,80			
Níveis de arginina (%)	1,00	1,30	1,60	1,90	1,00	1,30	1,60	1,90	1,00	1,30	1,60	1,90	1,00	1,30	1,60	1,90
Exigências Nutricionais																
Energia Metabolizável (kcal/kg)	3,036	3,036	3,036	3,036	3,036	3,036	3,036	3,036	3,036	3,036	3,036	3,036	3,036	3,036	3,036	3,036
Fósforo disponível (%)	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41
Cálcio (%)	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65
Proteína bruta (%)	20,50	20,50	20,50	20,50	20,50	20,50	20,50	20,50	20,50	20,50	20,50	20,50	20,50	20,50	20,50	20,50
Arginina digestível (%)	1,00	1,30	1,60	1,90	1,00	1,30	1,60	1,90	1,00	1,30	1,60	1,90	1,00	1,30	1,60	1,90
Lisina digestível (%)	0,90	0,90	0,90	0,90	1,20	1,20	1,20	1,20	1,50	1,50	1,50	1,50	1,80	1,80	1,80	1,80
Treonina digestível (%)	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97
Triptofano digestível (%)	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32
Metionina+cistina digestível (%)	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15
Cloro (%)	0,33	0,33	0,33	0,35	0,33	0,33	0,33	0,35	0,33	0,33	0,33	0,35	0,33	0,33	0,33	0,35
Sódio (%)	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
Potássio (%)	0,62	0,62	0,62	0,64	0,62	0,62	0,62	0,64	0,62	0,62	0,62	0,65	0,62	0,62	0,62	0,65
Balanco Eletrolítico (mEq/kg)	174,59	174,62	175,40	175,05	175,35	174,64	174,64	175,30	175,09	175,09	175,06	175,05	174,67	174,64	174,64	174,62

Foram utilizados comedouros e bebedouros pendulares e o fornecimento de água e ração foi à vontade por todo o período experimental.

Durante todo período experimental, os dados de temperatura (29,8°C e 17,4°C manhã e 30,3°C e 18,22°C tarde) e umidade relativa do ar (73,5% e 44,2% manhã e 76,2% e 42,3% tarde) foram registrados no início da manhã e no final da tarde, por intermédio de termômetros de bulbo seco de máxima e mínima em três pontos distinto do galpão.

As aves foram pesadas semanalmente e, simultaneamente, foram realizadas as pesagens das rações experimentais para posterior avaliação do desempenho zootécnico.

As codornas de corte foram avaliadas por meio das variáveis: peso final, ganho de peso, consumo de ração, conversão alimentar e biomassa corporal acumulada, composição química da carcaça (matéria seca, matéria mineral, proteína bruta e extrato etéreo), taxa de deposição de proteína e gordura corporal, energia retida na carcaça, rendimento de carcaça, índice de seador, resistência e morfometria óssea, ácido úrico e creatinina.

O ganho de peso foi determinado pela diferença entre os pesos final e inicial de cada unidade experimental, dividido pelo número de aves. O consumo de ração, pela diferença entre a ração fornecida e as sobras dos baldes e comedouros, divididos pelo número de aves de cada unidade experimental. A conversão alimentar foi obtida pela relação entre o consumo de ração e o ganho de peso das aves, e a biomassa corporal acumulada em função do ganho de peso em relação ao peso inicial das codornas de corte no início da fase avaliada.

Para a determinação da composição química corporal, aos 35 dias de idade, foram utilizadas três codornas por unidade experimental, que após quatro horas de jejum foram desensibilizadas por eletrochoque e a eutanásia foi feita por deslocamento cervical, de acordo com as normas propostas pelo Comitê de Ética em Experimentação Animal da Universidade Estadual de Maringá (061 - PRO 024/2011 CEAE) evitando as perdas de sangue e de penas, para permitir a avaliação da deposição dos nutrientes na carcaça.

As carcaças foram moídas, homogeneizadas e pesadas e levadas a estufa de ventilação forçada a 55°C por 72 horas, para a realização da pré-secagem. Posteriormente as amostras foram moídas em moinho tipo bola e conduzidas ao laboratório para as determinações analíticas. As composições de matéria seca, matéria

mineral, proteína bruta e extrato etéreo foram obtidos conforme metodologia descrita por Silva & Queiroz (2002).

Para a determinação da taxa de deposição de proteína e gordura corporal (g/dia), eficiência de deposição de proteína (g) e energia retida na carcaça (kcal/dia), foi utilizada a metodologia descrita por Fraga et al. (2008).

A taxa de deposição de proteína corporal (TDP) foi calculada por meio do abate feito a partir do grupo adicional de 50 codornas aos 15 dias de diades, comparadas com aquelas codornas abatidas ao término do período experimental. A taxa de deposição de proteína corporal (g) foi calculada conforme segue:

$$TDP = (QP_{cf} - QP_{ci})/PE,$$

em que, QP_{cf} foi a quantidade, em gramas, de proteína na carcaça final; QP_{ci} foi a quantidade de proteína na carcaça inicial e PE foi o período experimental, em dias. QP_{cf} foi obtida multiplicando o peso da carcaça de um determinado indivíduo, ao final do experimento, pela respectiva proteína bruta da carcaça (PBC), enquanto QP_{ci} foi obtida pelo peso do respectivo indivíduo, ao início do experimento, multiplicando pelo rendimento médio de carcaça e pela PBC média de seu grupo adicional (média das 50 codornas abatidas inicialmente).

A taxa de deposição de gordura corporal (TDG) foi calculada segundo a equação:

$$TDG = (QG_{cf} - QG_{ci})/PE,$$

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

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

$$ERC = 5,66 TDP + 9,37 TDG,$$

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

Para o rendimento de carcaça foram utilizadas quatro codornas por unidade experimental, as quais foram submetidas a 4 horas de jejum. Após a eutanásia, as aves foram sangradas por 2 minutos em cone adaptado ao abate de codornas e escaldadas por 20 a 40 segundos a temperatura de 53 a 55°C. A depena, foi feita de forma manual e, em seguida, foram evisceradas através de corte abdominal, realizado com tesoura cirúrgica.

Para o cálculo de rendimento de carcaça, foi considerado o peso da carcaça eviscerada, sem os pés e cabeça, em relação ao peso vivo, que foi obtido individualmente antes do abate das aves. Para o rendimento de cortes nobres, foi considerado o rendimento de peito inteiro e de pernas (coxa e sobrecoxa), sendo calculado em relação ao peso da carcaça eviscerada.

Foram utilizadas duas aves por unidade experimental aos 35 dias, para a retirada das pernas. As pernas esquerdas foram utilizadas para as mensurações e posteriormente, para a medida de resistência óssea, e, as pernas direitas foram separadas para realização das análises histológicas.

Depois de remover todo tecido aderente das pernas esquerdas, o fêmur e a tíbia foram pesados e medidos o comprimento com auxílio do paquímetro digital (mm). O índice de seedor (Seedor et al., 1996) foi obtido pela divisão do peso dos ossos (mg) pelo seu comprimento (mm).

As análises de resistência foram realizadas na prensa para ensaios de resistência à compressão simples e os valores expressos em quilograma força (kgf). As peças ósseas foram posicionadas em apoio da região das epífises, ficando as mesmas sem apoio na região central. A posição escolhida foi a ântero-posterior para evitar que ossos se desloquem no momento da quebra. A força foi aplicada na região central, sempre no mesmo ponto em todos os ossos e a velocidade de descida da sonda por aplicação da força foi a mesma (5 mm/s) para todos os ossos, sendo mensurada a força aplicada no momento anterior a ruptura do osso. A carga utilizada foi de 500 N (Newton) para todas as amostras.

Após a total remoção do tecido aderente do fêmur direito, os ossos foram fixados em solução de Bouin (solução formada por ácido pícrico, formol e ácido acético) para a realização das rotinas histológicas.

A descalcificação do material foi realizada em solução contendo ácido fórmico e citrato de sódio para evitar a hidrólise e o intumescimento do tecido ósseo. Após a descalcificação, foi feita a inclusão dos ossos em parafina (Beçak & Paulete, 1976).

Os cortes foram feitos com micrótomo rotativo a 8 μ m de espessura e corados com Hematoxilina-Eosina, para observação da zona do disco epifisário e mensurações das áreas.

Para análise das lâminas da cartilagem epifisária femural, foram consideradas três regiões distintas caracterizadas pela aparência morfológica: zona de repouso, zona de

cartilagem em proliferação e zona de cartilagem hipertrófica. A zona de cartilagem calcificada foi considerada como o limite inferior para determinação do espessamento da zona hipertrófica, na caracterização da lesão, segundo Ridell (1975) e Thorp et al. (1993).

A fim de quantificar o ácido úrico e creatinina no soro sanguíneo foram coletadas amostras de sangue de duas aves por unidade experimental. Obedecendo ao esquema de alimentação segundo Pinto et al., (2002): uma hora de jejum, uma hora de alimentação, uma hora de jejum, uma hora de alimentação e, um jejum de três horas, para padronizar o plasma sanguíneo.

A colheita de sangue foi realizada nas mesmas aves que foram utilizadas para a colheita de pernas (tíbia e fêmur), sendo colhido, em média, 5 mL por ave. O sangue coletado foi acondicionado em tubo sem anticoagulante para a obtenção do soro. Em seguida as amostras foram centrifugadas a 3.000 rpm por 15 minutos, sendo, então, recolhido o soro em eppendorfs e congelados. A dosagem do ácido úrico e a dosagem de creatinina foram realizadas, utilizando kits analíticos da marca Gold Analisa®.

Para a realização do balanço de nitrogênio e do coeficiente de metabolizabilidade do nitrogênio foram utilizados 240 aves, com 28 dias de idade, as quais foram retiradas das respectivas unidades experimentais do experimento de desempenho e, alojados em gaiolas de arame galvanizado (20 cm de largura x 33 cm de profundidade x 25 cm de altura) dispendo de bebedouro tipo nipple, comedouro individual tipo calha e bandeja metálica individual, forrada por plástico, para coleta das excretas.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente ao acaso, de acordo com arranjo fatorial quatro x quatro, sendo quatro níveis de lisina digestível (0,90, 1,20, 1,50 e 1,80%) e quatro níveis de arginina digestível (1,00, 1,30, 1,60 e 1,90%) totalizando dezesseis tratamentos, com três repetições e, cinco aves por unidade experimental. Foram fornecidas, de acordo com os tratamentos, as mesmas rações experimentais utilizadas no experimento de desempenho, as quais foram pesadas no início e no final do período experimental. Foi utilizado o óxido férrico (2%) na ração como marcador do início e do final da coleta. O período experimental teve duração de dez dias, sendo 5 dias para adaptação das aves nas gaiolas e as rações e cinco dias de coleta das excretas.

As excretas, após serem coletadas, foram acondicionadas em sacos plásticos, devidamente identificadas por repetição e armazenadas em congelador após cada coleta. No final do período experimental foram descongeladas, homogeneizadas, pesadas e

mantidas em estufa de ventilação forçada a 55°C por 72 horas, para a determinação da pré-secagem. Após a pré-secagem, foram moídas e encaminhadas ao laboratório para a quantificação do teor de nitrogênio. Os teores de nitrogênio das rações experimentais e das excretas foram obtidos pelo método de Kjeldahl, segundo Silva & Queiroz (2002).

O balanço de nitrogênio (g/dia) foi calculado pela diferença entre o consumo de nitrogênio e a excreção de nitrogênio, ou seja, determinação da retenção de nitrogênio $((N \text{ ingerido} - N \text{ excretado}) / \text{período})$ e o coeficiente de metabolizabilidade do nitrogênio das rações experimentais, segundo a fórmula: $((N \text{ ingerido} - N \text{ excretado}) / N \text{ ingerido})$.

A análise estatística dos dados foi realizada por meio de regressão polinomial utilizando o Sistema para Análises Estatísticas – SAEG (versão 7.1), de acordo com o modelo:

$$Y_{ijk} = b_0 + b_1L_i + b_2A_j + b_3L_i^2 + b_4A_j^2 + b_5LA_{ij} + b_6S_k + FA + e_{ijk}$$

Y_{ijk} = variável medida na unidade experimental k , alimentada com dieta contendo o nível i de lisina e o nível j de arginina;

b_0 = constante geral;

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

L_i = nível de lisina digestível; $L_1 = 0,90$; $L_2 = 1,20$; $L_3 = 1,50$ e $L_4 = 1,80\%$;

A_j = nível de arginina digestível, $A_1 = 1,00$; $A_2 = 1,30$; $A_3 = 1,60$ e $A_4 = 1,90\%$;

b_2 = coeficiente de regressão linear em função do nível de arginina digestível;

b_3 = coeficiente de regressão quadrático em função do nível de lisina digestível;

b_4 = coeficiente de regressão quadrático em função do nível de arginina digestível;

b_5 = coeficiente de regressão linear em função da interação entre o nível de lisina digestível e nível de arginina digestível;

b_6 = efeito da proporção de sexo (número de machos/números de fêmeas) na unidade experimental k ;

FA = falta de ajustamento do modelo de regressão;

e_{ijk} = erro aleatório associado a cada observação.

As estimativas para lisina e arginina digestível foram feitas por meio do modelo quadrático e/ou descontínuo “Linear Response Plateau” (LRP), conforme o ajustamento dos dados obtidos para cada variável.

Resultados e Discussão

Não houve interação ($P>0,05$) entre os níveis de lisina digestível (LD) e arginina digestível (AD) sobre as variáveis de desempenho, no período de 15 a 35 dias de idade (Tabela 3). A ausência de interação indica que os diferentes níveis de LD e AD adicionados nas rações experimentais agiram de maneiras independentes sobre o desempenho das aves.

As variáveis de ganho de peso (GP), biomassa corporal acumulada (BCA) e melhor conversão alimentar (CA) das codornas de corte no período de 15 a 28 dias de idade, foram influenciados de maneira quadrática ($P<0,05$) em função do aumento dos níveis de LD e AD nas rações experimentais.

Os valores de máximo GP (95,57 g), BCA (114,14%) e CA (2,86 g/g) foram obtidos com rações contendo 1,59% de LD e 1,61% de AD, 1,65% de LD e 1,58% de AD e 1,57% de LD e 1,66% de AD, respectivamente. Com base nas respostas do desempenho, a CA foi a única variável a apresentar ajuste dos dados pelo modelo quadrático associado ao platô do LRP, conforme metodologia descrita por Sakomura e Rostagno (2007), estimando a melhor exigência em 1,43% de arginina digestível para melhor CA (2,84 g/g) (Figura 1).

Corrêa et al. (2007), trabalhando com codornas de corte de um a 42 dias de idade alimentadas com rações contendo níveis de lisina total, observaram efeito quadrático para o ganho de peso e sugeriram o nível 1,65% de lisina total para maior ganho. Esse resultado está próximo ao valor encontrado no presente trabalho (1,59%).

Tabela 3. Valores médios do desempenho de codornas de corte no período de 15 a 28 dias de idade em função dos níveis de lisina e arginina digestível

LD (%)	0,90				1,20				1,50				1,80				CV
AD (%)	1,00	1,30	1,60	1,90	1,00	1,30	1,60	1,90	1,00	1,30	1,60	1,90	1,00	1,30	1,60	1,90	
CR(g/ave)	269,25	261,85	271,08	266,64	271,45	275,22	275,16	266,45	273,32	274,29	269,13	273,24	270,05	271,54	276,94	272,99	3,20
PC (g)	172,34	172,99	175,18	173,44	176,24	180,30	181,14	175,12	178,16	180,56	176,19	180,49	174,43	176,62	180,79	182,89	2,97
GP (g)	88,00	90,40	91,95	89,60	92,88	95,99	96,82	92,05	93,39	96,08	94,06	96,09	91,67	93,82	96,82	98,75	3,67
BCA (%)	104,33	109,42	110,51	106,86	111,41	113,85	114,82	110,80	110,17	113,74	114,58	113,93	110,64	113,33	115,34	117,34	2,62
CA (g/g)	3,06	2,90	2,95	2,98	2,92	2,87	2,84	2,90	2,93	2,86	2,86	2,84	2,95	2,89	2,86	2,77	2,48
Equação de Regressão									R ²	Estimativa				Efeito			
										LD	AD	LD	AD	LD	AD		
GP = 44,0228 + 36,0881LD - 11,3536LD ² + 30,0924AD - 9,37182AD ²									1,00	1,59%	1,61%	Quadrático	Quadrático				
BCA = 51,8459 + 35,6333LD - 10,7872LD ² + 43,9899AD - 13,9600AD ²									1,00	1,65%	1,58%	Quadrático	Quadrático				
CA = 4,02960 - 0,750415LD + 0,238248LD ² - 0,739640AD + 0,222696AD ²									0,96	1,57%	1,66%	Quadrático	Quadrático				
CA = 3,2544 - 0,2892 AD									0,96	-----	1,31%	NS	LRP				

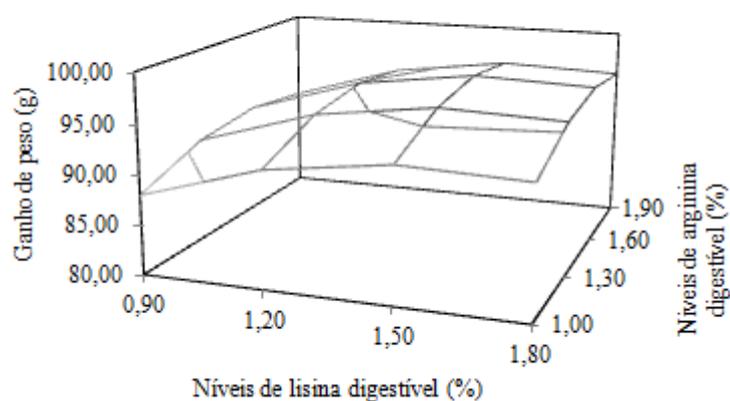
Coeficiente de variação (CV); lisina digestível (LD); arginina digestível (AD); consumo de ração (CR); peso corporal (PC); ganho de peso (GP); biomassa corporal acumulada (BCA); conversão alimentar (CA) e não significativo (NS).

Ton et al. (2011) não observaram efeito ($P>0,05$) para biomassa corporal acumulada em função dos níveis de lisina digestível (0,92, 1,12, 1,32 e 1,52%), no período de quatro a 35 dias de idade. Em contrapartida, a conversão alimentar melhorou linearmente indicando que a exigência de lisina digestível para a melhor conversão alimentar deveria ser superior ou igual ao maior nível avaliado pelos autores.

(a)

$$GP = 44,0228 + 36,0881LD - 11,3536LD^2 + 30,0924AD - 9,37182AD^2$$

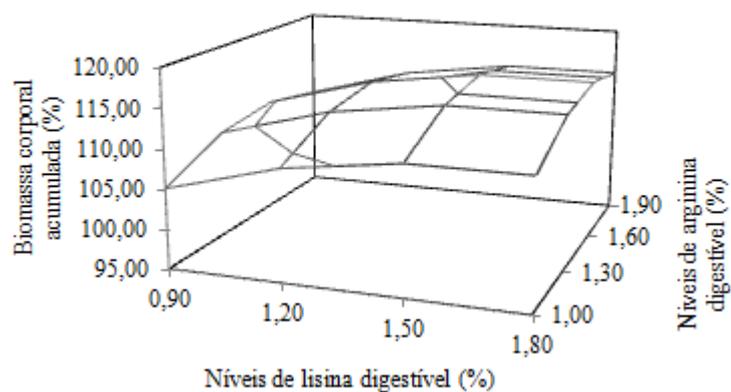
$$(R^2 = 1,00)$$



(b)

$$BCA = 51,8459 + 35,6333LD - 10,7872LD^2 + 43,9899AD - 13,9600AD^2$$

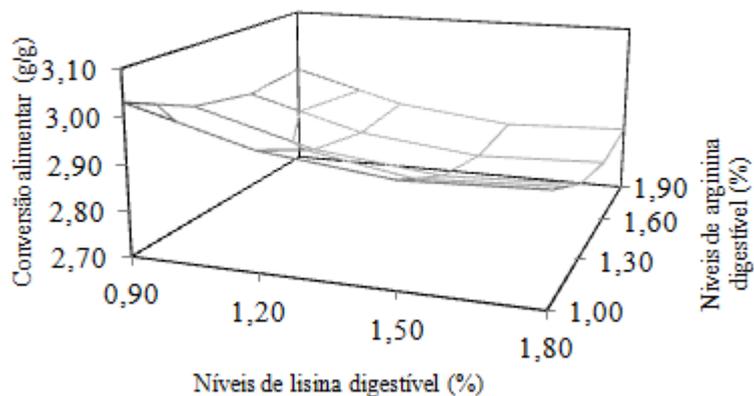
$$(R^2 = 1,00)$$



(c)

$$CA = 4,02960 - 0,750415LD + 0,238248LD^2 - 0,739640AD + 0,222696AD^2$$

$$(R^2 = 0,96)$$



(d)

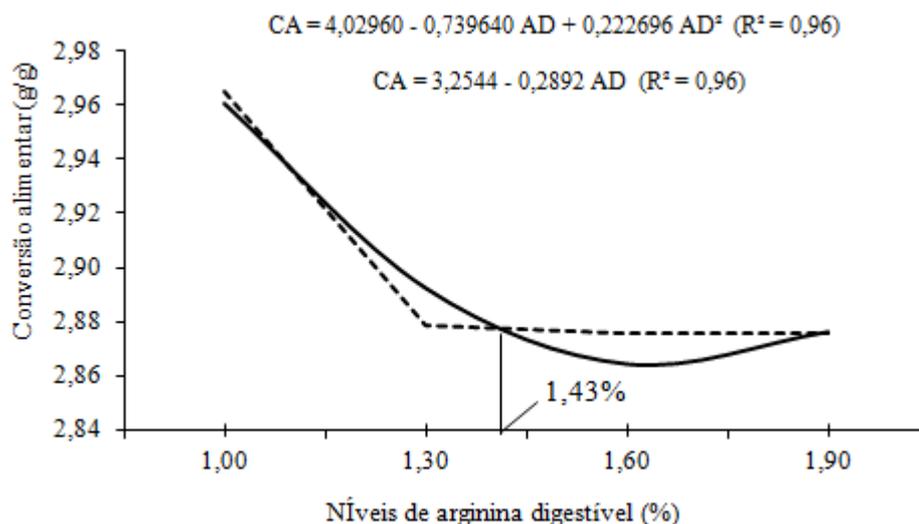


Figura 1. Ganho de peso (a), biomassa corporal acumulada (b) e conversão alimentar (c e d) de codornas de corte no período de 15 a 28 dias de idade em função dos níveis de lisina e arginina digestível

Houve efeito quadrático ($P < 0,05$) para o GP, BCA e CA em função do aumento dos níveis de arginina digestível, no período de 15 a 35 dias de idade (Tabela 4). As estimativas de máximo GP (140,97 g), BCA (168,90%) e melhor CA (3,28 g/g) foram obtidas com rações contendo 1,54%; 1,52% e 1,51% de AD, respectivamente (Figura 2).

Tabela 4. Valores médios do desempenho de codornas de corte no período de 15 a 35 dias de idade em função dos níveis de lisina e arginina digestível

LD (%)	0,90				1,20				1,50				1,80				CV
AD (%)	1,00	1,30	1,60	1,90	1,00	1,30	1,60	1,90	1,00	1,30	1,60	1,90	1,00	1,30	1,60	1,90	
CR(g/ave)	469,77	447,39	461,31	450,05	461,81	464,89	466,30	463,99	464,29	467,68	460,65	465,60	456,00	456,78	468,24	475,00	2,51
PC (g)	219,20	219,17	227,43	220,02	226,31	224,59	230,10	220,85	221,69	224,31	220,85	224,57	216,66	220,44	222,20	224,98	3,13
GP (g)	134,53	136,67	144,26	137,06	142,43	140,33	145,81	136,24	136,88	139,73	139,40	140,15	134,36	137,69	138,18	141,11	3,95
BCA (%)	158,86	165,58	173,32	165,20	169,75	166,55	172,99	160,99	161,44	165,19	171,11	166,10	163,35	166,27	164,49	168,20	2,97
CA (g/g)	3,49	3,28	3,20	3,29	3,25	3,31	3,20	3,41	3,39	3,35	3,31	3,32	3,39	3,32	3,39	3,37	2,88
Equação de Regressão									R ²		Estimativa		Efeito				
											LD	AD	LD	AD			
GP = 103,246 + 49,0361AD – 15,9350AD ²									0,72		----	1,54%	NS	Quadrático			
BCA = 116,005 + 69,4431AD – 22,7926AD ²									0,74		----	1,52%	NS	Quadrático			
CA = 4,20895 – 1,22502AD + 0,404959AD ²									0,95		----	1,51%	NS	Quadrático			

Coeficiente de variação (CV); lisina digestível (LD); arginina digestível (AD); consumo de ração (CR); peso corporal (PC); ganho de peso (GP); biomassa corporal acumulada (BCA); conversão alimentar (CA) e não significativo (NS).

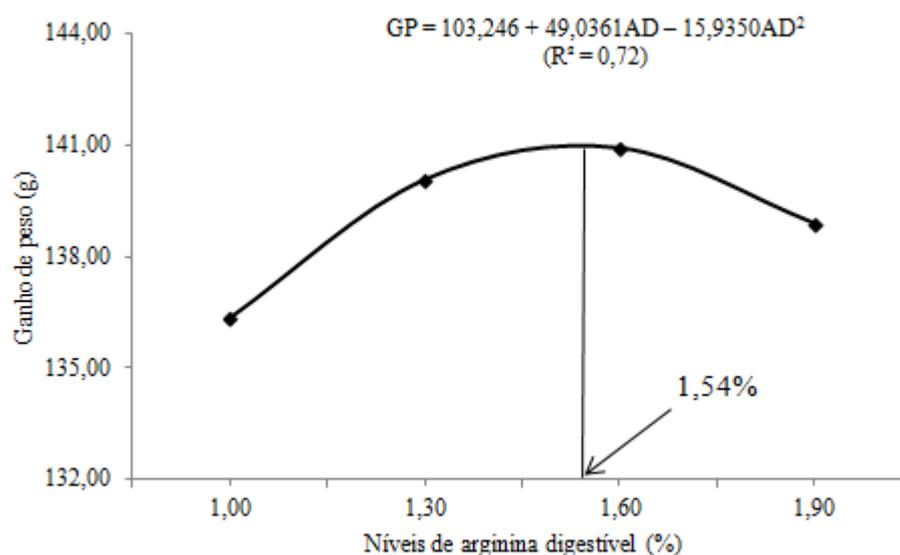
As exigências de arginina digestível estimadas para GP, BCA e CA foram maiores quando comparada à exigência de arginina digestível (1,16%) para frangos de corte de 22 a 33 dias, proposta por Rostagno et al. (2011).

Tomando como base os resultados estimados para arginina digestível para codornas de 15 a 35 dias de idade, foi possível estabelecer a relação arginina: lisina igual a 171% (GP), 169% (BCA) e 168% (CA). Estes valores estão acima da relação arginina: lisina de 108%, obtido por Rostagno et al. (2011) quando trabalharam com frangos de corte de 22 a 56 dias de idade. De acordo com Enke et al. (2005), nas primeiras semanas de vida das codornas de corte, a exigência de proteína e aminoácidos é maior pelo rápido crescimento.

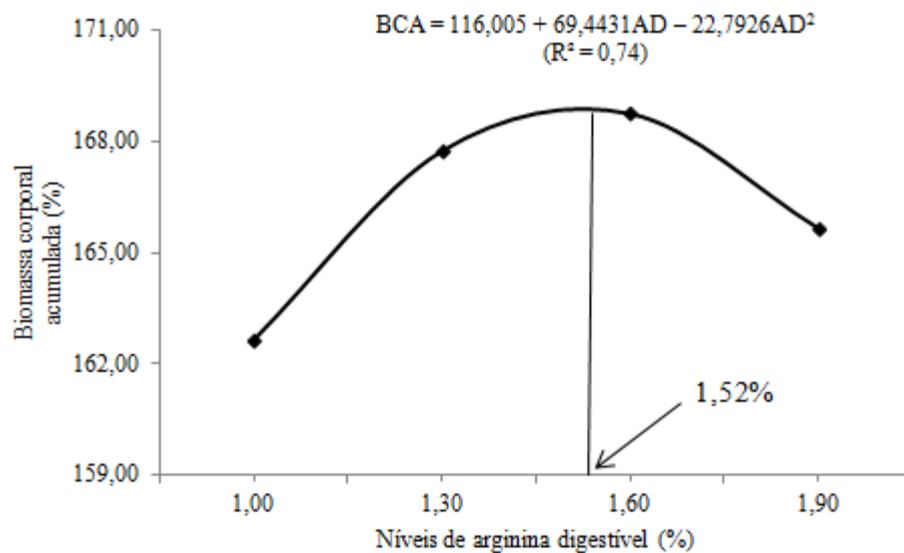
Comparando o desempenho das codornas de 15 a 28 dias com os obtidos aos 15 a 35 dias, as aves com idades inferiores apresentaram maior exigência de arginina em relação às aves com idades avançadas.

Embora não tenha sido observado efeito ($P > 0,05$) sobre o desempenho das codornas, de 15 a 35 dias de idade, em função do aumento de lisina digestível nas rações experimentais, o valor estimado de 1,59% de LD e de 1,61% de AD no período de 15 a 28 dias, evidencia que a exigência para a fase de 15 a 35 dias esteja próximo destes valores.

(a)



(b)



(c)

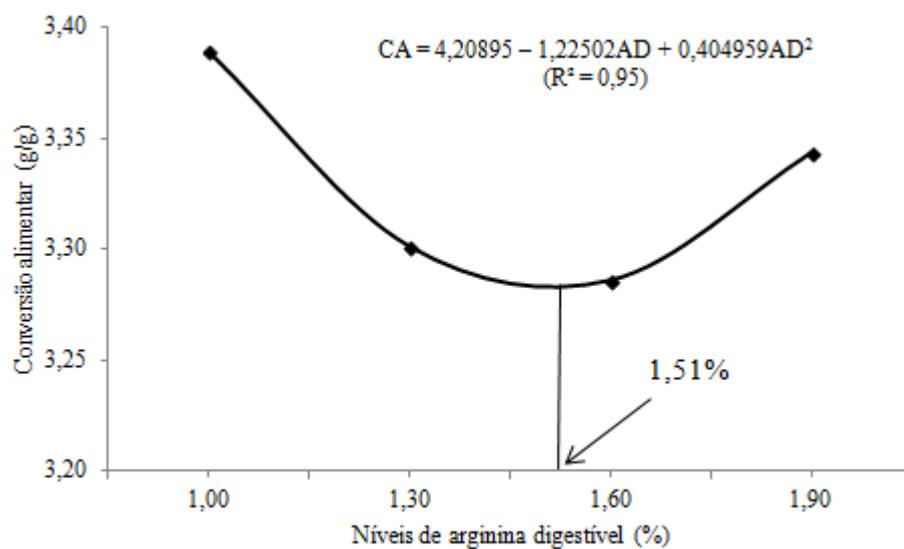


Figura 2. Ganho de peso (a), biomassa corporal acumulada (b) e conversão alimentar (c) de codornas de corte no período de 15 a 35 dias de idade em função dos níveis de arginina digestível

A taxa de deposição de proteína (TDP) apresentou efeito quadrático ($P < 0,05$) em função dos níveis de lisina digestível (Tabela 5), sendo que, o valor estimado de máxima TDP (1,99 g/dia) foi obtido com rações contendo 1,38% de LD (Figura 3).

Os resultados obtidos por Scherer (2009) mostraram que, a TDP melhorou linearmente ($P < 0,05$) com o aumento dos níveis de LD (1,00; 1,16; 1,32; 1,48; 1,64; 1,80 e 1,96%) nas rações de codornas de corte, no período de 15 a 35 dias de idade. O autor sugere que as codornas de corte respondem de maneira eficiente ao teor de lisina na ração, atingindo maior capacidade de deposição proteica à medida que este nutriente aumenta na ração.

Borges et al., (2002) trabalhando com frangos de corte, também observaram efeito da lisina sobre a TDP com aumento de forma quadrática até o nível de 1,26%.

Houve interação ($P < 0,05$) entre os níveis de lisina e arginina digestível sobre o peso de peito (PPEI), que aumentou linearmente ($P < 0,05$) em função dos níveis de lisina e arginina digestíveis de acordo com a equação $PPEI = 38,4990 + 14,9068 LD + 13,0815 AD - 9,20563LD*AD$, $R^2 = 0,50$ (Tabela 6).

Esse resultado corrobora as informações encontradas na literatura pelo fato que a lisina digestível é orientada principalmente para deposição de proteína corporal e o peito é o local de maior deposição de tecido muscular (Suida, 2001).

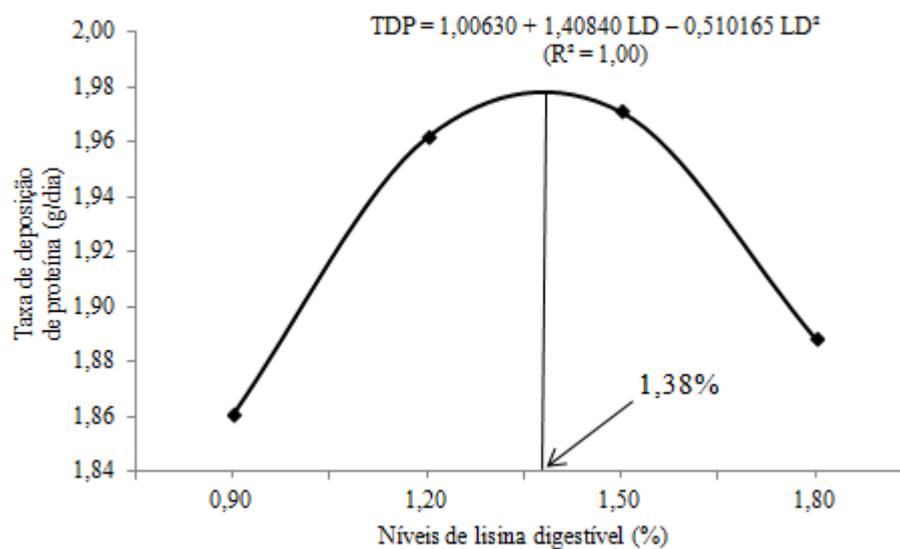


Figura 3. Taxa de deposição de proteína na carcaça de codornas de corte no período de 15 a 35 dias de idade em função dos níveis de lisina digestível

Tabela 5. Valores médios da composição química corporal de codornas de corte no período de 15 a 35 dias de idade em função dos níveis de lisina e arginina digestível

LD (%)	0,90				1,20				1,50				1,80				CV
AD (%)	1,00	1,30	1,60	1,90	1,00	1,30	1,60	1,90	1,00	1,30	1,60	1,90	1,00	1,30	1,60	1,90	
CQC (%)																	
Água	64,33	65,29	63,94	65,56	62,41	64,30	63,79	64,43	64,66	63,22	64,88	63,81	63,44	65,48	63,83	62,24	2,84
Proteína Bruta	54,06	54,02	53,98	55,69	55,80	54,66	52,77	54,32	56,82	55,09	54,16	56,47	55,23	55,77	53,96	57,38	4,13
Gordura	29,09	31,09	28,71	31,02	30,58	28,39	29,05	28,79	27,50	29,31	32,28	29,16	29,89	28,42	30,69	28,57	9,39
Cinzas	9,72	9,37	11,57	9,54	9,79	10,25	10,79	10,98	10,16	9,58	9,66	11,04	10,16	10,93	10,33	10,26	9,98
TDP (g/dia)	1,91	1,81	1,89	1,83	2,01	1,93	1,96	1,94	1,97	2,08	1,87	1,96	1,86	1,75	1,87	2,06	7,64
TDG (g/dia)	2,94	3,11	2,90	3,20	3,10	2,92	3,02	3,00	2,82	3,08	3,37	2,96	2,93	2,69	3,10	2,85	12,26
ERC (kcal/dia)	38,57	39,38	37,87	40,31	40,43	38,29	39,45	39,11	37,59	40,66	42,28	38,83	38,02	35,14	39,61	38,42	8,87
Equação de Regressão									R ²	Estimativa				Efeito			
										LD	AD	LD	AD				
TDP = 1,00630 + 1,40840 LD – 0,510165 LD ²									1,00	1,38%	-----	Quadrático	NS				

Coeficiente de variação (CV); lisina digestível (LD); arginina digestível (AD); composição química corporal (CQC); taxa de deposição de proteína; taxa de deposição de gordura (TDG); energia retida na carcaça (ERC) e não significativo (NS).

Tabela 6. Valores médios do rendimento de carcaça de codornas de corte no período de 15 a 35 dias de idade em função dos níveis de lisina e arginina digestível

LD (%)	0,90				1,20				1,50				1,80				CV
AD (%)	1,00	1,30	1,60	1,90	1,00	1,30	1,60	1,90	1,00	1,30	1,60	1,90	1,00	1,30	1,60	1,90	
PV (g)	217,66	215,88	226,01	219,67	220,13	214,89	234,42	214,79	231,64	212,15	216,95	221,77	214,74	215,23	215,06	213,98	5,50
PCA (g)	136,54	133,54	142,89	142,45	138,81	134,56	142,98	137,09	147,48	134,75	154,74	137,98	139,53	138,08	135,97	138,95	7,79
RCA (%)	62,73	61,81	63,23	64,83	63,05	62,61	61,16	63,89	63,69	63,52	71,25	62,24	64,93	64,16	63,25	64,99	6,29
PPEI (g)	57,31	56,62	61,29	62,48	59,16	55,69	61,80	57,46	63,71	57,51	59,19	59,21	60,08	62,14	58,98	60,50	5,55
RPEI (%)	42,11	42,45	42,89	43,89	42,68	41,40	43,22	41,99	43,22	42,63	38,96	42,91	43,01	44,98	43,44	43,61	4,87
PPER (g)	33,79	32,24	35,12	34,55	33,91	32,94	34,54	33,64	35,22	32,94	34,04	35,89	33,14	34,24	33,55	33,17	6,15
RPER (%)	24,77	24,17	24,57	24,22	24,43	24,47	24,17	24,59	23,87	24,44	22,56	26,03	23,82	24,80	25,42	23,88	5,89
Equação de Regressão									R ²	Estimativa				Efeito			
										LD		AD		LD		AD	
PPEI = 38,4990 + 14,9068 LD + 13,0815 AD – 9,20563LD*AD									0,50	-----		-----		Linear		Linear	

Coefficiente de variação (CV); lisina digestível (LD); arginina digestível (AD); peso vivo (PV); peso de carcaça (PCA); rendimento de carcaça (RCA); peso de peito (PPEI); rendimento de peito (RPEI); peso de perna (PPER); rendimento de perna (RPER) e não significativo (NS).

Não houve interação ($P > 0,05$) entre os níveis de LD e AD sobre as análises ósseas no período de 15 a 35 dias de idade (Tabela 7). Houve aumento ($P < 0,05$) no índice de seedor do fêmur (ISF) em função dos níveis de lisina digestível ($ISF = 16,9406 + 1,78815 LD$, $R^2 = 0,70$).

O índice de seedor é a medida indireta da densidade óssea, ou seja, a rigidez do tecido ósseo é resultante da deposição de cálcio e fósforo, na forma de hidroxiapatita, durante o processo de mineralização óssea. Esses dois minerais perfazem cerca de 70% da composição óssea, os 30% restantes são compostos por matéria orgânica (Bruno, 2002).

O aumento linear do índice obtido quando as aves foram suplementadas com níveis crescentes de lisina digestível conferiram ao fêmur maior dureza, aumentando o poder de sustentação muscular. A área total do disco de crescimento do fêmur foi influenciada de maneira quadrática ($P < 0,05$) em função dos níveis de lisina digestível (Tabela 8). A estimativa de menor área ($2,81 \text{ mm}^2$) foi observada com rações contendo 1,44% de LD. Esse resultado sugere que a lisina pode ter interferido no crescimento ósseo das codornas de corte de 15 a 35 dias de idade.

Para Macari et al. (2008) o disco de crescimento é composto de cartilagem, formando estreita faixa entre a epífise e a diáfise. Este disco é o responsável pelo crescimento dos ossos podendo ser dividido em zonas distintas, sendo que, o nascimento da célula do condrócito ocorre na zona proliferativa e a sua morte ocorre na zona hipertrófica. Ao morrer os condrócitos liberam cavidades que serão ocupadas pelos osteoblastos, que depositarão matriz orgânica sobre as áreas calcificadas. O disco de crescimento está presente até o final da puberdade, quando finalmente se fecha e o crescimento termina.

Durante o crescimento ósseo há intensa atividade nessas zonas, e quaisquer interferências, como deficiências dietéticas ou desequilíbrios hormonais, refletirá de imediato em alteração no quadro histológico desta área (Ham, 1983).

Silva et al. (2001) relataram que a participação dos aminoácidos na síntese de matriz orgânica óssea. A lisina, por sua vez, é um dos principais aminoácidos envolvidos na formação da molécula de colágeno que compõe a matriz orgânica dos ossos (Fernandes, 2007).

Tabela 7. Valores médios das análises ósseas de codornas de corte no período de 15 a 35 dias de idade em função dos níveis de lisina e arginina digestível

LD (%)	0,90				1,20				1,50				1,80				CV
AD (%)	1,00	1,30	1,60	1,90	1,00	1,30	1,60	1,90	1,00	1,30	1,60	1,90	1,00	1,30	1,60	1,90	
ISF (mg/mm)	18,55	19,80	18,73	15,40	19,90	20,15	18,62	19,85	20,31	19,12	18,49	21,48	19,68	20,43	18,17	20,36	11,68
IST(mg/mm)	19,93	21,00	19,88	20,63	22,05	22,29	19,35	21,79	22,18	21,22	18,94	21,64	20,49	19,90	19,46	21,12	7,40
RFE (kgf)	8,69	8,84	7,83	8,29	8,86	8,04	8,49	7,96	8,52	8,68	7,75	9,71	7,62	8,04	8,58	8,34	10,47
RTI (kgf)	8,00	8,04	7,36	7,94	8,03	7,95	7,80	8,17	8,22	7,29	7,52	8,55	7,85	7,57	7,62	8,35	7,18
Equação de Regressão									R ²	Estimativa				Efeito			
										LD	AD	LD	AD				
ISF = 16,9406 + 1,78815 LD									0,70	-----	-----	Linear	NS				

Coeficiente de variação (CV); lisina digestível (LD); arginina digestível (AD); índice de seador do fêmur (ISF); índice de seador da tibia (IST); resistência do fêmur (RFE); resistência da tibia (RTI) e não significativo (NS).

Tabela 8. Valores médios histológicos do fêmur de codornas no período de corte de 15 a 35 dias de idade em função dos níveis de lisina e arginina digestível

LD (%)	0,90				1,20				1,50				1,80				CV
AD (%)	1,00	1,30	1,60	1,90	1,00	1,30	1,60	1,90	1,00	1,30	1,60	1,90	1,00	1,30	1,60	1,90	
ZPRO (µm)	44,45	24,33	16,29	18,40	13,41	22,76	12,49	10,62	15,70	21,49	26,20	15,30	21,46	21,74	11,39	9,61	1,97
ZHIP (µm)	107,72	127,23	136,26	134,48	138,66	129,74	140,42	141,82	136,60	131,57	126,30	136,58	130,64	130,56	141,61	143,18	0,38
ÁREA(mm ²)	4,41	3,15	4,32	3,82	2,56	2,59	2,14	2,86	3,75	3,34	3,66	2,43	2,13	3,61	3,73	2,86	4,12
Equação de Regressão									R ²	Estimativa				Efeito			
										LD		AD		LD		AD	
ÁREA = 9,62637 – 9,46862 LD + 3,29023 LD ²									0,51	1,44%		-----		Quadrático		NS	

Coeficiente de variação (CV); lisina digestível (LD); arginina digestível (AD); zona de proliferação (ZPRO); zona hipertrófica (ZHIP); área (ÁREA) e não significativo (NS).

Efeito contrário foi apresentado em pesquisa realizada por Fernandes (2007) com frangos de corte aos 42 dias de idade, em que lisina e arginina digestível afetaram ($P < 0,05$) a área total da cartilagem epifisária tibial, de forma linear positiva.

Os níveis de ácido úrico e de creatinina séricos de codornas de corte, não foram influenciados ($P > 0,05$) em função dos níveis de lisina e arginina digestível (Tabela 9) mesmo que nas aves o ácido úrico seja o produto final do metabolismo das purinas (adenina e guanina) e do catabolismo proteico (Stevens, 1996).

Tabela 9. Valores médios de parâmetros sanguíneos de codornas de corte no período de 15 a 35 dias de idade em função dos níveis de lisina e arginina digestível

Lisina digestível (%)	Arginina digestível (%)	AUR (mg/dL)	CRE (mg/dL)
0,90	1,00	6,67	0,24
	1,30	4,40	0,27
	1,60	7,38	0,29
	1,90	6,12	0,21
Arginina digestível (%)			
1,20	1,00	8,98	0,20
	1,30	6,67	0,23
	1,60	5,28	0,19
	1,90	6,50	0,32
Arginina digestível (%)			
1,50	1,00	5,04	0,23
	1,30	5,94	0,25
	1,60	4,34	0,16
	1,90	6,30	0,19
Arginina digestível (%)			
1,80	1,00	8,52	0,22
	1,30	6,14	0,23
	1,60	5,30	0,17
	1,90	5,05	0,23
Coeficiente de variação		33,82	27,87
Efeito		NS	NS

Ácido úrico (AUR); creatinina (CRE) e não significativo (NS).

Hevia & Clifford (1977) evidenciaram que o metabolismo de ácido úrico é influenciado pelo nível de proteína da ração, ou seja, a excreção de nitrogênio aumenta linearmente com o consumo de proteína.

A creatinina é um composto nitrogenado não proteico e sua origem tem início com a formação de creatina, que é um composto aminoacídico presente principalmente no tecido muscular. A creatina é sintetizada mediante glicina e arginina como fonte de energia rápida através da produção de ATP, na ausência de oxigênio, que ao ser liberada

pelo fígado é captada principalmente pelo tecido muscular. Após ser fosforilada pela enzima creatina quinase é estocada na forma de fosfocreatina. A fosfocreatina é importante reserva de energia no músculo e impede o esgotamento de ATP celular (Toledo, 2012). Por fim, a degradação da fosfocreatina gera a creatinina, sendo excretada pelos rins (Murray et al., 2003).

O conteúdo de creatina está correlacionado com o peso corporal (Cameron et al., 2003) e sua degradação diária para creatinina ocorre de maneira constante, sendo dependente da massa muscular (González & Scheffer, 2002). Estes autores ainda citam que a creatinina, por ser um dos produtos no metabolismo do nitrogênio, deve ser removido do organismo continuamente através dos rins. Por isso altos níveis de creatinina podem indicar deficiência na funcionalidade renal e valores baixos podem ser explicados pela baixa ingestão de proteínas.

No presente experimento não houve variação do nível de proteína bruta da ração e o aumento dos níveis de lisina e arginina digestível não foram suficiente para acarretar em mudanças nas concentrações de ácido úrico e creatinina no soro sanguíneo.

O balanço de nitrogênio e o coeficiente de metabolizabilidade do nitrogênio não apresentaram efeitos ($P > 0,05$) em função do aumento dos níveis de lisina e arginina digestível (Tabela 10).

A redução dos teores proteicos das rações experimentais, associado a suplementação equilibrada de aminoácidos industriais, leva a menor excreção nitrogenada. O nitrogênio excretado provém basicamente dos aminoácidos em excesso, das proteínas microbianas, proteínas não digeridas pelos animais e uma parte do nitrogênio endógeno (Penz Jr et al., 1999). A utilização de 20,5% de proteína bruta nas rações experimentais, somados a diferentes níveis de lisina e arginina digestível não influenciou a excreção nitrogenada das aves.

A carência de aminoácidos da dieta induz o balanço negativo de nitrogênio, em que a perda é maior do que o consumo. A proteína para o qual o aminoácido essencial está faltando não pode ser sintetizada, e os outros aminoácidos que seriam incorporados na proteína são metabolizados (Macari et al., 2008).

Tabela 10. Valores médios do balanço de nitrogênio e do coeficiente de metabolizabilidade do nitrogênio de codornas de corte no período de 15 a 35 dias de idade em função dos níveis de lisina e arginina digestível

Lisina digestível (%)	Arginina digestível (%)	BN (g/dia)	CM (%)
0,90	1,00	1,57	45,02
	1,30	1,44	44,14
	1,60	1,58	44,30
	1,90	1,09	36,32
Arginina digestível (%)			
1,20	1,00	1,40	41,83
	1,30	1,26	36,28
	1,60	1,36	38,86
	1,90	1,50	42,59
Arginina digestível (%)			
1,50	1,00	1,33	39,60
	1,30	1,32	35,60
	1,60	1,58	44,47
	1,90	1,49	45,00
Arginina digestível (%)			
1,80	1,00	1,19	36,84
	1,30	1,40	43,44
	1,60	1,52	46,45
	1,90	1,17	39,75
Coeficiente de variação		28,66	20,09
Efeito		NS	NS

Balanço de nitrogênio (BN); coeficiente de metabolizabilidade (CM) e não significativo (NS).

Conclusão

As exigências de lisina e arginina digestível para o máximo desempenho de codornas de corte, no período de 15 a 35 dias de idade, considerando o período de 28 a 35 dias de idade, foram de 1,59% e de 1,61%, respectivamente.

Literatura Citada

- AUSTIC, R.E.; NESHEIM, M.C. Arginine, ornithine and proline metabolism of chicks: Influence of diet and heredity. **Journal of Nutrition**, v.101, p.1403-1413, 1971.
- BALL, R.O.; URSCHEL, K.L.; PENCHARZ, P.B. Nutritional consequences of interspecies differences in arginine and lysine metabolism. **Journal of Nutrition**, v. 137, p.1626-1641, 2007.
- BARRETO, S.L.T.; ARAUJO, M.S.; UMIGI, R.T. et al. Exigência nutricional de lisina para codornas europeias machos de 21 a 49 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, p.750-753, 2006.
- BEÇAK, W.; PAULETE, J. **Técnicas de citologia e histologia**. Livros Técnicos e Científicos, Rio de Janeiro, 1976. 305p.
- BORGES, A.F.; OLIVEIRA, R.F.M.; DONZELE, J.L. et al. Exigência de lisina para pintos de corte machos mantidos em ambiente com alta temperatura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, p.394-401, 2002 (supl.).
- BRUNO, L. D.G. **Desenvolvimento ósseo em frangos de corte: Influência da restrição alimentar e da temperatura ambiente**. 2002. 72p. Tese (Doutorado). Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual de Paulista, Jaboticabal.
- CAMERON, N.D.; McCULLOUGH, E.; TROUP, K. et al. Physiological responses to divergent selection for daily food intake or lean growth rate in pigs. **Animal Science**, v.76, p.27-34, 2003.
- CORRÊA, G.S.S.; SILVA, M.A.; CORRÊA, A.B. et al. Desempenho de codornas de corte EV1 alimentadas com diferentes níveis de lisina na dieta. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.59, p.1545-1553, 2007.
- ENKE, S.D.B.; DUTRA, D.G.; FREITAS, L.C. Aves e ovos. In: SOUZA-SOARES, L.A.; SIEWEDT, F. (Eds.) **Criação de codornas**. Pelotas: Universidade Federal de Pelotas, 2005. p.23-33.
- FERNANDES, J.I.M. **Efeito da suplementação de arginina e lisina sobre o crescimento, imunidade e metabolismo muscular e ósseo de frangos de corte**. 2007. 170p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá.
- FRAGA, A.L.; MOREIRA, I.; FURLAN, A.C. et al. Lysine requirement of starting barrows from two genetic groups fed on low crude protein diets. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v.51, p.49-56, 2008.

- GONZÁLEZ, F.H.D.; SCHEFFER, J.F.S. Perfil sanguíneo: ferramenta de análise clínica metabólica e nutricional. In: CONGRESSO NACIONAL DE MEDICINA VETERINÁRIA, 29., Gramado. **Anais...** Porto Alegre, 2002. p.5-17.
- HAM, A.W. **Histologia**. 7. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan S.A, 1983.
- HEVIA, P., CLIFOORD, A J. 1977. Protein intake, uric acid metabolism and protein efficiency ratio in growing chicks. **Journal of Nutrition**, v.67, p.959-964, 1977.
- MACARI, M.; FURLAN, R.L.; GONZÁLES, E. (Ed) **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. 3. ed. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, 2008. 375p.
- MONGIN P. Recent advances in dietary ânion-cátion balance: applications in poultry. **Proceedings of the Nutrition Society**, v. 40, p. 285-294, 1981.
- MURRAY, R.K.; GRANNER, D.K.; MAYES, P.A. et al. **Harper's Illustrated Biochemistry**, 26. ed. São Paulo: Atheneu, 2003. 783p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of poultry**. 9. ed. Washington, D.C.: National Academy Press, 1994. 155p.
- PENZ JR., A.M.; MEINERZ, C.E.; MAGRO, N. Efeito da nutrição na quantidade e na qualidade dos dejetos de suínos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36., 1999, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1999. p.281-294.
- PINTO, R.; FERREIRA, A.S.; ALBINO, L.F.T. et al. Níveis de proteína e energia para codornas japonesas em postura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, p.1761-1770, 2002.
- PINTO, R.; FERREIRA, A.S.; DONZELE, J.L. et al. Exigência de lisina para codornas japonesas em postura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, p.1182-1189, 2003.
- RIDDEL, C. Studies on the pathogenesis of tibial dyschondroplasia in chickens. II. Growth rate of long bones. **Avian Diseases**, v.19, p.490-496, 1975.
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.L.; DONZELE, J.L. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 3. ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2011. 252p.
- SAKOMURA, N.K. Modeling energy utilization in broiler breeders, laying hens and broilers. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**. Campinas. v.6, p. 1-11, 2004.
- SAKOMURA, N.K.; ROSTAGNO, H.S. **Métodos de pesquisa em Nutrição para Monogástricos**. Jaboticabal: Funep, 2007. 283p.

- SANTOS, G.G.; CORRÊA, G.S.S.; SILVA, M.A. et al. Avaliação de carcaça de codornas GSS1 para corte alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de metionina + cistina. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 42., 2005, Goiânia. **Anais...** Goiânia: Sociedade Brasileira de Zootecnia. (CD-ROM).
- SCHERER, C. **Exigência nutricional de energia metabolizável, lisina digestível e metionina+cistina digestível para codornas de corte em fase de crescimento.** 2009. 118p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá.
- SEEDOR, T.; WATANABE, E.; KADOWAKI, W., et al. Effect of dietary and arginine levels on bone development in broiler chicks. **Animal Science and Technology**, v.67, p.7-13, 1996.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, J.S. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos.** 2. ed. Viçosa: Imprensa Universitária, 2002. 235p.
- SILVA, F.A.; MORAES, G.H.K.; RODRIGUES, A.C.P. et al. Efeitos do ácido L-Glutâmico e da vitamina D3 no desempenho e nas anomalias ósseas de pintos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, p. 2067-2077, 2001.
- SILVA, R.M.; FURLAN, A.C.; TON, A.P.S. et al. Exigências nutricionais de cálcio e fósforo de codornas de corte em crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.1509-1524, 2009.
- STEVENS, L. **Avian biochemistry and molecular biology.** Cambridge University Press: Cambridge, 1996. 272p.
- SUIDA, D. Formulação por proteína ideal e consequências técnicas, econômicas e ambientais. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE NUTRIÇÃO ANIMAL, 1., 2001, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: 2001. p.1-17.
- THORP, B.H.; DUCRO, B.; WHITEHEAD, C.C. Avian tibial dyschondroplasia: the interaction of genetic selection and dietary 1,25-dihydroxycholecalciferol. **Avian Pathology**, v.22, p.311-324, 1993.
- TOLETO, J.B. **Suplementação de aminoácidos essenciais em dietas de baixo nível proteico para leitões.** 2012. 90p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá.
- TON, A.P.S. **Exigências de treonina e triptofano digestível para codornas de corte.** 2010. 109p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá.
- TON, A.P.S.; FURLAN, A.C.; MARTINS, E.N. et al. Exigências de lisina digestível e de energia metabolizável para codornas de corte em crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, p. 593-601, 2011.

CAPÍTULO III

Exigência de valina e isoleucina para codornas de corte no período de 1 a 14 dias de idade

RESUMO: O experimento foi conduzido com o objetivo de determinar a exigência valina e isoleucina digestível no período de um a 14 dias. Foram utilizadas 2.160 codornas de corte (*Coturnix coturnix sp*) de um dia de idade não sexadas, distribuídas em um delineamento inteiramente ao acaso, com arranjo fatorial 4x4, sendo quatro níveis de valina digestível (0,90, 1,10, 1,30 e 1,50%) e quatro níveis de isoleucina digestível (0,80, 1,00, 1,20 e 1,40%), totalizando 16 tratamentos, com três repetições e 45 codornas por unidade experimental. O peso corporal, o ganho de peso e a biomassa corporal acumulada aumentaram linearmente em função dos níveis de valina digestível e foram influenciados de forma quadrática estimando 1,38% de isoleucina digestível. Conclui-se que as exigências de valina e isoleucina digestível para o máximo desempenho de codornas de corte no período de um a 14 dias de idade foram de 1,50% e 1,38%, respectivamente, correspondendo às relações valina: lisina de 95% e isoleucina: lisina de 88%.

Palavras-chave: aminoácidos, antagonismo, balanceamento, *Coturnix coturnix sp*, desempenho

Introdução

A criação de codornas de corte se destaca ano após ano como atividade produtiva no mercado agropecuário brasileiro, e tem despertado o interesse de produtores e pesquisadores por não necessitar de grandes investimentos, por exigir pouco espaço para sua criação e reduzida mão de obra para sua manutenção, com retorno financeiro em curto ou médio prazo (Fugikura, 2002).

A alimentação representa mais 70% do custo total da produção de codornas, existindo preocupação, por parte dos nutricionistas, em oferecer às aves rações com níveis nutricionais adequados para o máximo desempenho, com consequente retorno econômico (Freitas et al., 2006).

Outro fator importante refere-se às diferentes fases de alimentação das aves durante o período de crescimento, visto que as exigências nutricionais estabelecidas nas primeiras semanas de vida podem influenciar o desempenho e o rendimento no abate, havendo necessidade da realização de trabalhos direcionados para a determinação das exigências nutricionais na fase inicial e final de crescimento. Ao analisar tabelas de exigências nutricionais disponíveis, fica clara a ausência de uniformidade nos períodos referidos para as diferentes fases de criação (Rezende et al., 2004).

A valina e a isoleucina são similares na estrutura e, juntamente com a leucina, pertencem ao grupo dos aminoácidos de cadeia ramificada. Também possuem funções fisiológicas semelhantes, dentre elas, encontram-se a regulação da tradução e início da síntese de proteína em vários tecidos (Shimomura et al., 2006).

A proteína do milho possui quantidade relativamente baixa de valina e isoleucina e nível elevado de leucina. A grande quantidade de leucina nas rações pode aumentar as exigências de valina e isoleucina em frangos em crescimento e perus (Tuttle & Balloun, 1976).

Segundo Garcia (2002), é necessário estabelecer exigências nutricionais para as codornas europeias e desenvolver programas de alimentação para maximizar o desempenho.

O objetivo deste estudo foi determinar a exigência nutricional de valina e isoleucina digestível, avaliando o desempenho, a composição corporal, à deposição de proteína e gordura na carcaça, a energia retida na carcaça, os parâmetros sanguíneos (ácido úrico e creatinina) e a morfometria muscular para codornas de corte (*Coturnix coturnix sp*) no período de um a 14 dias de idade.

Material e Métodos

O experimento foi realizado no setor de Coturnicultura da Fazenda Experimental de Iguatemi, da Universidade Estadual de Maringá, Maringá - PR.

Foram utilizadas 2.160 codornas de corte (*Coturnix coturnix sp*) de um dia de idade, não sexadas, por um período experimental de um a 14 dias, alojadas em galpão

convencional, com cobertura de telha de cimento amianto, piso de terra batida e paredes laterais de alvenaria com 0,50 m de altura, completadas com tela de arame até o telhado. O galpão foi dividido em 50 boxes de 2,5 m², onde foram alojadas 45 aves por unidade experimental (box). Foi utilizada cama do tipo casca de arroz sobre o piso.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, de acordo com um arranjo fatorial 4 x 4, sendo quatro níveis de valina digestível (0,90, 1,10, 1,30 e 1,50%) e quatro níveis de isoleucina digestível (0,80, 1,00, 1,20 e 1,40%), totalizando 16 tratamentos, com três repetições e 45 codornas por unidade experimental.

As rações experimentais, à base de milho farelo de soja, foram isoenergéticas, isocálcicas, isofosfóricas e isoaminoacídicas, exceto para valina e isoleucina (Tabela 1 e 2). Os aminoácidos metionina + cistina, treonina e triptofano foram balanceados seguindo a relação de proteína ideal estabelecida por Scherer (2009) e Ton (2010) para codornas de corte. As recomendações de Ca e P foram utilizadas segundo Silva et al. (2009), determinadas anteriormente, e os valores de composição química dos alimentos de acordo com Rostagno et al. (2011). O milho e o farelo de soja foram enviados a EVONIK Industries para a realização do aminograma, e a partir dos resultados, as rações foram formuladas.

Para a correção do balanço eletrolítico, foram adicionados diferentes proporções de bicarbonato de sódio (NaHCO₃) às rações experimentais. Os valores do balanço eletrolítico das rações experimentais foram calculados de acordo com Mongin (1981), considerando o peso molecular de cada elemento químico.

Após o alojamento as codornas receberam as rações experimentais até o final do experimento. Os comedouros utilizados foram tipo bandeja até os 10 dias, sendo substituído por comedouros pendulares, e os bebedouros utilizados foram tipo infantil até os 10 dias, sendo substituídos por bebedouros pendulares. O fornecimento de água e ração foi à vontade por todo o período experimental.

Tabela 1. Composição percentual das rações experimentais para codornas de corte no período de 1 a 14 dias de idade

Níveis de valina (%)	0,90				1,10				1,30				1,50			
	0,80	1,00	1,20	1,40	0,80	1,00	1,20	1,40	0,80	1,00	1,20	1,40	0,80	1,00	1,20	1,40
Níveis de isoleucina (%)	0,80	1,00	1,20	1,40	0,80	1,00	1,20	1,40	0,80	1,00	1,20	1,40	0,80	1,00	1,20	1,40
Ingredientes (%)																
Milho grão	55,63	55,63	55,63	55,63	55,63	55,63	55,63	55,63	55,63	55,63	55,63	55,63	55,63	55,63	55,63	55,63
Soja farelo (45%)	30,97	30,97	30,97	30,97	30,97	30,97	30,97	30,97	30,97	30,97	30,97	30,97	30,97	30,97	30,97	30,97
Ácido glutâmico	3,53	3,28	3,03	2,79	3,24	2,99	2,75	2,50	2,95	2,71	2,46	2,21	2,68	2,43	2,19	1,94
Glúten de milho (60%)	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
Óleo de soja	1,22	1,17	1,12	1,07	1,20	1,15	1,10	1,05	1,18	1,13	1,07	1,02	1,15	1,10	1,05	1,00
Fosfato bicálcico	1,55	1,55	1,55	1,55	1,55	1,55	1,55	1,55	1,55	1,55	1,55	1,55	1,55	1,55	1,55	1,55
Calcário	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47
Sal comum	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11
Bicarbonato de sódio	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49
Suplemento min/vit ¹	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
DL – metionina (99%)	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66
L – lisina (78%)	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79
L – treonina (98%)	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
L – triptofano (98%)	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14
L – isoleucina (98%)	0,00	0,20	0,41	0,61	0,00	0,20	0,41	0,61	0,00	0,20	0,41	0,61	0,00	0,20	0,41	0,61
L – valina (98%)	0,05	0,05	0,05	0,05	0,26	0,26	0,26	0,26	0,46	0,46	0,46	0,46	0,67	0,67	0,67	0,66
L – arginina (99%)	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47
Antioxidante ²	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Inerte	0,12	0,22	0,31	0,40	0,23	0,32	0,41	0,51	0,33	0,43	0,52	0,61	0,44	0,53	0,62	0,71
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

¹Suplementação mineral/vitamínica (níveis de garantia por kg do produto); Vit. A – 4.500.000 UI; Vit. 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 – 5.000 mcg; Vit. K3 – 1.007 mg; Pantotenato de Cálcio – 4.000 mg; Niacina – 10.000 mg; Colina – 140.000 mg; Antioxidante – 5.000 mg; Zinco – 31.500 mg; Ferro – 24.500 mg; Manganês – 38.750 mg; Cobre – 7.656 mg; Cobalto – 100 mg; Iodo – 484 mg; Selênio – 127 mg; ²BHT (Butil Hidroxi Tolueno).

Tabela 2. Composição nutricional das rações experimentais para codornas de corte no período de 1 a 14 dias de idade

Níveis de valina (%)	0,90				1,10				1,30				1,50			
	0,80	1,00	1,20	1,40	0,80	1,00	1,20	1,40	0,80	1,00	1,20	1,40	0,80	1,00	1,20	1,40
Níveis de isoleucina (%)	0,80	1,00	1,20	1,40	0,80	1,00	1,20	1,40	0,80	1,00	1,20	1,40	0,80	1,00	1,20	1,40
Exigências Nutricionais																
Energia Metabolizável kcal/kg	2,997	2,997	2,997	2,997	2,997	2,997	2,997	2,997	2,997	2,997	2,997	2,997	2,997	2,997	2,997	2,997
Fósforo disponível (%)	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41
Cálcio (%)	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65
Proteína bruta (%)	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00
Arginina digestível (%)	1,73	1,73	1,73	1,73	1,73	1,73	1,73	1,73	1,73	1,73	1,73	1,73	1,73	1,73	1,73	1,73
Lisina digestível (%)	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60
Treonina digestível (%)	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07
Triptofano digestível (%)	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36
Metionina+cistina digestível (%)	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26
Isoleucina digestível (%)	0,80	1,00	1,20	1,40	0,80	1,00	1,20	1,40	0,80	1,00	1,20	1,40	0,80	1,00	1,20	1,40
Valina digestível (%)	0,90	0,90	0,90	0,90	1,10	1,10	1,10	1,10	1,30	1,30	1,30	1,30	1,50	1,50	1,50	1,50
Leucina digestível (%)	1,69	1,69	1,69	1,69	1,69	1,69	1,69	1,69	1,69	1,69	1,69	1,69	1,69	1,69	1,69	1,69
Cloro (%)	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27
Sódio (%)	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
Potássio (%)	0,73	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74
Balanço Eletrolítico (mEq/kg)	199,74	199,84	199,94	200,01	199,84	199,94	200,01	200,12	199,94	200,04	200,14	200,24	200,07	200,17	200,24	200,35

O programa de iluminação adotado foi o de luz artificial por 24 horas, sendo que as lâmpadas podiam ser desligadas ao longo do dia, de acordo com as condições ambientais. Nas unidades experimentais foram usados círculos de proteção para evitar oscilação de temperatura, uma campânula com luz infravermelha como fonte de aquecimento para os pintinhos até o 10º dia de idade e a cama foi forrada com papelão ondulado durante a primeira semana de vida das aves para absorção de umidade. Durante todo período experimental, os dados de temperatura (31,0°C e 20,4°C manhã e 31,3°C e 21,7°C tarde) e umidade relativa do ar (79,3% e 58,9% manhã e 78,6% e 50,6% tarde) foram registrados no início da manhã e no final da tarde, por intermédio de termômetros de bulbo seco de máxima e mínima, em três pontos distintos do galpão.

As aves foram pesadas semanalmente e, simultaneamente, foram realizadas as pesagens das rações experimentais para posterior avaliação do desempenho zootécnico.

As codornas de corte foram avaliadas por meio das variáveis: peso final, ganho de peso, consumo de ração, conversão alimentar e biomassa corporal acumulada, composição química da carcaça (matéria seca, matéria mineral, proteína bruta e extrato etéreo), taxa de deposição de proteína e gordura corporal, energia retida na carcaça, morfometria muscular, ácido úrico e creatinina.

O ganho de peso foi determinado pela diferença entre os pesos final e inicial de cada unidade experimental, dividido pelo número de aves. O consumo de ração, pela diferença entre a ração fornecida e as sobras dos baldes e comedouros, divididos pelo número de aves de cada unidade experimental. A conversão alimentar foi obtida pela relação entre o consumo de ração e o ganho de peso das aves, e a biomassa corporal acumulada em função do ganho de peso em relação ao peso inicial das codornas de corte no início da fase avaliada.

Para a determinação da composição química corporal foram utilizadas cinco codornas por unidade experimental, que após quatro horas de jejum foram desensibilizadas por eletrochoque e a eutanásia foi feita por deslocamento cervical, de acordo com as normas propostas pelo Comitê de Ética em Experimentação Animal da Universidade Estadual de Maringá (061 - PRO 024/2011 CEAE), evitando as perdas de sangue e de penas, para permitir a avaliação da deposição dos nutrientes na carcaça.

As carcaças foram moídas, homogeneizadas, pesadas, e levadas à estufa de ventilação forçada a 55°C por 72 horas, para a realização da pré-secagem e, posteriormente, moída em moinho tipo bola e conduzida ao laboratório para as

determinações analíticas. As composições de matéria seca, matéria mineral, proteína bruta e extrato etéreo foram obtidos conforme metodologia descrita por Silva & Queiroz (2002).

Para a determinação da taxa de deposição de proteína e gordura corporal, eficiência de deposição de proteína e energia retida na carcaça foi utilizada a metodologia descrita por Fraga et al. (2008).

A taxa de deposição de proteína corporal (TDP) foi calculada por meio do abate feito a partir do grupo adicional de 50 codornas ao nascimento, comparadas com aquelas codornas abatidas ao término do período experimental. A taxa de deposição de proteína corporal foi calculada conforme segue:

$$TDP = (QP_{cf} - QP_{ci})/PE,$$

em que, QP_{cf} foi a quantidade, em gramas, de proteína na carcaça final; QP_{ci} foi a quantidade de proteína na carcaça inicial e PE foi o período experimental, em dias. QP_{cf} foi obtida multiplicando o peso da carcaça de um determinado indivíduo, ao final do experimento, pela respectiva proteína bruta da carcaça (PBC), enquanto QP_{ci} foi obtida pelo peso do respectivo indivíduo, ao início do experimento, multiplicando pelo rendimento médio de carcaça e pela PBC média de seu grupo adicional (média das 50 codornas abatidas inicialmente).

A taxa de deposição de gordura corporal (TDG) foi calculada segundo a equação:

$$TDG = (QG_{cf} - QG_{ci})/PE,$$

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

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

$$ERC = 5,66 TDP + 9,37 TDG,$$

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

Para estudar o efeito dos tratamentos sobre o diâmetro das fibras musculares esqueléticas estriadas, foi retirada uma amostra da porção superior do músculo *Pectoralis major* direito de duas aves por unidade experimental.

Após a coleta, as amostras foram mantidas à temperatura ambiente durante 15 minutos (Khan, 1977), sendo aparadas e reduzidas a fragmentos de 1,0 x 0,5 cm,

envolvidas em talco branco e em seguida, congeladas em nitrogênio líquido (Chayen et al., 1969), sendo posteriormente armazenadas em *freezer* a -80°C .

No momento do processamento as amostras foram transferidas com antecedência de 1 hora para a câmara do micrótomo criostato TISSUE TEK II com temperatura de -26°C . Para realização dos cortes, cada amostra foi afixada em suporte metálico, com adesivo especial “Tissue Tek OCT” (Optimal Cristal Temperature) e em seguida foram realizados cinco cortes, com $8\mu\text{m}$ de espessura, orientados no sentido transversal da fibra, capturados com lâmina de vidro para histologia (Pullen, 1977) e armazenados em *freezer* a -18°C por no máximo 24 horas.

As lâminas foram coradas com Hematoxilina-Eosina (HE) para a avaliação da morfologia geral do tecido estudado sendo analisados em microscópio de luz acoplado a câmara digital. As imagens obtidas foram analisadas por meio do programa Motic Imagens®. Foram capturadas 10 imagens do tecido muscular, por ave avaliada, com ampliação final equivalente a objetiva 40X. Foram mensuradas 200 fibras por ave totalizando 1.200 medidas, utilizando o método de mensuração do menor diâmetro da fibra (Dubowitz, 1985), avaliando o grau de hipertrofia.

A fim de quantificar o ácido úrico e creatinina no soro sanguíneo foram coletadas amostras de sangue de três aves por unidade experimental. Obedecendo ao esquema de alimentação segundo Pinto et al. (2002): uma hora de jejum, uma hora de alimentação, uma hora de jejum, uma hora de alimentação e, um jejum de três horas, para padronizar o plasma sanguíneo.

Foi colhido, em média, 5 mL de sangue por ave, que foi acondicionado em tubo sem anticoagulante para a obtenção do soro. Em seguida as amostras foram centrifugadas a 3.000 rpm, por 15 minutos, sendo, então, recolhido o soro em tubos do tipo eppendorf. A dosagem do ácido úrico e a dosagem de creatinina foram realizadas, utilizando kits analíticos da marca Gold Analisa®.

A análise estatística dos dados foi realizada por meio de regressão polinomial utilizando o Sistema para Análises Estatísticas – SAEG (versão 7.1), de acordo com o modelo:

$$Y_{ijk} = b_0 + b_1L_i + b_2A_j + b_3L_i^2 + b_4A_j^2 + b_5LA_{ij} + FA + e_{ijk}$$

Y_{ijk} = variável medida na unidade experimental k , alimentada com dieta contendo o nível i de valina e o nível j de isoleucina;

b_0 = constante geral;

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

V_i = nível de valina digestível; $V_1 = 0,90$; $V_2 = 1,10$; $V_3 = 1,30$ e $V_4 = 1,50\%$;

I_j = nível de isoleucina digestível, $I_1 = 0,80$; $I_2 = 1,00$; $I_3 = 1,20$ e $I_4 = 1,40\%$;

b_2 = coeficiente de regressão linear em função do nível de isoleucina digestível;

b_3 = coeficiente de regressão quadrático em função do nível de valina digestível;

b_4 = coeficiente de regressão quadrático em função do nível de isoleucina digestível;

b_5 = coeficiente de regressão linear em função da interação entre o nível de valina digestível e nível de isoleucina digestível;

FA = falta de ajustamento do modelo de regressão;

e_{ijk} = erro aleatório associado a cada observação.

As estimativas para valina e isoleucina digestível foram feitas por meio do modelo quadrático e/ou descontínuo “Linear Response Plateau” (LRP), conforme o ajustamento dos dados obtidos para cada variável.

Resultados e Discussão

Não houve interação ($P > 0,05$) para as variáveis de desempenho, no período de um a 14 dias, em função dos níveis de valina digestível (VD) e isoleucina digestível (ID), demonstrando que atuaram de maneira independente.

O consumo de ração (CR) apresentou efeito quadrático ($P < 0,05$) em função dos níveis de valina e isoleucina digestível (Tabela 3). Os valores estimados de máximo CR (133,61 g/ave) foram obtidos com rações contendo 1,40% de VD e 1,26% de ID (Figura 1a). Com base nas respostas de desempenho, o CR, foi a única variável a apresentar ajuste dos dados pelo modelo quadrático associado ao platô do LRP, conforme metodologia descrita por Sakomura e Rostagno (2007), estimando a melhor exigência em 1,23% de valina digestível para o consumo de 132,83 g/ave (Figura 1b).

Tabela 3. Valore médios do desempenho de codornas de corte no período de 1 a 14 dias de idade em função dos níveis de valina e isoleucina digestível

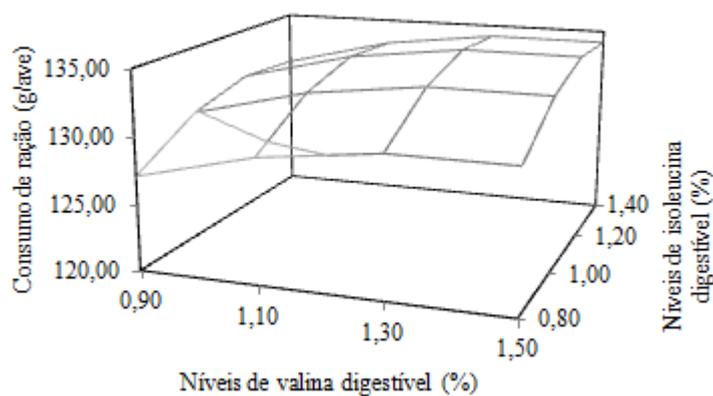
VD (%)	0,90				1,10				1,30				1,50				CV
ID (%)	0,80	1,00	1,20	1,40	0,80	1,00	1,20	1,40	0,80	1,00	1,20	1,40	0,80	1,00	1,20	1,40	
CR(g/ave)	127,16	129,91	131,13	130,80	129,37	132,13	133,34	133,01	130,47	133,23	134,44	134,11	130,46	133,21	134,43	134,10	1,71
PC (g)	80,81	82,90	84,14	84,55	81,67	83,76	85,00	85,40	82,53	84,61	85,86	86,26	83,38	85,47	86,72	87,12	2,03
GP (g)	71,68	73,83	75,07	75,43	72,53	74,67	75,92	76,27	73,37	75,51	76,76	77,11	74,21	76,35	77,60	77,96	2,26
BCA (%)	786,02	814,05	827,86	827,43	793,79	821,83	835,63	835,21	801,57	829,60	843,41	842,98	809,34	837,38	851,18	850,76	2,41
CA (g/g)	1,77	1,76	1,75	1,73	1,78	1,77	1,76	1,74	1,78	1,76	1,75	1,74	1,76	1,74	1,73	1,72	1,77
Equação de Regressão									R ²	Estimativa				Efeito			
										VD	ID	VD	ID				
CR = 76,9776 + 38,8959VD – 13,9151VD ² + 48,4798ID – 19,2800ID ²									0,99	1,40%	1,26%	Quadrático	Quadrático				
CR = 112,5161 + 18,2984 VD									0,99	1,11%	-----	LRP	NS				
PC = 60,1608 + 4,29292VD + 29,4083ID – 10,5362ID ²									0,94	----	1,40%	Linear	Quadrático				
GP = 50,3877 + 4,21383VD + 30,8200ID – 11,1737ID ²									0,95	----	1,38%	Linear	Quadrático				
BCA = 496,593 + 38,8788VD + 460,339ID – 177,871ID ²									1,00	----	1,29%	Linear	Quadrático				

Coefficiente de variação (CV); valina digestível (VD); isoleucina digestível (ID); consumo de ração (CR); peso corporal (PC); ganho de peso (GP); biomassa corporal acumulada (BCA); conversão alimentar (CA) e não significativo (NS).

(a)

$$CR = 76,9776 + 38,8959 VD - 13,9151 VD^2 + 48,4798 ID - 19,2800 ID^2$$

$$(R^2 = 0,99)$$



(b)

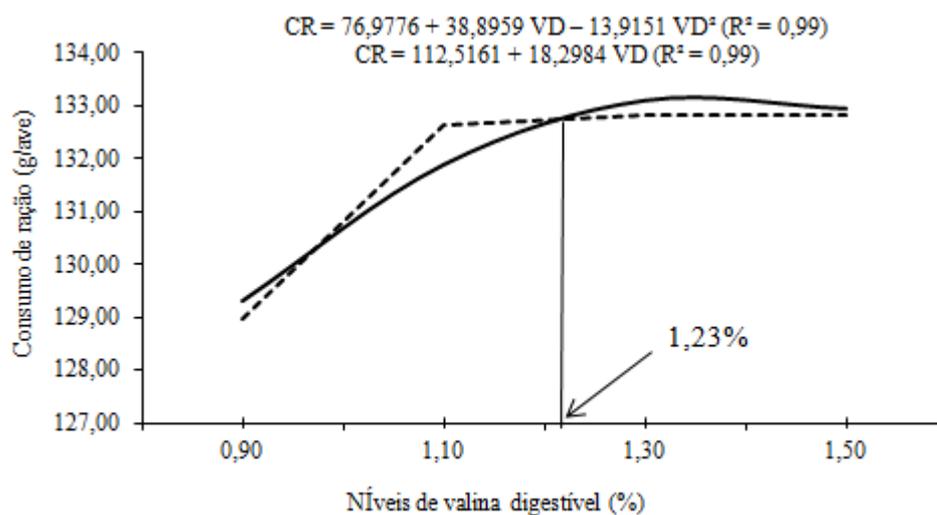


Figura 1. Consumo de ração (a e b) de codornas de corte no período de 1 a 14 dias de idade em função dos níveis de valina e isoleucina digestível

De acordo com o nível de lisina digestível utilizado na formulação das rações experimentais de 1,60%, foi possível estabelecer a relação valina: lisina de 77% e isoleucina: lisina de 79%. Rostagno et al. (2011) determinaram a relação valina: lisina (77%) e isoleucina: lisina (67%) para frangos de corte de um a 21 dias. A comparação

entre os dois resultados, demonstra que a relação de valina, tanto para codornas de corte quanto para frangos de corte, está bem próximas. Por outro lado, codornas apresentam maior relação isoleucina: lisina que frangos de corte.

Potença (2011), utilizando diferentes relações de valina: lisina digestível (66; 71; 76; 81 e 86%) na dieta de frangos de corte observou aumento linear ($P < 0,05$) no ganho de peso e consumo de ração no período de um a 7 dias, sem influenciar ($P > 0,05$) a conversão alimentar. No período de um a 14 dias de idade o desempenho não foi influenciado ($P > 0,05$) pela relação valina: lisina digestível, sendo indicada para esta fase a relação de 66% e nível de 0,90% de VD.

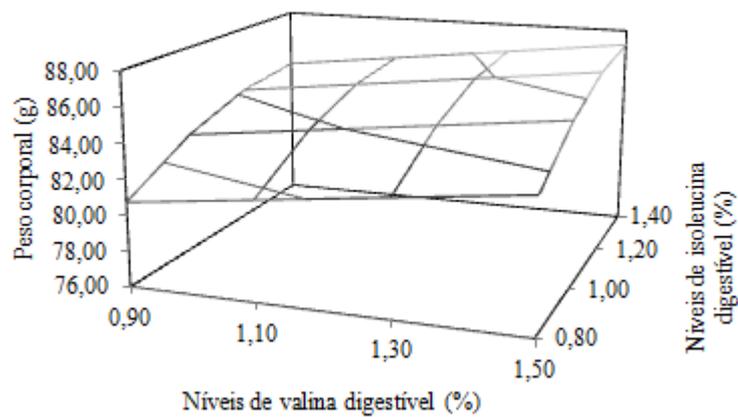
O peso corporal (PC), o ganho de peso (GP) e a biomassa corporal acumulada (BCA) aumentaram linearmente ($P < 0,05$) em função dos níveis de valina digestível e foram influenciados de forma quadrática ($P < 0,05$) em função dos níveis de isoleucina digestível. As estimativas de máximo PC (85,93 g), GP (76,79 g) e BCA (841,66%) foram alcançados com a utilização de rações que continham 1,40%, 1,38% e 1,29% de ID, respectivamente (Figura 2). Tomando como base o valor de 1,60% de lisina digestível, pode-se estimar a relação isoleucina: lisina de 87% para o PC, 86% para o GP e 81% para a BCA.

Baker et al. (2002), estimando as exigências de valina para frangos de corte da linhagem Ross 308, no período de oito a 21 dias de idade, observaram que as relações valina: lisina digestível de 76 e 77% proporcionaram melhor ganho de peso e conversão alimentar, respectivamente.

(a)

$$PC = 60,1608 + 4,29292 VD + 29,4083ID - 10,5362ID^2$$

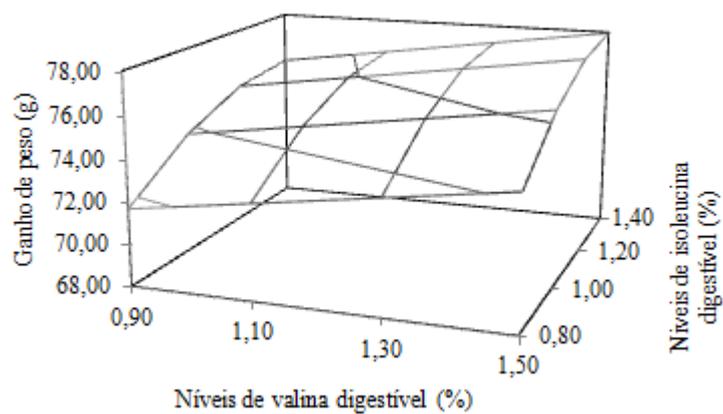
$$(R^2 = 0,94)$$



(b)

$$GP = 50,3877 + 4,21383 VD + 30,8200 ID - 11,1737ID^2$$

$$(R^2 = 0,95)$$



(c)

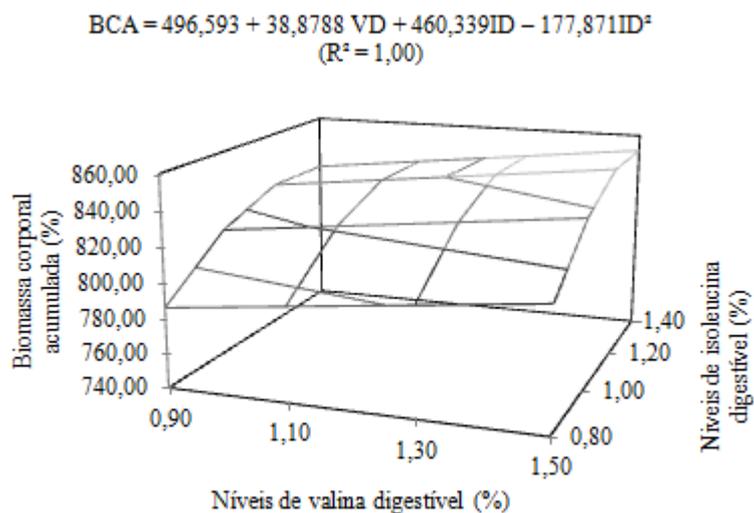


Figura 2. Peso corporal (a), ganho de peso (b) e biomassa corporal acumulada (c) de codornas de corte no período de 1 a 14 dias de idade em função dos níveis de valina e isoleucina digestível

Houve interação ($P < 0,05$) dos níveis de valina e isoleucina digestível sobre o teor de água corporal de codornas de corte. Esta variável foi influenciada de forma quadrática ($P < 0,05$) em função dos níveis de valina e isoleucina digestível (Tabela 4). A estimativa de maior teor hídrico foi de 72,54%, obtidos com rações contendo 1,24% de VD e 1,08% de ID (Figura 3).

Tabela 4. Valore médios da composição química corporal de codornas de corte no período de 1 a 14 dias de idade em função dos níveis de valina e isoleucina digestível

VD (%)	0,90				1,10				1,30				1,50				CV
ID (%)	0,80	1,00	1,20	1,40	0,80	1,00	1,20	1,40	0,80	1,00	1,20	1,40	0,80	1,00	1,20	1,40	
CQC (%)																	
Água	72,58	71,93	71,83	72,27	73,03	72,38	72,27	72,71	72,99	72,34	72,23	72,67	72,46	71,81	71,71	72,15	1,20
Proteína Bruta	65,96	66,04	66,13	66,23	66,11	66,19	66,28	66,38	66,31	66,38	66,47	66,57	66,54	66,62	66,70	66,80	2,88
Gordura	14,36	14,45	14,57	14,72	14,24	14,33	14,45	14,59	14,10	14,19	14,31	14,45	13,95	14,04	14,16	14,30	9,43
Cinzas	10,82	10,85	10,88	10,91	10,83	10,86	10,89	10,92	10,84	10,87	10,90	10,93	10,85	10,88	10,91	10,94	5,48
TDP (g/dia)	0,73	0,73	0,75	0,74	0,73	0,74	0,74	0,75	0,74	0,74	0,73	0,74	0,72	0,74	0,73	0,74	5,10
TDG (g/dia)	0,42	0,45	0,45	0,46	0,44	0,46	0,45	0,45	0,44	0,47	0,44	0,45	0,42	0,43	0,48	0,44	14,36
ERC (kcal/dia)	8,33	8,36	8,41	8,45	8,29	8,33	8,37	8,41	8,25	8,29	8,33	8,37	8,21	8,25	8,29	8,33	8,19
Equação de Regressão									R ²	Estimativa				Efeito			
										VD	ID	VD	ID	VD	ID		
Água = 75,6076 - 16,8578 VD + 6,80445 VD ² + 13,1459 ID - 6,06608 ID ² - 4,19969 VD*ID									0,81	1,24%	1,08%	Quadrático	Quadrático				

Coefficiente de variação (CV); valina digestível (VD); isoleucina digestível (ID); composição química corporal (CQC); taxa de deposição de proteína (TDP); taxa de deposição de gordura (TDG) e energia retida na carcaça (ERC).

$$\text{Água} = 75,6076 - 16,8578 \text{ VD} + 6,80445 \text{ VD}^2 + 13,1459 \text{ ID} - 6,06608 \text{ ID}^2$$

$$(R^2 = 0,81)$$

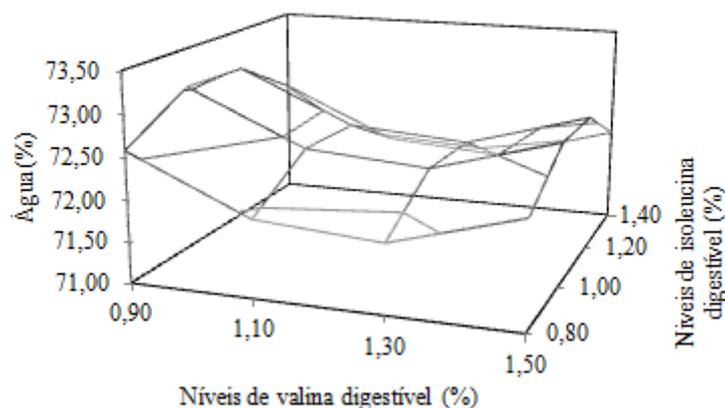


Figura 3. Teor de água presente na composição química corporal de codornas de corte no período de 1 a 14 dias de idade em função dos níveis de valina e isoleucina digestível

Não houve efeito significativo ($P > 0,05$) para o diâmetro das fibras musculares de codornas de corte em função dos níveis de valina e isoleucina digestíveis (Tabela 5).

Tabela 5. Valores médios do diâmetro da fibra muscular de codornas de corte no período de 1 a 14 dias de idade em função dos níveis de valina e isoleucina digestível

Valina digestível (%)	Isoleucina digestível (%)	DFM (μm)
0,90	0,80	17,29
	1,00	16,88
	1,20	16,41
	1,40	15,88
1,10	0,80	17,41
	1,00	17,00
	1,20	16,53
	1,40	16,00
1,30	0,80	17,55
	1,00	17,13
	1,20	16,66
	1,40	16,13
1,50	0,80	17,69
	1,00	17,28
	1,20	16,81
	1,40	16,28
Coeficiente de variação		10,63
Efeito		NS

Diâmetro das fibras musculares (DFM) e não significativo (NS).

O crescimento muscular está associado ao aumento do diâmetro das fibras, e, segundo Johnston et al. (1975), o diâmetro das fibras é influenciado pelo nível nutricional da dieta.

Owens et al. (1993) relataram que, caso o animal passe por restrição alimentar durante determinado período de tempo, após retorno a alimentação que atenda as suas exigências, há ganho, denominado ganho compensatório, ocorrendo alteração na composição e no diâmetro das fibras, promovendo rápida hipertrofia muscular.

Para o presente estudo, os crescentes níveis de valina e isoleucina digestível, não foram suficientes para causar efeito significativo sobre o crescimento das fibras musculares.

Potença (2011) verificou que a relação valina: lisina digestível causou aumento ($P < 0,05$) no diâmetro da fibra muscular da coxa de frangos de corte aos 14 dias de idade, sendo o maior diâmetro encontrado com a relação de 74,85% (valina: lisina digestível), no nível de 1,02% de valina digestível e a relação, entre os aminoácidos de cadeia ramificada leucina, isoleucina e valina, de 47,9: 23,57: 28,44%, respectivamente.

O ácido úrico e a creatinina séricos foram semelhantes, mostrando que os níveis de valina e isoleucina digestível não foram suficientes para alterar os teores desses metabólitos no sangue (Tabela 6).

O excesso de proteína ou o desequilíbrio entre os aminoácidos promove aumento de aminoácidos na circulação sanguínea, exigindo gasto extra de energia para serem metabolizados, sendo desviada da produção para os processos de excreção do nitrogênio na forma de ácido úrico (Aletor et al., 2000).

O conteúdo de creatina está correlacionado com o peso corporal (Cameron et al., 2003) e sua degradação diária para creatinina ocorre de maneira constante, sendo dependente da massa muscular (González & Scheffer, 2002). Estes autores ainda citam que a creatinina por ser um dos produtos no metabolismo do nitrogênio deve ser removido do organismo continuamente através dos rins. Por isso altos níveis de creatinina podem indicar deficiência na funcionalidade renal e valores baixos podem ser explicados pela baixa ingestão de proteínas.

Tabela 6. Valores médios de ácido úrico e creatinina séricos de codornas de corte no período de 1 a 14 dias de idade em função dos níveis de valina e isoleucina digestível

Valina digestível (%)	Isoleucina digestível (%)	AUR (mg/dL)	CRE (mg/dL)
0,90	0,80	5,84	0,14
	1,00	6,01	0,12
	1,20	5,88	0,13
	1,40	5,82	0,14
Isoleucina digestível (%)			
1,10	0,80	6,24	0,15
	1,00	6,17	0,15
	1,20	6,13	0,13
	1,40	6,12	0,14
Isoleucina digestível (%)			
1,30	0,80	5,90	0,12
	1,00	6,50	0,13
	1,20	6,67	0,13
	1,40	6,07	0,15
Isoleucina digestível (%)			
1,50	0,80	6,93	0,14
	1,00	6,33	0,16
	1,20	6,62	0,15
	1,40	6,91	0,16
Coeficiente de variação		40,60	20,58
Efeito		NS	NS

Ácido úrico (AUR); creatinina (CRE) e não significativo (NS).

Conclusão

As exigências de valina e isoleucina digestível para o máximo desempenho de codornas de corte, no período de um a 14 dias de idade, foram de 1,50% e 1,38%, respectivamente, correspondendo às relações valina: lisina de 94% e isoleucina: lisina de 86%.

Literatura Citada

- ALETOR, V.A.; HAMID, I.I.; NIESS, E. et al. Low-protein amino acid-supplemented diets in broiler chickens: Effect on performance, carcass characteristics, whole body composition and efficiencies nutrient utilization. **Journal Science Food Agriculture**, v.80, p.547-554, 2000.
- BAKER, D.H.; BATAL, A.B.; PARR, T.M.; et al. Ideal ratio (relative to lysine) of tryptophan, threonine, isoleucine and valine for chicks during the second and third weeks posthatch. **Poultry Science**, v. 81, p. 485-494, 2002.
- CAMERON, N.D.; McCULLOUGH, E.; TROUP, K. et al. Physiological responses to divergent selection for daily food intake or lean growth rate in pigs. **Animal Science**. v.76, 27-34. 2003.
- CHAYEN, J.A.; BITENSKY, L.; BUTCHER, R.G. et al. **A guide to practical histochemistry**. London: Oliver Boyd, 1969. p.261
- DUBOWITZ, V. **Muscle Biopsy: A Practical Approach**. 2 ed. London: Bailliere Tindall, 1985. 719p.
- FRAGA, A.L.; MOREIRA, I.; FURLAN, A.C. et al. Lysine requirement of starting barrows from two genetic groups fed on low crude protein diets. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v.51, p.49-56, 2008.
- FREITAS, A.C.; FUENTES, M.F.F.; FREITAS, E.R. at al. Níveis de proteína bruta e energia metabolizável na ração de codornas de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, p. 1705-1710, 2006 (supl).
- FUGIKURA, W.S. Situação e perspectivas da coturnicultura no Brasil. SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE COTURNICULTURA, 1., 2002, Lavras. Anais... Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2002. p.1.
- GARCIA, E.A. Codornas para produção de carne. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE COTURNICULTURA, 1., 2002, Lavras. **Anais...** Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2002. p.97-108.
- GONZÁLEZ, F.H.D.; SCHEFFER, J.F.S. Perfil sanguíneo: ferramenta de análise clínica metabólica e nutricional. In: CONGRESSO NACIONAL DE MEDICINA VETERINÁRIA, 29., 2002, Gramado. **Anais...** Porto Alegre, 2002. p.5-17.
- JOHNSTON, M.D.; STWART, D.F.; MOODY, W.G. et al. Effect and time of feed on size and distribution of breed muscle fiber types. **Journal of Animal Science**, v.40, p.613-620, 1975.
- KHAN, M.A. The histoenzymology of striated muscle fibres an overview. **Cellular Molecular Biology**, v.22, p.383-93, 1977.

- MONGIN P. Recent advances in dietary ânion-cátion balance: applications in poultry. **Proceedings of the Nutrition Society**, v.40, p.285-294, 1981.
- OWENS, F.N.; DUBESKI, P.; HANSON, C.F. Factors that alter the growth and development of ruminant. **Journal of Animal Science**, v.71, p.3138-3150, 1993.
- PINTO, R.; FERREIRA, A.S.; ALBINO, L.F.T. et al. Níveis de proteína e energia para codornas japonesas em postura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, p.1761-1770, 2002.
- POTENÇA, A. **Relação valina: lisina digestível em rações para frangos de corte**. 2011. 105p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá.
- PULLEN, A.H. The distribution and relative size of fiber type in the extensor digitorum longus and soleus muscles of the adult rat. **Journal of Anatomy**, v.123, p.467-86, 1977.
- REZENDE, M.J.M.; FLAUZINA, L.P.; McMANUS,C. et al. Desempenho produtivo e biometria das vísceras de codornas francesas alimentadas com diferentes níveis de energia metabolizável e proteína bruta. **Acta Scientiarum Animal Science**, v.26, p.353-358, 2004.
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.L.; DONZELE, J.L. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 3. ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2011. 252p.
- SAKOMURA, N.K. Modeling energy utilization in broiler breeders, laying hens and broilers. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas. v.6, p.1-11, 2004.
- SAKOMURA, N.K.; ROSTAGNO, H.S. **Métodos de pesquisa em Nutrição para Monogástricos**. Jaboticabal: Funep, 2007. 283p.
- SCHERER, C. **Exigência nutricional de energia metabolizável, lisina digestível e metionina+cistina digestível para codornas de corte em fase de crescimento**. 2009. 118p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá.
- SHIMOMURA, Y.; YAMAMOTO, Y.; BAJOTTO, G. S.; et al. Nutraceutical effects of Branched-Chain Amino Acids on Skeletal Muscle. **Journal Nutrition**, v.136, p.529-532, 2006.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, J.S. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 2. ed. Viçosa: Imprensa Universitária, 2002. 235p.
- SILVA, R.M.; FURLAN, A.C.; TON, A.P.S. et al. Exigências nutricionais de cálcio e fósforo de codornas de corte em crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.1509-1524, 2009.

TON, A.P.S. **Exigências de treonina e triptofano digestível para codornas de corte.** 2010. 109p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá.

TUTTLE, W.L.; BALLOUN, S.L. Leucine, isoleucine and valine interactions in turkey poults. **Poultry Science**, v.55, p.1737-1743, 1976.

CAPÍTULO IV

Exigência de valina e isoleucina para codornas de corte no período de 15 a 35 dias de idade

RESUMO: O experimento foi conduzido com o objetivo de determinar a exigência de valina e isoleucina digestível no período de 15 a 35 dias. Foram utilizadas 1.440 codornas de corte (*Coturnix coturnix sp*) não sexadas, distribuídas em um delineamento inteiramente ao acaso, com arranjo fatorial 4x4, sendo quatro níveis de valina digestível (0,82, 1,02, 1,22 e 1,42%) e quatro níveis de isoleucina digestível (0,73, 0,93, 1,13 e 1,33%), totalizando 16 tratamentos, com três repetições e 30 codornas por unidade experimental. O desempenho de codornas de corte no período de 15 a 35 dias de idade, não foi influenciado pelo aumento dos níveis de valina e isoleucina digestível nas rações experimentais, indicando que os menores níveis avaliados, de 0,82% de valina digestível e 0,73% de isoleucina digestível, correspondendo às relações valina: lisina 52% e isoleucina: lisina 46% foram suficiente para satisfazer as exigências nutricionais das codornas de corte sem comprometer o desempenho.

Palavras-chave: aminoácidos sintéticos, *Coturnix coturnix sp*, desbalanceamento, desempenho

Introdução

A coturnicultura de corte é um setor pouco explorado, mas que vêm apresentando forte tendência no aumento do número de criadores, motivados pelo lucro e também pelo aumento na procura da carne de codornas (Oliveira et al., 2002).

Considerando que a produção agroindustrial visa principalmente a eficiente conversão da proteína da ração em proteína muscular, ou seja, produção de carne, é conveniente que toda tecnologia seja implantada para viabilizar o menor aporte da parcela proteica das rações, reduzindo-a, sem influenciar negativamente no desempenho das aves, ou buscando suplementações que possam melhorar sua eficiência.

Cada espécie avícola possui uma exigência nutricional específica que acarreta na necessidade de corretas estimativas, uma vez que a dieta é um dos principais fatores ambientais que determina o crescimento até o seu máximo potencial genético. Nas

codornas de corte este aspecto assume uma importância ainda maior, pois de um a 28 dias de vida têm o seu peso aumentado cerca de 16 vezes (Oliveira et al., 2002).

Muitos estudos observaram a possibilidade da redução dos níveis de proteína com a adição de aminoácidos sintéticos (Kidd et al., 2000; Costa et al., 2001; Aftab et al., 2006), porém, níveis de redução acima de três pontos percentuais, mesmo com a suplementação dos aminoácidos essenciais, resultaram em pior desempenho de frangos de corte em fase de crescimento (Sabino et al., 2004; Dean et al., 2006). De tal modo, é plausível considerar que a progressiva redução da proteína bruta nas rações pode levar a deficiência principalmente nos níveis de valina e isoleucina, comumente supridos por dietas com elevados teores proteicos (Peganova & Eder, 2002).

Diversos autores (Han et al., 1992; Corzo et al., 2004; Thronton et al., 2006) citam a valina como sendo um aminoácido essencial potencialmente limitante em dietas compostas principalmente por milho e farelo de soja para frangos de corte. Jensen & Colnago (1991) e Keshavarz (1998), trabalhando com poedeiras que receberam rações com baixa proteína e foram suplementadas com lisina, metionina e triptofano, a isoleucina se tornou potencialmente limitante.

Os aminoácidos de cadeia ramificada (valina, isoleucina e leucina) competem entre si, visto que, o excesso de isoleucina reduz a utilização de valina e leucina e o excesso de leucina pode diminuir a utilização dietética de valina e isoleucina (Allen & Baker, 1972).

Diante da falta de pesquisas para determinação de exigências nutricionais para esta espécie o presente trabalho teve como objetivo estimar a exigência nutricional de valina e isoleucina digestível para o máximo desempenho, sendo avaliado o desempenho, o rendimento de carcaça, a composição química corporal, a deposição de proteína e gordura na carcaça, a energia retida na carcaça, os parâmetros sanguíneos (ácido úrico e creatinina), a morfometria muscular e o balanço e coeficiente de metabolizabilidade do nitrogênio para codornas de corte (*Coturnix coturnix sp*) no período de 15 a 35 dias de idade.

Material e Métodos

O experimento foi realizado no setor de Coturnicultura da Fazenda Experimental de Iguatemi, da Universidade Estadual de Maringá, Maringá - PR.

Foram utilizadas 1.440 codornas de corte (*Coturnix coturnix sp*) de 15 dias de idade, não sexadas, alojadas em galpão convencional, com cobertura de telha de cimento amianto, piso de terra batida e paredes laterais de alvenaria com 0,50 m de altura, completadas com tela de arame até o telhado. O galpão foi dividido em 50 boxes de 2,5 m², e foram alojadas 30 aves por unidade experimental, totalizando 48 unidades experimentais. Foi utilizada cama do tipo casca de arroz sobre o piso.

As aves utilizadas neste experimento foram as remanescentes do experimento anterior, e aos 15 dias de idade, os animais foram pesados, divididos por classe de peso e distribuídos uniformemente nas unidades experimentais para que todos os tratamentos tivessem condições de igualdade de peso (Sakomura e Rostagno, 2007).

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente ao acaso, de acordo com um arranjo fatorial 4 x 4, sendo quatro níveis de valina digestível (0,82, 1,02, 1,22 e 1,42%) e quatro níveis de isoleucina digestível (0,73, 0,93, 1,13 e 1,33%), totalizando 16 tratamentos, com três repetições e 30 codornas por unidade experimental.

As rações experimentais, à base de milho farelo de soja, foram isoenergéticas, isocálcicas, isofosfóricas e isoaminoacídicas, exceto para valina e isoleucina (Tabela 1 e 2). Os aminoácidos metionina + cistina, treonina e triptofano foram balanceados seguindo a relação de proteína ideal estabelecida por Scherer (2009) e Ton (2010) para codornas de corte. As recomendações de Ca e P foram utilizadas segundo Silva et al. (2009), determinadas anteriormente, e os valores de composição química dos alimentos de acordo com Rostagno et al. (2011). O milho e o farelo de soja foram enviados a EVONIK Industries para a realização do aminograma, e a partir dos resultados, as rações foram formuladas.

Para a correção do balanço eletrolítico, foram adicionadas diferentes proporções de bicarbonato de sódio (NaHCO₃) às rações experimentais. Os valores do balanço eletrolítico das rações experimentais foram calculados de acordo com Mongin (1981), considerando o peso molecular de cada elemento químico.

Após o alojamento as codornas receberam as rações experimentais até o final do experimento. Foram utilizados comedouros e bebedouros pendulares e o fornecimento de água e ração foi à vontade por todo o período experimental.

Tabela 1. Composição percentual das rações experimentais para codornas de corte no período de 15 a 35 dias de idade

Níveis de valina (%)	0,73				0,93				1,13				1,33			
	0,82	1,02	1,22	1,42	0,82	1,02	1,22	1,42	0,82	1,02	1,22	1,42	0,82	1,02	1,22	1,42
Níveis de isoleucina (%)	0,82	1,02	1,22	1,42	0,82	1,02	1,22	1,42	0,82	1,02	1,22	1,42	0,82	1,02	1,22	1,42
Ingredientes (%)																
Milho grão	67,59	67,59	67,59	67,59	67,59	67,59	67,59	67,59	67,59	67,59	67,59	67,59	67,59	67,59	67,59	67,59
Soja farelo (45%)	22,81	22,81	22,81	22,81	22,81	22,81	22,81	22,81	22,81	22,81	22,81	22,81	22,81	22,81	22,81	22,81
Ácido glutâmico	1,50	1,25	1,01	0,76	1,21	0,97	0,72	0,47	0,93	0,68	0,43	0,19	0,64	0,39	0,15	0,00
Glúten de milho (60%)	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Óleo de soja	0,08	0,03	0,00	0,00	0,06	0,01	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
Fosfato bicálcico	1,61	1,61	1,61	1,61	1,61	1,61	1,61	1,61	1,61	1,61	1,61	1,61	1,61	1,61	1,61	1,61
Calcário	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47
Sal comum	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11
Bicarbonato de sódio	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56
Suplemento min/vit ¹	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
DL – metionina (99%)	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64
L – lisina (78%)	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86
L – treonina (98%)	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43
L – triptofano (98%)	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
L – arginina (99%)	0,57	0,57	0,57	0,57	0,57	0,57	0,57	0,57	0,57	0,57	0,57	0,57	0,57	0,57	0,57	0,57
L – isoleucina (98%)	0,09	0,30	0,50	0,70	0,09	0,30	0,50	0,70	0,09	0,30	0,50	0,70	0,09	0,30	0,50	0,70
L – valina (98%)	0,12	0,12	0,12	0,12	0,33	0,33	0,33	0,33	0,53	0,53	0,53	0,53	0,74	0,74	0,74	0,74
Antioxidante ²	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Inerte	0,00	0,09	0,17	0,21	0,10	0,20	0,25	0,29	0,21	0,29	0,33	0,37	0,31	0,37	0,41	0,35
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

¹Suplementação mineral/vitamínica (níveis de garantia por kg do produto); Vit. A – 4.500.000 UI; Vit. 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 – 5.000 mcg; Vit. K3 – 1.007 mg; Pantotenato de Cálcio – 4.000 mg; Niacina – 10.000 mg; Colina – 140.000 mg; Antioxidante – 5.000 mg; Zinco – 31.500 mg; Ferro – 24.500 mg; Manganês – 38.750 mg; Cobre – 7.656 mg; Cobalto – 100 mg; Iodo – 484 mg; Selênio – 127 mg; ²BHT (Butil Hidroxi Tolueno).

Tabela 2. Composição nutricional das rações experimentais para codornas de corte no período de 15 a 35 dias de idade

Níveis de valina (%)	0,73				0,93				1,13				1,33			
	0,82	1,02	1,22	1,42	0,82	1,02	1,22	1,42	0,82	1,02	1,22	1,42	0,82	1,02	1,22	1,42
Níveis de isoleucina (%)	0,82	1,02	1,22	1,42	0,82	1,02	1,22	1,42	0,82	1,02	1,22	1,42	0,82	1,02	1,22	1,42
Exigências Nutricionais																
Energia Metabolizável (kcal/kg)	3,036	3,036	3,036	3,036	3,036	3,036	3,036	3,036	3,036	3,036	3,036	3,036	3,036	3,036	3,036	3,036
Fósforo disponível (%)	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41
Cálcio (%)	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65
Proteína bruta (%)	20,50	20,50	20,50	20,50	20,50	20,50	20,50	20,50	20,50	20,50	20,50	20,50	20,50	20,50	20,50	20,50
Arginina digestível (%)	1,57	1,57	1,57	1,57	1,57	1,57	1,57	1,57	1,57	1,57	1,57	1,57	1,57	1,57	1,57	1,57
Lisina digestível (%)	1,45	1,45	1,45	1,45	1,45	1,45	1,45	1,45	1,45	1,45	1,45	1,45	1,45	1,45	1,45	1,45
Treonina digestível (%)	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97
Triptofano digestível (%)	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32
Metionina+cistina digestível (%)	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15
Isoleucina digestível (%)	0,73	0,93	1,13	1,33	0,73	0,93	1,13	1,33	0,73	0,93	1,13	1,33	0,73	0,93	1,13	1,33
Valina digestível (%)	0,82	0,82	0,82	0,82	1,02	1,02	1,02	1,02	1,22	1,22	1,22	1,22	1,42	1,42	1,42	1,42
Leucina digestível (%)	1,43	1,43	1,43	1,43	1,43	1,43	1,43	1,43	1,43	1,43	1,43	1,43	1,43	1,43	1,43	1,43
Cloro (%)	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28
Sódio (%)	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22
Potássio (%)	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62
Balanço Eletrolítico (mEq/kg)	174,89	174,91	175,09	175,20	174,99	175,09	175,20	175,30	175,09	175,20	175,30	175,43	175,20	175,32	175,43	175,45

Durante todo período experimental, os dados de temperatura (30,5°C e 18,9°C manhã e 30,9°C e 19,6°C tarde) e umidade relativa do ar (80,1% e 57,7% manhã e 80,2% e 59,0% tarde) foram registrados no início da manhã e no final da tarde, por intermédio de termômetros de bulbo seco de máxima e mínima em três pontos distintos do galpão.

As aves foram pesadas semanalmente e, simultaneamente, foram realizadas as pesagens das rações experimentais para posterior avaliação do desempenho zootécnico.

As codornas de corte foram avaliadas por meio das variáveis: peso final, ganho de peso, consumo de ração, conversão alimentar e biomassa corporal acumulada, composição química da carcaça (matéria seca, matéria mineral, proteína bruta e extrato etéreo), taxa de deposição de proteína e gordura corporal, energia retida na carcaça, rendimento de carcaça, morfometria muscular, dosagem de ácido úrico e de creatinina e grau de empenamento.

O ganho de peso foi determinado pela diferença entre os pesos final e inicial de cada unidade experimental, dividido pelo número de aves. O consumo de ração, pela diferença entre a ração fornecida e as sobras dos baldes e comedouros, divididos pelo número de aves de cada unidade experimental. A conversão alimentar foi obtida pela relação entre o consumo de ração e o ganho de peso das aves, e a biomassa corporal acumulada em função do ganho de peso em relação ao peso inicial das codornas de corte no início da fase avaliada.

Para a determinação da composição química corporal, foram utilizadas cinco codornas por unidade experimental, que após quatro horas de jejum, foram desensibilizadas por eletrochoque e a eutanásia foi feita por deslocamento cervical, de acordo com as normas propostas pelo Comitê de Ética em Experimentação Animal da Universidade Estadual de Maringá (061 - PRO 024/2011 CEAE), evitando as perdas de sangue e de penas, para permitir a avaliação da deposição dos nutrientes na carcaça.

As carcaças foram moídas, homogeneizadas, pesadas e levadas a estufa de ventilação forçada a 55°C por 72 horas, para a realização da pré-secagem e, posteriormente, moída em moinho tipo bola e conduzida ao laboratório para as determinações analíticas. As composições de matéria seca, matéria mineral, proteína bruta, extrato etéreo foram obtidos conforme metodologia descrita por Silva & Queiroz (2002).

Para a determinação da taxa de deposição de proteína e gordura corporal (g/dia), eficiência de deposição de proteína (g) e energia retida na carcaça (kcal/dia), foi utilizada a metodologia descrita por Fraga et al. (2008).

A taxa de deposição de proteína corporal (TDP) foi calculada por meio do abate feito a partir do grupo adicional de 50 codornas ao nascimento, comparadas com aquelas codornas abatidas ao término do período experimental. A taxa de deposição de proteína corporal (g) foi calculada segundo a fórmula:

$$TDP = (QP_{cf} - QP_{ci})/PE,$$

em que, QP_{cf} foi a quantidade, em gramas, de proteína na carcaça final; QP_{ci} foi a quantidade de proteína na carcaça inicial e PE foi o período experimental, em dias. QP_{cf} foi obtida multiplicando o peso da carcaça de um determinado indivíduo, ao final do experimento, pela respectiva proteína bruta da carcaça (PBC), enquanto QP_{ci} foi obtida pelo peso do respectivo indivíduo, ao início do experimento, multiplicando pelo rendimento médio de carcaça e pela PBC média de seu grupo adicional (média das 50 codornas abatidas inicialmente).

A taxa de deposição de gordura corporal (TDG) foi calculada segundo a equação:

$$TDG = (QG_{cf} - QG_{ci})/PE,$$

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

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

$$ERC = 5,66 TDP + 9,37 TDG,$$

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

Para o rendimento de carcaça foram utilizadas quatro codornas por unidade experimental, as quais foram submetidas a 4 horas de jejum. Após a eutanásia, as aves foram sangradas por 2 minutos em cone adaptado ao abate de codornas e escaldadas por 20 a 40 segundos a temperatura de 53 a 55°C. A depena, foi feita de forma manual e, em seguida foram evisceradas através de cortes abdominais realizados com tesoura cirúrgica.

Para o cálculo de rendimento de carcaça, foi considerado o peso da carcaça eviscerada, sem os pés e cabeça, em relação ao peso vivo, que foi obtido

individualmente antes do abate das aves. Para o rendimento de cortes nobres, foi considerado o rendimento de peito inteiro e pernas (coxa e sobrecoxa), sendo calculado em relação ao peso da carcaça eviscerada.

Para estudar o efeito dos tratamentos sobre o diâmetro das fibras musculares esqueléticas estriadas das codornas de corte, foi retirada uma amostra da porção superior do músculo *Pectoralis major* direito de duas aves por unidade experimental.

Após a coleta, as amostras foram mantidas à temperatura ambiente durante 15 minutos (Khan, 1977), sendo aparadas e reduzidas a fragmentos de 1,0 x 0,5 cm, envolvidas em talco branco e em seguida, congeladas em nitrogênio líquido (Chayen et al., 1969). Depois do total congelamento foram armazenadas em *freezer* a -80°C.

No momento do processamento as amostras foram transferidas com antecedência de 1 hora para a câmara do micrótomo criostato TISSUE TEK II com temperatura de -26°C. Para realização dos cortes, cada amostra foi afixada em suporte metálico, com adesivo especial “Tissue Tek OCT” (Optimal Cristal Temperature) e em seguida foram realizados cinco cortes, com 8µm de espessura, orientados no sentido transversal da fibra, capturados com lâmina de vidro para histologia (Pullen, 1977) e armazenados em *freezer* a -18°C por no máximo 24 horas.

As lâminas foram coradas com Hematoxilina-Eosina (HE) para a avaliação da morfologia geral do tecido estudado sendo analisados em microscópio de luz acoplado a câmara digital. As imagens obtidas foram analisadas por meio do programa Motic Imagens®. Foram capturadas 10 imagens do tecido muscular, por ave avaliada, com ampliação final equivalente a objetiva 40X. Foram mensuradas 200 fibras por ave totalizando 1.200 medidas, utilizando o método de mensuração do menor diâmetro da fibra (Dubowitz, 1985), avaliando o grau de hipertrofia.

A fim de quantificar o ácido úrico e creatinina no soro sanguíneo foram coletadas amostras de sangue de três aves por unidade experimental. Obedecendo ao esquema de alimentação segundo Pinto et al. (2002): uma hora de jejum, uma hora de alimentação, uma hora de jejum, uma hora de alimentação e, um jejum de três horas, para padronizar o plasma sanguíneo.

Foi colhido em média 5 mL de sangue por ave. O sangue coletado foi acondicionado em tubo sem anticoagulante para a obtenção do soro. Em seguida as amostras foram centrifugadas a 3.000 rpm por 15 minutos, sendo então, recolhido o

soro em tubos tipo eppendorf. A dosagem do ácido úrico e a dosagem de creatinina foram realizadas, utilizando kits analíticos da marca Gold Analisa®.

Para a avaliação da porcentagem de pena, duas aves por unidade experimental foram pesadas, posteriormente, sacrificadas por deslocamento cervical, escaldadas com água a 50°C e depenadas manualmente. Em seguida, as carcaças foram enxutas com papel absorvente e pesadas novamente. A metodologia adotada foi a proposta por Cooper et al. (1997) e Lowe et al. (1985) que determina o peso das penas por meio do cálculo da diferença de peso antes e após serem depenadas individualmente. O peso das penas adquirido por diferença foi utilizado na equação que determina a porcentagem das penas em relação ao peso da carcaça.

A análise estatística dos dados foi realizada por meio do método de quadrados mínimos, utilizando o Sistema para Análises Estatísticas – SAEG (versão 7.1), de acordo com o modelo:

$$Y_{ijk} = b_0 + b_1L_i + b_2A_j + b_3L_i^2 + b_4A_j^2 + b_5LA_{ij} + FA + e_{ijk}$$

Y_{ijk} = variável medida na unidade experimental k , alimentada com dieta contendo o nível i de valina e o nível j de isoleucina;

b_0 = constante geral;

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

V_i = nível de valina digestível; $V_1 = 0,90$; $V_2 = 1,10$; $V_3 = 1,30$ e $V_4 = 1,50\%$;

I_j = nível de isoleucina digestível, $I_1 = 0,80$; $I_2 = 1,00$; $I_3 = 1,20$ e $I_4 = 1,40\%$;

b_2 = coeficiente de regressão linear em função do nível de isoleucina digestível;

b_3 = coeficiente de regressão quadrático em função do nível de valina digestível;

b_4 = coeficiente de regressão quadrático em função do nível de isoleucina digestível;

b_5 = coeficiente de regressão linear em função da interação entre o nível de valina digestível e nível de isoleucina digestível;

FA = falta de ajustamento do modelo de regressão;

e_{ijk} = erro aleatório associado a cada observação.

Resultados e Discussão

Não houve interação ($P > 0,05$) entre valina digestível (VD) e isoleucina digestível (ID) sobre as variáveis de desempenho no período de 15 a 35 dias de idade. A ausência

de interação indica que os diferentes níveis de VD e ID, adicionados às rações, agiram de maneiras independentes sobre o desempenho das aves.

O desempenho de codornas de corte, no período de 15 a 35 dias de idade, não foi influenciado ($P>0,05$) pelo aumento dos níveis de valina digestível (VD) e isoleucina digestível (ID) nas rações experimentais (Tabela 3).

A ausência de significância sugere que os menores níveis avaliados, de 0,82% de valina digestível e de 0,73% de isoleucina digestível, foram suficientes para atender as exigências nutricionais de codornas de corte nesta fase de crescimento.

Thornton et al. (2006) ao trabalharem com frangos de corte de 22 a 42 dias de idade, observaram aumento linear do ganho de peso das fêmeas com o aumento dos níveis de valina de 0,64% para 0,87%, enquanto os machos responderam de forma quadrática, apresentando melhores resultados com 0,73% de valina.

Por outro lado Kidd et al. (2004) verificaram que a suplementação de isoleucina em dietas com redução dos níveis proteicos (de 18,6% para 17,5%) resultou em ganho de peso e qualidade de carcaça de frangos semelhantes ao tratamento controle. Os autores recomendam níveis entre 0,67% e 0,71% de isoleucina na dieta para a fase de 18 a 30 dias, 0,64% a 0,66% de 30 a 42 dias e 0,55% a 0,66% de 42 a 56 dias.

Houve efeito de interação ($P<0,05$) em função do aumento dos níveis de valina e isoleucina digestível para o teor de proteína bruta obtida na análise da composição química corporal das codornas de corte (Tabela 4).

Tabela 3. Valores médios do desempenho de codornas de corte no período de 15 a 35 dias de idade em função dos níveis de valina e isoleucina digestível

VD (%)	0,82				1,02				1,22				1,42				CV
ID (%)	0,73	0,93	1,13	1,33	0,73	0,93	1,13	1,33	0,73	0,93	1,13	1,33	0,73	0,93	1,13	1,33	
CR (g/ave)	478,58	474,92	474,73	469,24	478,06	474,24	486,39	483,83	479,42	472,59	484,01	469,52	473,73	482,60	476,56	487,49	1,60
PC (g)	230,82	228,45	227,27	227,20	229,80	226,57	229,44	228,61	230,08	226,08	228,93	229,30	226,60	228,45	230,37	228,32	1,77
GP (g)	149,27	145,90	145,81	145,11	148,01	144,69	146,58	146,58	148,07	144,33	146,86	147,05	145,00	145,88	147,59	145,59	2,89
BCA (%)	183,09	176,74	179,02	176,79	180,98	176,73	176,94	178,70	180,53	176,56	178,97	178,81	177,70	176,69	178,37	175,98	3,28
CA (g/g)	3,21	3,26	3,26	3,24	3,23	3,28	3,32	3,30	3,24	3,27	3,30	3,20	3,27	3,31	3,23	3,35	2,38

Coeficiente de variação (CV); valina digestível (VD); isoleucina digestível (ID); consumo de ração (CR); peso corporal (PC); ganho de peso (GP); biomassa corporal acumulada (BCA) e conversão alimentar (CA).

Tabela 4. Valores médios da composição química corporal de codornas de corte no período de 15 a 35 dias de idade em função dos níveis de valina e isoleucina digestível

VD (%)	0,82				1,02				1,22				1,42				CV
ID (%)	0,73	0,93	1,13	1,33	0,73	0,93	1,13	1,33	0,73	0,93	1,13	1,33	0,73	0,93	1,13	1,33	
CQC (%)																	
Água	62,85	62,80	62,95	64,33	62,07	63,96	62,47	63,79	63,24	62,98	62,29	62,58	62,72	63,77	63,16	62,75	2,04
Proteína Bruta	58,47	55,64	55,12	53,03	54,66	54,70	54,91	54,07	54,54	52,29	55,39	56,50	56,88	55,27	54,64	56,17	4,51
Gordura	27,51	27,37	29,98	29,49	30,69	30,28	29,90	28,95	29,78	31,81	27,08	28,21	27,85	28,42	28,60	29,02	8,30
Cinzas	11,65	9,73	10,18	10,20	10,39	9,44	10,96	10,16	11,00	9,97	12,07	10,59	10,82	10,09	10,68	9,35	7,16
TDP (g/dia)	2,33	2,29	2,15	2,05	2,29	2,13	2,21	2,14	2,16	2,15	2,25	2,19	2,30	2,19	2,11	2,24	6,76
TDG (g/dia)	2,82	2,90	3,03	3,07	3,26	3,14	3,08	3,03	3,08	3,40	2,78	2,79	2,89	2,97	2,86	2,97	10,53
ERC (kcal/dia)	39,66	40,19	40,57	40,32	43,57	41,52	41,41	40,53	41,09	44,07	38,84	38,55	40,09	40,26	38,76	40,53	7,20
	Equação de Regressão								R ²	Estimativa				Efeito			
										ID		VD		ID		VD	
	PB = 71,6254 – 14,9697 VD – 14,3313 ID + 13,0414 VD*ID								0,31	-----		-----		Linear		Linear	
	TDP = 2,40434 – 0,183144 VD								0,88	-----		-----		NS		Linear	

Coefficiente de variação (CV); valina digestível (VD); isoleucina digestível (ID); composição química corporal (CQC); taxa de deposição de proteína (TDP); taxa de deposição de gordura (TDG); energia retida na carcaça (ERC); proteína bruta (PB) e não significativo (NS).

O teor de proteína bruta (PB) reduziu linearmente ($P < 0,05$) em função do aumento dos níveis de VD e ID, de acordo com a equação $PB = 71,6254 - 14,9697 VD - 14,3313 ID$, $R^2 = 0,31\%$. A taxa de deposição de proteína (TDP) decresceu linearmente ($P < 0,05$) em função do aumento dos níveis de valina digestível ($TDP = 2,40434 - 0,183144 VD$, $R^2 = 0,88\%$). A queda do teor de PB e da TDP era esperado, visto que, de acordo com Lesson (1995), a deposição de proteína é predeterminada pela genética e independente da quantidade ingerida ocorre limite de deposição diária não podendo ser compensado. Macari et al. (2008), afirmam que o aumento da proteína corporal ocorre em período limitado do desenvolvimento. Com o aumento da idade, a deposição de proteína reduz mais marcadamente, dando lugar a deposição de gordura.

Não houve efeito ($P > 0,05$) para o rendimento de carcaça das codornas de corte no período de 15 a 35 dias de idade em função do aumento dos níveis de valina e isoleucina digestível (Tabela 5).

Corzo et al. (2008) salientam que a suplementação de valina, em dietas com baixos teores proteicos, faz-se necessária de maneira a fornecer uma dieta em que as necessidades dos frangos de corte se encontrem próximas às exigidas, pois o mínimo desse aminoácido é requerido para o crescimento, conversão alimentar e rendimento de carcaça. Uma relação adequada de valina: lisina nas rações de frangos de corte, parece melhorar o rendimento de peito (Leclercq et al., 1998) e coxa (Corzo et al., 2008).

Segundo Pack et al. (2002) a síntese proteica da região do peito é o primeiro tecido comprometido quando uma dieta para frangos de corte possui limitação nos aminoácidos essenciais. Hale et al. (2004) relatam que dietas deficientes em isoleucina, resultam em redução no peso de peito de frangos de corte.

Tabela 5. Valores médios do rendimento de carcaça de codornas de corte no período de 15 a 35 dias de idade em função dos níveis de valina e isoleucina digestível

VD (%)	0,82				1,02				1,22				1,42				CV
ID (%)	0,73	0,93	1,13	1,33	0,73	0,93	1,13	1,33	0,73	0,93	1,13	1,33	0,73	0,93	1,13	1,33	
PV (g)	229,21	231,46	223,37	227,27	224,43	225,76	227,90	225,88	235,46	225,74	222,01	222,99	231,27	224,73	227,49	225,64	3,28
PCA (g)	149,03	151,57	148,84	147,80	149,53	146,54	150,11	148,48	159,28	151,73	150,33	145,18	150,64	150,83	149,47	147,78	4,31
RCA (%)	64,99	66,62	67,64	65,10	65,51	64,94	67,23	67,11	66,67	65,89	67,72	65,78	65,08	65,75	65,06	65,47	3,25
PPEI (g)	56,69	61,08	60,62	56,73	61,20	56,45	59,06	62,26	61,97	60,04	60,19	59,13	55,08	60,57	61,80	60,53	9,47
RPEI (%)	37,91	40,95	38,92	36,53	40,31	38,54	39,55	40,08	40,70	39,36	40,02	41,36	38,44	41,97	40,79	40,85	8,09
PPER (g)	34,62	35,45	33,65	32,60	35,53	34,64	36,24	35,07	30,97	32,94	32,97	34,74	34,66	34,80	36,35	36,72	7,66
RPER (%)	23,25	23,77	19,48	23,06	23,39	23,70	21,69	23,04	22,67	24,14	21,91	24,31	22,11	23,67	23,99	24,79	7,66

Coeficiente de variação (CV); valina digestível (VD); isoleucina digestível (ID); peso vivo (PV); peso de carcaça (PCA); rendimento de carcaça (RCA); peso de peito (PPEI); rendimento de peito (RPEI); peso de perna (PPER) e rendimento de perna (RPER).

Foi observado interação ($P < 0,05$) sobre o diâmetro das fibras musculares (DFM) em função do aumento dos níveis de VD e ID.

O DFM aumentou linearmente ($P < 0,05$) em função do aumento dos níveis de valina digestível (Tabela 6) e apresentou efeito quadrático ($P < 0,05$) em função do aumento dos níveis de isoleucina digestível, com estimativa de maior DFM (25,91 μm) obtido com rações que continham 1,03% de ID (Figura 1).

Potenza (2011) trabalhando com frangos de corte, aos 42 dias de idade constatou que a relação valina: lisina digestível de 74,77% promoveu aumento no diâmetro da fibra do músculo flexor longo do hálux (coxa).

Valina e a isoleucina são similares na estrutura e estes, junto com a leucina, pertencem ao grupo dos aminoácidos de cadeia ramificada, nome recebido pela sua estrutura molecular. Tais aminoácidos participam de 35% do tecido muscular, sendo necessário para síntese de proteína no músculo esquelético, melhorando ganho de massa muscular além de agir sobre os diferentes tipos de fibra muscular, brancas e vermelhas (Leclercq et al., 1998).

Os aminoácidos de cadeia ramificada são essencialmente anabólicos, ou seja, tem importante papel na síntese proteica, auxiliando no ganho de massa muscular (Shimomura et al., 2006). Diferentemente dos outros aminoácidos, eles são metabolizados especialmente nos músculos, e são utilizados para síntese de proteína e como fonte de energia.

O crescimento muscular está associado ao aumento do diâmetro das fibras, e segundo Johnston et al. (1975), o diâmetro das fibras é influenciado pelo nível nutricional da dieta.

Para o presente estudo, os crescentes níveis de valina e isoleucina digestível, não foram suficientes para causar efeito significativo sobre o crescimento das fibras musculares.

Tabela 6. Valores médios do diâmetro das fibras musculares de codornas de corte no período de 15 a 35 dias de idade em função dos níveis de valina e isoleucina digestível

VD (%)	0,82				1,02				1,22				1,42				CV ¹
ID (%)	0,73	0,93	1,13	1,33	0,73	0,93	1,13	1,33	0,73	0,93	1,13	1,33	0,73	0,93	1,13	1,33	
DFM (µm)	25,24	23,16	18,55	23,32	21,29	26,91	25,48	28,73	25,09	25,29	23,28	25,36	18,25	23,41	23,69	23,36	1,09
	Equação de Regressão								R ²	Estimativa				Efeito			
										VD		ID		VD		ID	
	DFM = -16,6759 + 3,4683 VD + 75,0804 ID - 36,4011 ID ² + 17,9649 VD*ID								1,00	-----		1,03%		Linear		Quadrático	

Coeficiente de variação (CV); valina digestível (VD); isoleucina digestível (ID) e diâmetro das fibras musculares (DFM).

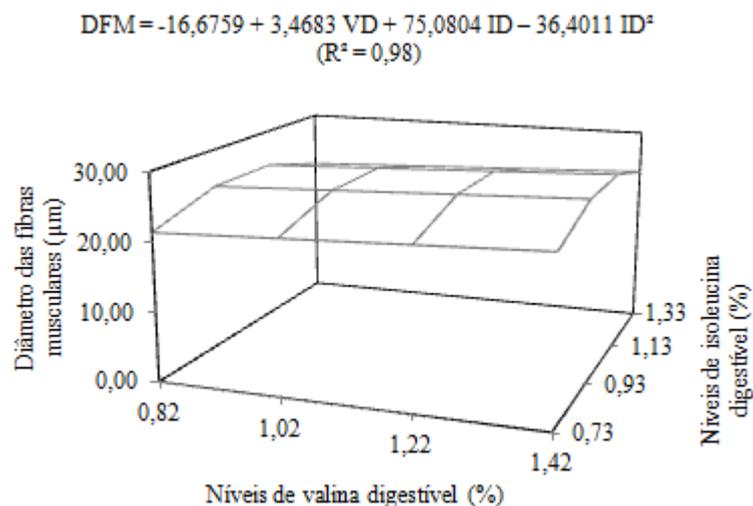


Figura 1. Diâmetro das fibras musculares de codornas de corte no período de 15 a 35 dias de idade em função dos níveis de valina e isoleucina digestível

Knizetova (1993) obteve relações negativas entre o diâmetro das fibras e o peso do músculo para linhagens de frangos de corte com gene do nanismo ligado ao sexo. Para Rehfeldt et al. (2000), a hipertrofia da fibra muscular pós-natal depende do número total de fibras musculares do músculo. A taxa de crescimento após o nascimento da fibra muscular individual é menor quando há elevado número de fibras no músculo e maior quando há reduzido número de fibras, demonstrando que o número de fibras musculares é inversamente correlacionado ao diâmetro da fibra muscular ao final do período de crescimento.

A quantidade de ácido úrico (AUR) foi influenciada de maneira quadrática ($P < 0,05$) em função do aumento dos níveis de isoleucina digestível (Tabela 7). O maior valor de AUR (6,24 mg/dL) foi estimado com rações contendo 1,03% de ID. A CRE apresentou efeito quadrático ($P < 0,05$) em função do aumento dos níveis de valina digestível com estimativa de máximo teor de 0,17 mg/dL, obtido com rações contendo 1,12% de valina digestível.

Tabela 7. Valores médios dos parâmetros sanguíneos de codornas de corte no período de 15 a 35 dias de idade em função dos níveis de valina e isoleucina digestível

VD (%)	0,82				1,02				1,22				1,42				CV
ID (%)	0,73	0,93	1,13	1,33	0,73	0,93	1,13	1,33	0,73	0,93	1,13	1,33	0,73	0,93	1,13	1,33	
AUR (mg/dL)	5,20	5,22	6,21	4,17	6,26	7,73	5,32	4,88	5,93	5,06	5,91	8,27	5,12	5,83	5,04	4,56	29,30
CRE (mg/dL)	0,15	0,17	0,17	0,17	0,13	0,18	0,13	0,18	0,16	0,17	0,17	0,14	0,16	0,17	0,15	0,13	14,92
Equação de Regressão									R ²	Estimativa				Efeito			
										VD	ID	VD	ID				
AUR = - 6,66808 + 25,0634 ID - 12,1311 ID ²									0,97	-----	1,03%	NS	Quadrático				
CRE = - 0,0588105 + 0,406024 VD - 0,181261 VD ²									0,65	1,12%	-----	Quadrático	NS				

Coefficiente de variação (CV); valina digestível (VD); isoleucina digestível (ID); ácido úrico (AUR); creatinina (CRE) e não significativo (NS).

Os maiores teores de ácido úrico e de creatinina encontrados no soro sanguíneo das codornas de corte, podem indicar que houve desbalanceamento ou excesso na ingestão de aminoácidos e proteínas, como foi observado nos resultados de desempenho, em que os maiores valores de VD e ID apresentaram resultados semelhantes aos níveis mais elevados de suplemento.

Segundo Araújo et al. (2002), as aves necessitam de quantidade de proteína ou de aminoácidos específicos que assegure suficiente reserva de nitrogênio para a síntese de aminoácidos não essenciais.

Hevia & Clifford (1977) evidenciaram que o metabolismo de ácido úrico é influenciado pelo nível de proteína da ração, ou seja, a excreção de nitrogênio aumenta linearmente com o consumo de proteína.

O conteúdo de creatina está correlacionado com o peso corporal (Cameron et al., 2003) e sua degradação diária para creatinina ocorre de maneira constante, sendo dependente da massa muscular (González & Scheffer, 2002). Estes autores ainda citam que a creatinina, por ser um produto no metabolismo do nitrogênio, deve ser removido do organismo continuamente através dos rins. Por isso altos níveis de creatinina podem indicar deficiência na funcionalidade renal e valores baixos podem ser explicados pela baixa ingestão de proteínas.

Não foi observado efeito ($P > 0,05$) para o empenamento de codornas de corte no período de 15 a 35 dias de idade em função dos níveis de valina e isoleucina digestível (Tabela 8). Chamruspollert et al. (2002a,b) constataram que as dietas com elevados teores de lisina podem influenciar a ação e as exigências de arginina, que, por sua vez, interferem nas exigências de metionina, afetando o desempenho das aves. Segundo Moran (1984) a produção de queratina das penas é dependente do conteúdo de metionina+cistina na dieta. Os aminoácidos valina e isoleucina também podem afetar o empenamento (Robel, 1977).

De acordo com Jaenisch et al. (2002) o desbalanceamento entre os aminoácidos de cadeia ramificada pode levar a formação de penas anormais e mau empenamento. O mau empenamento gera perdas econômicas diretas na comercialização das aves vivas, aumentando os custos de produção do frango abatido pelo aumento do número de carcaças condenadas.

O balanço de nitrogênio e o coeficiente de metabolizabilidade do nitrogênio não foram influenciados ($P>0,05$) em função dos níveis de valina e isoleucina digestível (Tabela 9).

O balanço de nitrogênio é caracterizado pela ingestão de nitrogênio, presente nas proteínas, menos o nitrogênio excretado, podendo ser negativo no caso de consumo de dietas hipocalóricas, em que parte da proteína ingerida é utilizada como fonte de energia. Balanço negativo também pode ser verificado ao fornecer dietas com quantidades inadequadas de aminoácidos essenciais (McDonald, 1993).

Tabela 8. Valores médios do empenamento de codornas de corte no período de 15 a 35 dias de idade em função dos níveis de valina e isoleucina digestível

Valina digestível (%)	Isoleucina digestível (%)	Empenamento (g)
0,82	0,73	9,74
	0,93	10,34
	1,13	7,10
	1,33	7,96
1,02	Isoleucina digestível (%)	
	0,73	9,88
	0,93	8,62
	1,13	8,31
1,22	1,33	8,47
	Isoleucina digestível (%)	
	0,73	8,40
	0,93	10,80
1,42	1,13	8,87
	1,33	8,76
	Isoleucina digestível (%)	
	0,73	9,19
Coeficiente de variação	0,93	10,20
	1,13	13,24
	1,33	8,35
	Efeito	NS

Não significativo (NS).

McDonald (1993) cita ainda que no estresse orgânico, o balanço negativo decorre tanto da ingestão deficiente de proteínas como da excreção excessiva de nitrogênio, decorrente do aumento do catabolismo proteico. Caso a ingestão de nitrogênio seja igual à excreção, o animal se encontra em equilíbrio nitrogenado, entretanto se a ingestão superar a excreção, o animal se encontra em balanço positivo.

A utilização de 20,5% de proteína bruta nas rações experimentais, somados com, diferentes níveis de valina e isoleucina digestível não foram suficientes para causar desequilíbrio na excreção nitrogenada das aves.

Tabela 9. Valores médios do balanço de nitrogênio e do coeficiente de metabolizabilidade do nitrogênio de codornas de corte no período de 15 a 35 dias de idade em função dos níveis de valina e isoleucina digestível

Valina digestível (%)	Isoleucina digestível (%)	BN (g/dia)	CM (%)
0,82	0,73	1,21	36,58
	0,93	1,12	36,68
	1,13	1,38	43,68
	1,33	0,94	32,39
Isoleucina digestível (%)			
1,02	0,73	1,30	42,72
	0,93	0,65	23,83
	1,13	1,39	40,67
	1,33	0,97	27,10
Isoleucina digestível (%)			
1,22	0,73	1,56	46,65
	0,93	1,29	40,03
	1,13	1,12	39,18
	1,33	1,24	44,57
Isoleucina digestível (%)			
1,42	0,73	1,11	32,10
	0,93	1,20	39,15
	1,13	1,11	36,04
	1,33	1,22	37,88
Coeficiente de variação		25,00	24,49
Efeito		NS	NS

Não significativo (NS).

Conclusão

Os menores níveis avaliados, de 0,82% de valina digestível e 0,73% de isoleucina digestível, correspondendo às relações valina: lisina 52% e isoleucina: lisina 46% foram suficientes para satisfazer as exigências nutricionais das codornas de corte no período de 15 a 35 dias de idade, sem comprometer o desempenho.

Literatura Citada

- AFTAB, U.; ASHRAF, M.; JIANG, Z. Low protein diets for broilers. **World's Poultry Science Journal**, v.62, p.688-701, 2006.
- ALLEN, N.K.; BAKER, D.H. Quantitative efficacy of dietary isoleucine and valine for chick growth as influenced by variable quantities of excess dietary leucine. **Poultry Science**, v.5, p.1292–1298, 1972.
- ARAÚJO L. F.; JUNQUEIRA, O. M.; ARAÚJO, C. S. S. et al. Diferentes critérios de formulação de rações para frangos de corte no período de 1 a 21 dias de idade. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v. 4, p.195-202, 2002.
- CAMERON, N.D.; McCULLOUGH, E.; TROUP, K. et al. Physiological responses to divergent selection for daily food intake or lean growth rate in pigs. **Animal Science**, v.76, p.27-34, 2003.
- CHAMRUSPOLLERT, M.; PESTI, G.M.; BAKALLI, R.I. The influence of labile dietary methyl donors on the arginine requirement of young broiler chicks. **Poultry Science**, v.81, p.1142-1148, 2002a.
- CHAMRUSPOLLERT, M.; PESTI, G.M.; BAKALLI, R.I. Dietary interrelationships among arginine, methionine, and lysine in young broiler chicks. **British Journal of Nutrition**, v.88, p.655-660, 2002b.
- CHAYEN, J.A.; BITENSKY, L.; BUTCHER, R.G. et al. **A guide to practical histochemistry**. London, Oliver: Boyd, 1969. p.261.
- COOPER, M.A.; WASHBURN, K.W. The relationships of temperature to weight gain, feed consumption, and feed utilization in broilers under heat stress. **Poultry Science**, v.77, p.237-242, 1997.
- CORZO, A.; MORAN Jr., E. T.; HOEHLER, D. Valine needs of male broilers from 42 to 56 days of age. **Poultry Science**, v.83, p.946–951, 2004.
- CORZO, A.; DOZIER, W.A; KIDD, M.T. Valine Nutrient Recommendations for Ross x Ross 308 Broilers. **Poultry Science**, v.87, p.335-338, 2008.
- COSTA, F.G.P.; ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T. et al. Níveis dietéticos de proteína bruta para frangos de corte de 1 a 21 e 22 a 42 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, p.1498-1515, 2001.
- DEAN, D.W.; BIDNER, T.D.; SOUTHERN, L.L. Glycine supplementation to low protein, amino acid-supplemented diets supports optimal performance of broiler chicks. **Poultry Science**, v.85, p.288–296, 2006.
- DUBOWITZ, V. **Muscle Biopsy: A Practical Approach**. 2. ed. London: Bailliere Tindall, 1985. 719p.

- FRAGA, A.L.; MOREIRA, I.; FURLAN, A.C. et al. Lysine requirement of starting barrows from two genetic groups fed on low crude protein diets. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v.51, p.49-56, 2008.
- GONZÁLEZ, F.H.D.; SCHEFFER, J.F.S. Perfil sanguíneo: ferramenta de análise clínica metabólica e nutricional. In: CONGRESSO NACIONAL DE MEDICINA VETERINÁRIA, 29., 2002, Gramado. **Anais...** Porto Alegre, 2002. p.5-17.
- HALE, L.L.; BARBER, S.J.; CORZO, A. et al. Isoleucine needs of thirty-two-day-old female chickens: growth and carcass response. **Poultry Science**, v.83, p.1986-1991, 2004.
- HAN, Y.; SUZUKI, H.; PARSONS, C. M. et al. Amino acid fortification of a low-protein corn and soybean meal diet for chicks. **Poultry Science**, v.71, p.1168– 1178. 1992.
- HEVIA, P.; CLIFOORD, A. J. 1977. Protein intake, uric acid metabolism and protein efficiency ratio in growing chicks. *Journal of Nutrition*, v.67, p.959-964, 1977.
- JAENISCH, F.R.F.; BARBI, J.H.; RIBEIRO, A.M. [2002]. **Mau empenamento em frangos de corte, uma nova síndrome?** Disponível em: <http://www.cnpsa.embrapa.br/down.php?tipo=artigos&cod_artigo=147> Acesso em: 11/12/2010.
- JENSEN, L.S.; COLNAGO, G.L. Amino acids and protein for broilers and laying hens. In: MARYLAND NUTRITIO CONFERENCE, 1991, Baltimore. Proceedings... Baltimore: University of Maryland, 1991. p.29-36.
- JOHNSTON, M.D.; STWART, D.F.; MOODY, W.G. et al. Effect and time of feed on size and distribution of breed muscle fiber types. **Journal of Animal Science**, v.40, p.613-620, 1975.
- KESHAVARZ, K. Investigation on the possibility of reducing protein, phosphorus, and calcium requirements of laying hens by manipulation of time of access to these nutrients. **Poultry Science**, v.77, p.1320-1332, 1998.
- KHAN, M.A. The histoenzymology of striated muscle fibres an overview. **Cellular Molecular Biology**, v. 22, p. 383-93, 1977.
- KIDD, M.I.; KERR, B.J.; ALLARD, J.F. et al. Limiting amino acid responses in commercial broilers. **Journal Applied Poultry Research**, v.9, p.223-233, 2000.
- KIDD, M.T.; BURNHAM, D.J.; KERR, B.J. Isoleucine needs of Ross male broilers. **British Poultry Science**, v.45, p.67-75, 2004.
- KNIZETOVA, H. Effects of the sex-linked dwarf gene (dw) on skeletal muscle cellularity in broiler chickens. **British Poultry Science**, v.34, p 479-485, 1993.

- LECLERCQ, B. Specific effects of lysine on broiler production: comparison with threonine and valine. **Poultry Science**, v.77, p.118-123, 1998.
- LEESON, S. Nutrição e qualidade de carcaça de frangos de corte. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLA, 1995, Curitiba. **Anais...** Campinas: FACTA, 1995. p.111-118.
- LOWE, P.C.; MERKLEY, J.W. Association of genotypes for rate of feathering in broilers with production and carcass composition traits. **Poultry Science**, v.65, p.1853-58, 1985.
- MACARI, M.; FURLAN, R.L.; GONZALES, E. **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**, 3. ed. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, 2008.p.375.
- McDONALD, P. Evaluation of foods (D) protein. **Nutrition Animal**, 4. ed. Zaragoza: Acríbia, 1993. p.29-57.
- MONGIN P. Recent advances in dietary ânion-cátion balance: applications in poultry. **Proceedings of the Nutrition Society**, v. 40, p. 285-294, 1981.
- MORAN JR., E.T. Pros and cons of reducing feed energy protein level. **Feed Management**, v.35, p.3-4, 1984.
- 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, p.675-686, 2002.
- PACK, M.; FICKLER, J.; RADEMACHER, M. et al. Amino acids in Animal Nutrition. Bucharest: Coral Snivet, **Degussa**, 2002. p.58.
- PEGANOVA, S.; EDER, K. Studies on requirement and excess of isoleucine in laying hens. **Poultry Science**, v.81, p.1714-1721, 2002.
- PINTO, R.; FERREIRA, A.S.; ALBINO, L.F.T. et al. Níveis de proteína e energia para codornas japonesas em postura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, p.1761-1770, 2002.
- POTENÇA, A. Relação valina: lisina digestível em rações para frangos de corte. 2011. 105p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá.
- PULLEN, A.H. The distribution and relative size of fiber type in the extensor digitorum longus and soleus muscles of the adult rat. **Journal of Anatomy**, v. 123, p. 467-86, 1977.
- REHFELDT, C.; FIEDLER, I.; DIETL, G. et al. Myogenesis and postnatal skeletal muscle cell growth as influenced by selection. **Livestock Production Science**, v. 66, p.177-188, 2000.

- ROBEL, E.J. A feather abnormality in chicks fed diets deficient in certain amino acids. **Poultry Science**, v.56, p.1968–1971, 1977.
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.L.; DONZELE, J.L. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 3. ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2011. 252p.
- SABINO, E.F.N.; SAKOMURA, N.K.; NEME, R. et al. Níveis proteicos na ração de frangos de corte na fase de crescimento. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.39, 2004.
- SAKOMURA, N.K. Modeling energy utilization in broiler breeders, laying hens and broilers. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v.6, p.1-11, 2004.
- SAKOMURA, N.K.; ROSTAGNO, H.S. **Métodos de pesquisa em Nutrição para Monogástricos**. Jaboticabal: Funep, 2007. 283p.
- SCHERER, C. **Exigência nutricional de energia metabolizável, lisina digestível e metionina+cistina digestível para codornas de corte em fase de crescimento**. 2009. 118p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá.
- SHIMOMURA, Y.; YAMAMOTO, Y.; BAJOTTO, G. S.; et al. Nutraceutical effects of Branched-Chain Amino Acids on Skeletal Muscle. **Journal of Nutrition**, v.136, p.529-532, 2006.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, J.S. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 2. ed. Viçosa: Imprensa Universitária, 2002. 235p.
- SILVA, R.M.; FURLAN, A.C.; TON, A.P.S. et al. Exigências nutricionais de cálcio e fósforo de codornas de corte em crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.1509-1524, 2009.
- THRONTON, S.A.; CORZO, A.; PHARR, G.T. et al. Valine requirements for immune and growth responses in broilers from 3 to 6 weeks of age. **British Poultry Science**, v.47, p.190–199, 2006.
- TON, A.P.S. **Exigências de treonina e triptofano digestível para codornas de corte**. 2010. 109p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá.