

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP
CAMPUS DE JABOTICABAL**

**NÍVEIS DE ISOLEUCINA E VALINA DIGESTÍVEIS EM
DIETAS CONTENDO FARINHA DE CARNE E OSSOS PARA
POEDEIRAS COMERCIAIS**

**Rodrigo Antonio Gravena
Zootecnista**

2012

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP
CAMPUS DE JABOTICABAL**

**NÍVEIS DE ISOLEUCINA E VALINA DIGESTÍVEIS EM
DIETAS CONTENDO FARINHA DE CARNE E OSSOS PARA
POEDEIRAS COMERCIAIS**

Rodrigo Antonio Gravena

Orientador: Dr. Prof. Otto Mack Junqueira

**Tese apresentada à Faculdade de Ciências
Agrárias e Veterinárias – Unesp, Câmpus de
Jaboticabal, como parte das exigências para
a obtenção do título de Doutor em Zootecnia**

2012

G775n Gravena, Rodrigo Antonio
Níveis de isoleucina e de valina digestíveis em dietas contendo
farinha de carne e ossos para poedeiras comerciais. / Rodrigo Antonio
Gravena. -- Jaboticabal, 2012
x, 51 f. ; 28 cm

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de
Ciências Agrárias e Veterinárias, 2012

Orientador: Otto Mack Junqueira

Banca examinadora: Silvana Martinez Baraldi Artoni, Karina
Ferreira Duarte, Janaina Della Torre Silva, Marcel Manente Boiago
Bibliografia

1. Aminoácidos digestíveis. 2. Aminoácidos plasmáticos.
3. Desempenho. 4. Qualidade dos ovos 5. Proteína Ideal. I. Título. II.
Jaboticabal-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 636.5:636.087



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
CAMPUS DE JABOTICABAL
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS DE JABOTICABAL

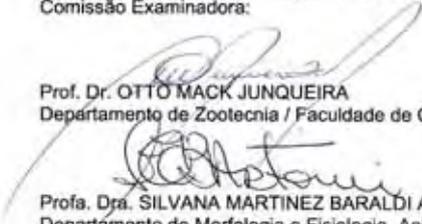
CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

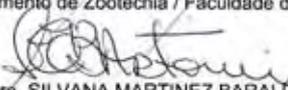
TÍTULO: NÍVEIS DE ISOLEUCINA E VALINA DIGESTÍVEIS EM DIETAS
CONTENDO FARINHA DE CARNE E OSSOS PARA POEDEIRAS CO
MERCIAIS

AUTOR: RODRIGO ANTONIO GRAVENA

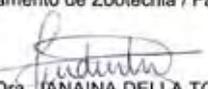
ORIENTADOR: Prof. Dr. OTTO MACK JUNQUEIRA

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de DOUTOR EM ZOOTECNIA , pela
Comissão Examinadora:


Prof. Dr. OTTO MACK JUNQUEIRA
Departamento de Zootecnia / Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal


Profa. Dra. SILVANA MARTINEZ BARALDI ARTONI
Departamento de Morfologia e Fisiologia Animal / Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias
de Jaboticabal


Profa. Dra. KARINA FERREIRA DUARTE
Departamento de Zootecnia / Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal


Profa. Dra. JANAINA DELLA TORRE DA SILVA
Departamento de Agroecologia / Universidade Federal de São Carlos / Araras/SP


Prof. Dr. MARCEL MANENTE BOJAGO
Departamento de Zootecnia / Universidade do Estado de Santa Catarina / Chapecó/SC

Data da realização: 03 de setembro de 2012.

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

Rodrigo Antonio Gravena – nascido em São Carlos em 07 de Junho de 1984. Em março de 2003 iniciou o curso de Zootecnia na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal (FCAV-UNESP), concluindo-o em Dezembro de 2007. Iniciou estágio no setor de Avicultura da Unesp de Jaboticabal em Maio de 2003 e terminou em Dezembro de 2007. Em Março de 2008 iniciou o curso de Mestrado em Zootecnia na FCAV-UNESP de Jaboticabal, sob orientação da Profa. Dra. Vera Maria Barbosa de Moraes e terminou em Fevereiro de 2010. Em Março de 2010 iniciou o curso de doutorado em Zootecnia na FCAV-UNESP de Jaboticabal, sob orientação do Prof. Dr. Otto Mack Junqueira, terminou em Setembro de 2012.

DEDICATÓRIA

Ofereço este trabalho à:

Minha mãe e toda minha família que sempre esteve presente na minha vida;

Ao Prof. Dr. Otto Mack Junqueira;

Todas as pessoas que me ajudaram em minha trajetória profissional;

Todas as pessoas que gostam de Ciência, e principalmente de aves.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente à minha mãe, meus irmãos (Ricardo e Rafael), minhas tias (Ermínea e Cida), minha vó Santa e à minha namorada, que foram pessoas essências em minha vida pessoal e profissional.

Ao professor Otto Mack Junqueira, pelas oportunidades e ensinamentos, me orgulho de ter sido seu último orientado de doutorado a defender.

Aos professores que participaram de minha qualificação: Sandra, Silvana, Karina e Vanessa.

Aos professores que participaram de minha defesa: Marcel, Silvana, Karina e Janaina.

Ao Rafael Henrique Marques pela amizade e pela parceria nos momentos bons e ruins.

Ao pessoal da pós-graduação e da graduação que sempre me ajudou na conduta dos experimentos, não vou citar nomes que posso esquecer algum, pois foram vários.

A Katiani e a Miryelle pela grande ajuda com as documentações e organização da defesa, muito obrigado pela paciência.

À todos meus amigos, em especial os da república Amoribunda (incluindo o Marcel).

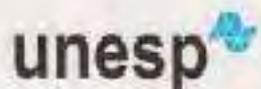
Aos funcionários do aviário e da fábrica de ração.

À Dona Creuza por todos os dias de alegria.

Muito obrigado a todos.

SUMÁRIO

CAPITULO 1 - CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	1
1. Introdução	1
2. Revisão da literatura.....	2
2.1. Proteína bruta e ideal na avicultura de postura comercial	2
2.2. Metabolismo e exigência de valina para poedeiras comerciais	4
2.3. Metabolismo e exigência de isoleucina para poedeiras comerciais	6
2.4. Antagonismo dos aminoácidos de cadeia ramificada	9
2.5. Excreção de nitrogênio e o ambiente	10
2.6. Farinha de carne e ossos na alimentação de poedeiras comerciais	12
3. Objetivos gerais	13
4. Referências bibliográficas	14
CAPITULO 2 – NÍVEIS DE ISOLEUCINA E VALINA DIGESTÍVEIS EM DIETAS CONTENDO FARINHA DE CARNE E OSSOS SOBRE O DESEMPENHO E QUALIDADE DE OVOS DE POEDEIRAS COMERCIAIS	25
1. Introdução	26
2. Material e métodos	27
3. Resultados e discussão	29
4. Conclusão	35
5. Referências bibliográficas	35
CAPITULO 3 - NÍVEIS DE ISOLEUCINA E VALINA DIGESTÍVEIS EM DIETAS CONTENDO FARINHA DE CARNE E OSSOS SOBRE O METABOLISMO DE NITROGÊNIO E NÍVEIS PLASMÁTICOS DE AMINOÁCIDOS DE POEDEIRAS COMERCIAIS	39
1. Introdução	40
2. Material e métodos	41
3. Resultados e discussão	44
4. Conclusão	48
5. Referências bibliográficas	48
CAPITULO 4 – IMPLICAÇÕES GERAIS.....	51



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Câmpus de Jaboticabal



CEUA – COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS

CERTIFICADO

Certificamos que o Protocolo nº 016319/10 do trabalho de pesquisa intitulado "**Avaliação da relação da lisina, isoleucina e valina para poedeiras recebendo dietas com inclusão de farinha de carne e ossos sobre o desempenho, qualidade dos ovos e balanço de nitrogênio**", sob a responsabilidade do Prof. Dr. Otto Mack Junqueira, está de acordo com os Princípios Éticos na Experimentação Animal, adotado pelo Colégio Brasileiro de Experimentação (COBEA) e foi aprovado pela COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS (CEUA), em reunião ordinária de 18 de agosto de 2010.

Jaboticabal, 19 de agosto de 2010.

Prof. Dr. Jeffrey Frederico Lui
Presidente - CEUA

Med. Vet. Maria Alice de Campos
Secretária - CEUA

DIFERENTES RELAÇÕES DE ISOLEUCINA:LISINA E VALINA:LISINA DIGESTÍVEIS EM DIETAS CONTENDO FARINHA DE CARNE E OSSOS PARA POEDEIRAS COMERCIAIS

RESUMO – Avaliou-se o desempenho, a qualidade de ovos, o metabolismo de nitrogênio e os níveis de aminoácidos plasmáticos de poedeiras comerciais alimentadas com rações formuladas à base de milho e farelo de soja com a inclusão de farinha de carne e ossos e diferentes relações de isoleucina:lisina e valina:lisina digestíveis. Foram utilizadas 640 poedeiras da linhagem Isa Brown com 40 semanas de idade distribuídas em delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 3x3+1, sendo 0,55; 0,62 e 0,70% de isoleucina e 0,60; 0,67 e 0,75% de valina digestíveis (dietas basais com 15,09% de proteína bruta e 0,75% de lisina digestível) e, o tratamento controle com 17,55% de proteína bruta, totalizando 10 tratamentos com oito repetições e oito aves por parcela. O peso dos ovos das aves alimentadas com dieta controle foi maior em relação ao peso dos ovos das aves que receberam os outros tratamentos, a unidade Haugh dos ovos das aves que receberam 0,70% de isoleucina na dieta foi menor do que os ovos provenientes de aves alimentadas com dietas contendo 0,62% de isoleucina. As dietas contendo 0,55% de isoleucina, independentemente do nível de valina, proporcionaram menor porcentagem de albúmen e maior porcentagem de gema. As aves alimentadas com ração controle ingeriram e excretaram maior quantidade de nitrogênio em relação aos outros tratamentos. De acordo com os níveis plasmáticos obtidos, a isoleucina demonstrou efeito antagônico com a valina e metionina, e o aumento da suplementação com isoleucina e valina elevaram os níveis plasmáticos destes aminoácidos. Conclui-se que o peso dos ovos, a ingestão e excreção de nitrogênio são influenciados pelo nível de proteína bruta da dieta e, os níveis de isoleucina afetam a qualidade dos ovos e exercem efeito antagônico com outros aminoácidos.

Palavras-chave: aminoácidos digestíveis, aminoácidos plasmáticos, desempenho, metabolismo de nitrogênio, qualidade dos ovos

**DIFFERENT ISOLEUCINE: LYSINE AND VALINE: LYSINE DIGESTIBLE
RELATION IN DIETS CONTAINING MEAT AND BONES MEAL FOR
COMMERCIAL LAYERS**

ABSTRACT - We evaluated the performance, egg quality, the metabolism of nitrogen and amino acid plasma levels of laying hens fed diets based on corn and soybean meal with the inclusion of meat and bone meal and different relations isoleucine to lysine and valine to lysine digestible. A total of 640 Isa Brown hens strain at 40 weeks old, were distributed in a completely randomized in a factorial 3x3 +1, being 0.55, 0.62 and 0.70% of isoleucine and 0.60, 0.67 and 0.75% of digestible valine (basal diets with 15.09% crude protein and 0.75% lysine) and the control treatment with 17.55% crude protein, totaling 10 treatments with eight replicates of eight birds plot. The weight of the eggs of birds fed the control diet was higher in relation to the weight of the eggs of birds fed the other treatments, Haugh unit of eggs from birds fed 0.70% dietary isoleucine was lower than the eggs of birds fed diets containing 0.62% isoleucine. Diets containing 0.55% isoleucine, valine regardless of level, reduced the percentage of albumen and yolk percentage higher. The birds fed the control diet ingested and excreted larger amounts of nitrogen relative to other treatments. According to the plasmatic levels obtained, showed an antagonistic effect with isoleucine to valine and methionine and increased supplementation isoleucine and valine increased the plasma levels of these amino acids. We conclude that the eggs weight, intake and nitrogen excretion are influenced by the levels of crude protein in the diet and levels of isoleucine affect egg quality and exert antonistic effect with other amino acids.

Keywords: amino acid digestibility, egg quality, ideal protein, nitrogen metabolism, performance, plasma amino acids

CAPITULO 1 - CONSIDERAÇÕES GERAIS

1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos a avicultura de postura tem evoluído muito e, como segmento importante na produção de alimento humano de alto valor biológico, tem se adequando às técnicas que possibilitam a melhoria da eficiência de produção (RODRIGUES et al., 2005). Devido ao melhoramento genético as aves tornaram-se mais precoces, com alto pico de produção, resultando na geração de grande volume de resíduos, principalmente em áreas de maior concentração animal. O uso de rações desbalanceadas em nutrientes, além de diminuir a eficiência produtiva e aumentar os custos de produção, agravam os danos causados ao meio ambiente (CUPERTINO et al., 2009).

Barbosa Filho (2004) verificou que o Brasil vem se destacando nas exportações de ovos e aumentando a sua participação neste cenário a cada ano, e afirmam ainda, que uma das maiores perspectivas com relação ao futuro, diz respeito ao mercado externo. Isto pode ser comprovado de acordo com o levantamento realizado pelo IBGE, onde a produção de ovos de galinha foi crescente em todos os meses de 2011 e alcançou 659,024 milhões de dúzias no 4º trimestre de 2011, um aumento de 6% em relação ao 4º trimestre anterior e de 1,4% comparando-se com o 3º trimestre de 2011. No acumulado de 2011 (janeiro a dezembro) a produção atingiu o patamar de 2,563 bilhões de dúzias, 4,3% superior ao mesmo período de 2010 (IBGE, 2012).

A proteína é um nutriente importante por desempenhar várias funções no organismo, tais como: formação e manutenção de tecidos, hormônios e enzimas, atua como fonte secundária de energia, transporta e armazena gorduras e minerais, auxilia na pressão osmótica e participa da formação de espermatozoides e óvulos e também no transporte de oxigênio (SCOTT et al., 1982; BERTECHINI, 1997).

Para Murakami et al. (2003), o ovo é um alimento de elevado valor nutritivo e possui proteína de alto valor biológico. Como componentes essenciais dos ovos, os aminoácidos constituem as moléculas protéicas presentes no albúmen e gema (LEESON; SUMMERS, 2001a). Assim, ao proporcionar suprimento adequado de

proteína e aminoácidos dietéticos às aves de postura, pode-se garantir o desenvolvimento e manutenção corporal das mesmas, além de permitir a regulação do tamanho dos ovos, minimizar a excreção de nitrogênio, melhorar sua eficiência de utilização e reduzir os custos de produção.

Pelo fato dos aminoácidos participarem de uma grande variedade de reações metabólicas no organismo animal, pensava-se que qualquer excesso ou deficiência dos mesmos, não provocaria efeitos negativos. No entanto, tem-se observado que a ingestão desproporcional de aminoácidos (essenciais ou não essenciais) em quantidades ou padrões diferentes daqueles requeridos para máxima utilização pelos tecidos, resultam em efeitos adversos ao animal (SCHMIDT et al., 2010) e interferem diretamente na resposta produtiva das aves poedeiras (CUPERTINO et al., 2009).

Assim, níveis excessivos de proteína na ração não significam apenas alto custo de formulação, mas também problemas no desempenho produtivo. Porém, com a produção em nível comercial de aminoácidos industriais, os nutricionistas passaram a formular rações com menor custo e níveis mais adequados de aminoácidos (ARAÚJO et al., 2002).

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1. Proteína bruta e ideal na avicultura de postura comercial

A avicultura de postura tem evoluído muito como segmento importante na produção de alimento humano de alto valor biológico, e tem se adequadado às técnicas que possibilitam a melhoria da eficiência de produção das aves (RODRIGUES et al, 2005).

A nutrição de poedeiras comerciais é uma importante ferramenta para a garantia dos níveis elevados de produção atingidos pelas linhagens comerciais modernas e, apresenta desafios relacionados que devem ser constantemente monitorados (STRINGHINI et al., 2005).

A proteína dietética influencia o desempenho dos animais e sua eficiência de utilização é dependente da quantidade, da composição e da digestibilidade de seus aminoácidos, os quais são exigidos em níveis específicos pelas aves (DALE, 1994).

Níveis elevados de proteína bruta na ração aumentam a carga de calor a ser dissipado, o que pode comprometer o desempenho das aves (COSTA et al., 2004) e, a redução destes níveis resulta em decréscimo da produção de calor, ajudando a ave a manter seu balanço energético em condições de elevadas temperaturas. Assim, uma das alternativas citadas pela literatura, seria a utilização de dietas com baixo teor protéico, porém suplementadas com aminoácidos sintéticos, a fim de atender as exigências recomendadas para uma determinada linhagem (PENZ JUNIOR, 1989).

Em condições de temperatura elevada, o ideal para se manter o balanço energético das aves, seria a redução do nível protéico da dieta, o que implicaria em uma queda no catabolismo da proteína, resultando em decréscimo na produção de calor (DAGHIR, 1995). Desta forma, deve-se aumentar a quantidade de aminoácidos sintéticos com o mínimo incremento de proteína para não ocorrer aumento na produção de calor endógeno gerado pela digestão protéica (GARCIA, 2004).

Segundo Barros (2004), a escolha do nível adequado de proteína é favorável tanto para a ave, que poderá desempenhar suas funções metabólicas de forma potencializada, quanto para o produtor, que poderá maximizar seus recursos financeiros pela economia com fontes protéicas.

A dieta deve garantir os aminoácidos essenciais em nível adequado de proteína bruta para assegurar um satisfatório *pool* de nitrogênio para síntese de aminoácidos (NRC, 1994). Os aminoácidos que compõem a proteína dos ingredientes utilizados na alimentação animal não estão totalmente disponíveis para a absorção. Os aminoácidos dos alimentos não são completamente absorvidos pelo organismo animal, e a proporção em que cada aminoácido é utilizado varia entre os alimentos (JOHNS et al., 1986; ALBINO et al., 1992).

Parsons e Baker (1994) definiram a proteína ideal como sendo uma mistura de aminoácidos ou de proteínas com total disponibilidade de digestão e metabolismo, capazes de fornecer sem excessos ou deficiências as necessidades absolutas de todos os aminoácidos requeridos para manutenção e produção da ave, favorecendo a deposição protéica com máxima eficiência.

No entanto, para poedeiras sob condições comerciais, as metas de produção raramente são atingidas quando o nível de proteína bruta na dieta é menor do que

15%, pois ocorre redução da produção e do retorno econômico, mesmo com suprimento de aminoácidos essenciais, pois com níveis muito reduzidos de proteína bruta há deficiência de nitrogênio para síntese de aminoácidos não-essenciais (KESHAVARZ; JACKSON, 1992). Ainda, níveis muito baixos de proteína promovem aumento da mortalidade, canibalismo e redução do empenamento, afetando principalmente poedeiras marrons (LEESON; SUMMERS, 2001b).

2.2. Metabolismo e exigência de valina para poedeiras comerciais

Uma progressiva redução da proteína bruta na dieta tem levado a uma situação onde aminoácidos que estão presentes em dietas com níveis normais de proteína, limitam o desempenho das aves. Dentre estes aminoácidos estão inclusos a valina e a isoleucina (PEGANOVA; EDER, 2002a).

A valina é um aminoácido alifático similar à leucina e à isoleucina em estrutura e função. Este aminoácido é muito hidrofóbico e se encontra como constituinte das proteínas. As fontes importantes de valina são as farinhas de soja, pescados e carnes.

Os aminoácidos de cadeia ramificada, leucina, isoleucina e valina, são aminoácidos essenciais aos animais, e são principalmente metabolizados no músculo esquelético. Além disso, é sabido que ocorre antagonismo entre estes aminoácidos. Quando os animais consomem uma quantidade excessiva de um dos aminoácidos de cadeia ramificada, as concentrações dos outros aminoácidos no plasma e músculos diminuem (SMITH; AUSTIC, 1978).

Em estudo avaliando o antagonismo entre os aminoácidos de cadeia ramificada, Peganova e Eder (2003) verificaram que, aparentemente, o excesso de isoleucina não estimula a atividade da enzima desidrogenase de α -cetoácido de cadeia ramificada, enzima responsável pela degradação de aminoácidos de cadeia ramificada, quando existe normal ingestão de valina e de leucina, sendo a concentração destes aminoácidos no plasma independentes da concentração de isoleucina na dieta. A alta concentração de valina e leucina na dieta e suplementação excessiva de isoleucina não aumentaram os níveis de isoleucina no plasma provavelmente devido ao aumento da oxidação dos três aminoácidos de cadeia ramificada, resultado do aumento da ingestão de leucina.

Harris et al. (2001) afirmaram que o aumento do consumo de leucina estimula a atividade da enzima desidrogenase de α -cetoácido de cadeia ramificada, que é a enzima chave na degradação dos 3 aminoácidos de cadeia ramificada.

Para minimizar o antagonismo entre estes aminoácidos e buscar maior eficiência de utilização na dieta de poedeiras, ao longo dos anos diversos estudos vêm sendo realizados para avaliar as exigências de poedeiras.

Em 1971, o NRC não apresentava recomendações de exigência de valina para poedeiras. A partir de 1977, o NRC citou a recomendação da ingestão de 550 mg/ave/dia. Já em 1984, o NRC recomendava 600 mg/ave e a última versão do NRC (1994) recomendava 700 mg/ave/dia. Rostagno et al. (2005) sugeriram 675 mg de valina digestível/dia para poedeiras semi-pesadas com 1,8 kg de peso corporal e massa de ovos de 50 g/dia e relação de 90% de valina:lisina digestíveis. Mas recentemente, Rostagno et al. (2011) recomendaram para a massa de ovos de 52 g e aves com peso corporal de 1,8 kg a ingestão diária de 735 mg de valina digestível e relação de 95% de valina: lisina digestíveis.

Os níveis de valina entre 0,54 e 0,72% são descritos na literatura com o objetivo de melhorar o desempenho de poedeiras (JOHNSON; FISHER, 1958; HURWITZ; BORNSTEIN, 1973), quantidade absoluta de valina exigida para o desempenho ideal, que se situa entre 610 e 786 mg por galinha por dia (McDONALD; MORRIS, 1985; JENSEN; COLNAGO, 1991).

Harms e Russell (2001) avaliaram o requerimento de valina para poedeiras alimentadas com dietas a base de milho e farelo de soja e com níveis de valina variando de 0,525 a 0,765%. Pela análise de regressão de *broken-line*, foi verificado requerimento diário de valina para produção de ovos, peso dos ovos e conteúdo dos ovos, de respectivamente, 592,5; 677,7 e 619,0 mg/ave. De acordo com Bregendahl et al. (2008) o requerimento diário necessário de valina digestível verdadeira para a máxima massa de ovos foi de 501 mg/ave, sendo de 93% a relação com a lisina digestível.

Peganova e Eder (2002a) fizeram três ensaios dose-resposta sobre o desempenho de poedeiras suplementadas com valina. Os ensaios 1 e 2 foram realizados no período de 25 a 32 semanas de idade das aves e o ensaio 3 no período de 46 a 52 semanas de idade. Os níveis avaliados de valina na dieta

variaram de 0,44 a 0,86% (ensaio 1) e 0,51 a 1,36% (ensaios 2 e 3). Os níveis ótimos para massa de ovos foram 0,615; 0,685 e 0,585% nos ensaios, correspondendo a ingestão diária de 609, 782 e 651mg, respectivamente nos ensaios 1, 2 e 3. Neste estudo foi concluído que a marginalidade entre a necessidade e o excesso de valina é muito ampla em poedeiras.

Estudos avaliando a limitância da valina na dieta de poedeiras são escassos na literatura, porém, para frangos de corte, este aminoácido é potencialmente limitante em dietas compostas principalmente por milho e farelo de soja (HAN et al., 1992; CORZO; MORAN; HOEHLER, 2004; THRONTON et al., 2006).

Kidd e Hackenhaar (2006) criaram situações variando os tipos de ingredientes utilizados nas rações de frangos de corte, na tentativa de supor qual seria o quarto aminoácido limitante após a treonina para cada uma das circunstâncias criadas. Segundo os autores, quando se usa milho e farelo de soja como ingredientes fornecedores da proteína dietética, a valina foi o quarto aminoácido limitante. Corzo, Moran e Hoehler (2004) e Thronton et al. (2006), descreveram a importância de se manter os níveis adequados de valina na dieta ao reduzir a proteína bruta, particularmente em dietas basais.

2.3. Metabolismo e exigência de isoleucina para poedeiras comerciais

A isoleucina é membro da família alifática (cadeia hidrocarbonada) de aminoácidos hidrofóbicos que se encontram principalmente no interior de proteínas e enzimas, é potencialmente limitante em dietas para poedeiras com baixa proteína bruta e suplementada com lisina, metionina e triptofano (JENSEN; COLNAGO, 1991; KESHAVARZ, 1998). A quantidade de isoleucina em grãos de cereais (milho, sorgo e trigo) e no farelo de soja, quando misturados à dieta de frangos de corte indicam que pode ser o quarto aminoácido limitante depois da treonina (FERNANDEZ et al., 1994; KIDD; BURNHAM; KERR, 2004).

Estudos sobre a exigência de isoleucina para poedeiras vêm sendo feitos há algum tempo e os resultados são bastante contraditórios. O National Research Council (NRC, 1971) sugeria que a dieta de poedeiras deveria ter 0,5% de Isoleucina. No entanto, o NRC (1977) e o NRC (1984) recomendavam a ingestão diária de 550 mg, porém a última sugestão do NRC (1994) foi de 650 mg/ave.

Mcdonald e Morris (1985) estimaram que a exigência diária de isoleucina fosse de 588 a 708 mg para a massa de ovos de 50 g e peso corporal da ave de 2,0 kg. Porém, Gous, Griessel e Morris (1987) recomendaram a ingestão diária de 650 a 750 mg de isoleucina por ave para o desempenho máximo com massa diária de ovos de 51 g e peso corporal da ave de 1,9 kg. A recomendação feita por Huyghebaert et al. (1991) para poedeiras com 32 a 36 semanas de idade foi de 809 a 834 mg por dia para massa de ovos de 55 g e de 920 a 950 mg por dia para aves com 52 a 56 semanas de idade.

Coon e Zhang (1999) e Schutte (1998) estimaram a exigência diária de isoleucina digestível para poedeiras de 579 mg e 550 mg, respectivamente. Rostagno et al. (2005) recomendaram a ingestão diária de 623 mg de isoleucina digestível para poedeiras semi-pesadas com peso corporal de 1,8 kg e massa de ovos de 50 g/dia, com relação de 83% de isoleucina:lisina digestíveis, porém, Rostagno et al. (2011) sugeriram para poedeiras semi-pesadas com 1,8 kg de peso corporal e 52 g de massa de ovos a ingestão diária de isoleucina digestível de 588 mg/ave e relação de 76% de isoleucina:lisina digestíveis.

Harms e Russell (2000) avaliaram o requerimento de isoleucina na dieta de poedeiras a base de milho e farelo de soja, fornecendo suplementação do aminoácido variando de 0,49 a 0,61%. O nível ótimo encontrado para produção de ovos, peso dos ovos e conteúdo de ovos foi de 589,2; 601,2 e 601,4 mg por dia, respectivamente. Em estudo semelhante, Shivazad et al. (2002) avaliaram os níveis de isoleucina variando de 0,39 a 0,60%, sendo o nível ótimo 449,8; 497 e 469 mg/dia para produção de ovos, peso dos ovos e massa de ovos, respectivamente.

Segundo Bregendahl et al. (2008) o requerimento diário de isoleucina digestível para máxima massa de ovos é de 426 mg/ave, sendo de 79% a relação com a lisina digestível.

Em estudo semelhante, Peganova e Eder (2002b) avaliaram o requerimento e o excesso de isoleucina na dieta de poedeiras, realizando três ensaios variando os níveis de 0,37 a 1,05% de isoleucina e o quarto ensaio avaliando a retenção de N das aves recebendo níveis variando de 0,37 a 0,57%. As aves que receberam suplementação acima de 0,8% apresentaram redução no peso corporal e acima de

1,0%, redução na massa de ovos. Este estudo mostrou que a margem entre requerimento e excesso de isoleucina é estreita.

Alguns estudos relatam o antagonismo existente entre a valina, isoleucina e leucina em aves (D`MELLO; LEWIS, 1970 e TUTTLE; BALLOUN, 1976), sendo este fato explicado pela similaridade na estrutura ramificada dos aminoácidos, compartilhamento de comuns sistemas de transporte através da membrana celular e utilização das mesmas enzimas de degradação (HARPER, 1984)

O excesso de aminoácidos ramificados na dieta de aves pode reduzir a concentração dos neurotransmissores noradrenalina, dopamina e 5-hidroxitriptamina no cérebro, causando anorexia secundária em frangos, sendo estes sintomas aliviados com a suplementação de seus precursores na dieta, fenilalanina e triptofano (HARRISON; D`MELLO, 1986). Isto ocorre quando se suplementa a dieta de aves com isoleucina em excesso, o que conseqüentemente aumenta a concentração deste aminoácido no plasma e inibe o transporte de valina e leucina até o cérebro, resultando na redução do consumo de ração, que é uma característica associada a outras características de desempenho e deste modo, pode ser explicada a redução do desempenho das aves com excesso de isoleucina na dieta (PEGANOVA; EDER, 2003).

A interação entre isoleucina, valina e leucina na dieta de poedeiras foi relatada por Peganova e Eder (2003) que suplementaram as aves com 0,57; 0,80 e 1,15% de isoleucina, 0,63 e 1,01 % de valina, 0,72 e 1,15 % de leucina e 0,15 e 0,24 % de triptofano. A baixa concentração de valina+leucina associado ao aumento de isoleucina na dieta contribuiu para redução do consumo de ração, da massa de ovos e do ganho de peso, além de aumentar a isoleucina plasmática.

Segundo Bartelt e Manner (2006) as exigências de isoleucina e valina em dietas com níveis reduzidos de proteína ainda não estão definidas. Neste mesmo sentido, verificando o efeito da suplementação de valina e de isoleucina em dietas com níveis reduzidas de proteína sobre o desempenho de poedeiras durante os seis primeiros meses de produção, estes mesmos autores observaram resposta negativa, porém, não significativa em relação à produção de ovos quando comparado à dieta controle.

2.4. Antagonismo dos aminoácidos de cadeia ramificada

Diversos pesquisadores têm estudado o antagonismo entre os aminoácidos de cadeia ramificada (valina, isoleucina e leucina), por serem catabolizados no organismo animal pela enzima desidrogenase de α -cetoácido de cadeia ramificada, sendo esta degradação regulada pela ingestão destes aminoácidos, porém, as pesquisas ainda apresentam resultados contraditórios sobre o assunto.

A interação entre isoleucina, valina e leucina na dieta de poedeiras foi relatada por Peganova e Eder (2003) que suplementaram as aves com 0,57; 0,80 e 1,15% de isoleucina, 0,63 e 1,01 % de valina, 0,72 e 1,15 % de leucina e 0,15 e 0,24 % de triptofano. A baixa concentração de valina+leucina associado ao aumento de isoleucina na dieta contribuiu para aumentar a isoleucina plasmática. Aparentemente o excesso de isoleucina não estimulou a atividade da enzima desidrogenase de α -cetoácido de cadeia ramificada devido a normal ingestão de valina e leucina, sendo a concentração destes aminoácidos independentes da concentração de isoleucina na dieta. Neste mesmo estudo foi observado que a alta concentração de valina e de leucina na dieta e a suplementação excessiva de isoleucina não aumentaram os níveis de isoleucina no plasma provavelmente por causa do aumento da oxidação dos três aminoácidos de cadeia ramificada, devido ao aumento da ingestão de leucina.

A redução do desempenho de aves alimentadas com leucina em excesso é parcialmente devido ao aumento da oxidação de valina e isoleucina, que resulta em deficiência destes aminoácidos (CALVERT; KLASING; AUSTIC, 1982). Segundo Harris et al. (2001), o aumento do consumo de leucina estimula a atividade da enzima desidrogenase de α -cetoácido de cadeia ramificada, que é a enzima chave na degradação dos três aminoácidos de cadeia ramificada, fato este não observado por Imanari, Kadowaki e Fujimura (2008) que ao suplementarem a dieta de frangos de corte com leucina verificaram que os níveis plasmáticos de leucina aumentaram, porém, a valina e a isoleucina não foram influenciadas pela leucina da dieta, sendo estes elevados apenas com a suplementação da dieta com valina e isoleucina.

Corzo, Loar e Kidd (2009) avaliaram a concentração de aminoácidos no plasma do sangue de frangos de corte alimentados com diferentes níveis de isoleucina e de valina e verificaram que ao elevar os níveis de valina à concentração

plasmática também se elevou. O aumento da suplementação de isoleucina na dieta fez os níveis plasmáticos de isoleucina e leucina aumentarem, porém a proteína total do plasma só se elevou com a suplementação de valina, não havendo efeito antagônico entre os aminoácidos com os tratamentos avaliados.

2.5. Excreção de nitrogênio e o ambiente

O nitrogênio é considerado um dos principais elementos poluidores presente nas fezes. Em conjunto com a genética, melhor manejo e ambiente, a nutrição pode ajudar a otimizar a retenção de nitrogênio corporal e conseqüentemente diminuir a sua excreção.

A amônia e os nitratos são as duas formas químicas de nitrogênio mais comuns nos resíduos avícolas. O íon amônio (NH_4^+) é a forma dominante de nitrogênio no esterco de aves, o qual é convertido em amônia (NH_3^+) com a elevação do pH e sob condições de umidade. A amônia, um gás tóxico que afeta a saúde humana e animal (DONHAM; CUMRO; REYNOLDS, 2002; HOMINDAN; ROBERTSON; PETCHEY, 2003), é volatilizada rapidamente afetando a qualidade do ar dentro do aviário e aumentando a formação de micropartículas (2,5 e 5 μm) (PATTERSON; ADRIZAL, 2005). Os solos, por vezes, são utilizados como receptores dos resíduos avícolas. A forma disponível para as plantas também é a forma de maior mobilidade no solo, o nitrato. Os nitratos podem ser a maior forma contaminante do lençol freático quando níveis excessivos de resíduos avícolas são utilizados como adubo. Estes nitratos são solúveis em água e são transportados pela solução do solo às raízes das plantas, mas também ao lençol freático. Assim, podem contaminar suprimentos de água potável subterrânea (OVIEDO-RONDÓN, 2008).

Diversos resultados de pesquisas e avaliações práticas comprovaram que o excesso de aminoácidos na dieta não contribui para melhorar o desempenho animal, uma vez que os mesmos não são utilizados eficientemente. Quando em excesso os aminoácidos sofrem desaminação e o nitrogênio é excretado como uréia pelos mamíferos ou como ácido úrico pelas aves, processo que reflete em gasto energético para o animal (MITCHELL, 1964).

Esforços têm sido feitos no ponto de vista ecológico, para reduzir a proteína da dieta de poedeiras na tentativa de minimizar a emissão de nitrogênio nas excretas das aves. Como exemplo, em um plantel de 10000 poedeiras, a redução de 19 para 14% no teor de proteína bruta na ração resultou em uma redução da excreção de nitrogênio de duas toneladas por ano (LEESON; SUMMERS, 2001).

De acordo Leeson e Summers (2005), a excreção de nitrogênio pode ser significativamente reduzida por meio do balanço de aminoácidos que atenda às necessidades das aves com mínimo excesso e, principalmente, com o fornecimento desses nutrientes na forma digestível.

Na prática da formulação de dietas, uma deficiência dos primeiros aminoácidos limitantes pode ser suprida com a suplementação de aminoácidos em sua forma livre (PEGANOVA; EDER, 2002).

A avaliação precisa da exigência de aminoácidos das aves para manutenção, crescimento e a suplementação exata, são essenciais para a melhora do crescimento e da produção, apresentando como vantagem a menor excreção de nitrogênio para o ambiente, evitando assim a poluição (WILLIAMS, 1995).

Latshaw e Zhao (2011) avaliaram o efeito da ingestão diária de proteína e verificaram que a poedeira, ao aumentar o consumo de proteína bruta, aumenta linearmente o nitrogênio contido nas excretas. Semelhantemente, Pavan et al., (2005) submeteram poedeiras a dietas com 14, 15,5 e 17% de proteína bruta, e concluíram que a maior quantidade de nitrogênio nas excretas foi das aves alimentadas com 17 % de proteína bruta.

Em estudo com poedeiras alimentadas com diferentes fontes de fibra, Roberts et al. (2007) avaliaram a redução da proteína bruta das dietas em aproximadamente 1% e verificaram que o nitrogênio ingerido e excretado foram significativamente maiores nas dietas com níveis normais de proteína bruta.

Peganova e Eder (2002) avaliando níveis de isoleucina variando de 0,37 a 0,57% da dieta de poedeiras, observaram que o nitrogênio ingerido foi menor apenas no tratamento que recebeu 0,37% de isoleucina, e o nitrogênio retido total foi maior nos tratamentos com 0,43 a 0,57% de isoleucina, não havendo diferença significativa no nitrogênio excretado pelas aves.

Em estudo de exigência nutricional de valina para poedeiras, foram avaliados níveis variando de 0,51 a 0,76% da dieta sobre a ingestão, a excreção e a retenção corporal de nitrogênio, e foi concluído que a excreção de nitrogênio foi menor apenas no tratamento com 0,51% de valina. No entanto não houve efeito dos tratamentos sobre o nitrogênio ingerido e retido, sendo a máxima retenção de nitrogênio corporal e no ovo das aves quando do consumo diário de valina foi de 594 mg (PEGANOVA; EDER, 2002a).

2.6. Farinha de carne e ossos na alimentação de poedeiras comerciais

Para cada tonelada de carne preparada para o consumo humano, cerca de 300 kg de produtos não consumíveis são descartados, e deste total, 200 kg são aproveitados para a fabricação de farinha de carne e ossos (LEESON; SUMMERS, 2001).

A maioria dos países, devido à encefalopatia espongiforme bovina, não se permite a utilização de farinha de carne e ossos na alimentação de ruminantes, sendo este produto destinado principalmente à alimentação de aves e suínos (GARCIA et al., 2004). Porém, na União Européia, a farinha de carne e ossos foi totalmente banida da alimentação de animais destinados ao consumo humano (TAYLOR; WOODGATE, 2003), sendo o produto incinerado ou usado na alimentação de cães e gatos.

A farinha de carne e ossos é uma excelente fonte de proteína, cálcio e fósforo (SHIRLEY; PARSONS, 2001). É um subproduto do processamento de bovinos e suínos que apresenta de 50 a 60% de proteína em sua composição (RAVINDRAN et al., 2002) podendo variar consideravelmente em função de diversos fatores, como tipo e condições de processamento (LEESON; SUMMERS, 2005) e tipo de material empregado na sua produção (DAWSON; SAVAGE, 1983).

Como os minerais vêm essencialmente dos ossos, a relação cálcio e fósforo deverá ser 2:1, e alterações nessas proporções indicam adulteração com outras fontes minerais (LEESON; SUMMERS, 2005). A farinha de carne e ossos pode apresentar na faixa de 1700 e 2800 kcal de energia metabolizável para aves (ROSTAGNO et al., 2011) dependendo da quantidade de proteína bruta e, por apresentar em geral 12% de gordura.

De acordo com Summers, Singer e Ashton (1964), a farinha de carne e ossos é deficiente em seis aminoácidos, sendo a ordem de limitância na dieta de frangos de corte: metionina, triptofano, isoleucina, cistina, treonina e arginina. Em outro estudo com pintos de corte, os primeiros aminoácidos limitantes foram o triptofano e os aminoácidos sulfurados (KRATZER; DAVIS, 1959). Essa limitação também pode ser observada em dietas a base de milho, farelo de soja e farinhas de subprodutos avícolas, ou em dietas baseadas em trigo, farelo de soja, farinhas de subprodutos avícolas e misturas de farinhas de carne (KIDD; HACKENHAR, 2006).

Wang, Castanon e Parsons (1997) avaliaram a ordem de limitância dos aminoácidos para pintos de corte que receberam dietas com baixa proteína bruta (13,5%) proveniente apenas da farinha de carne e ossos, e suplementadas com aminoácidos sintéticos e verificaram que a ordem de limitância dos aminoácidos digestíveis foi: 1) triptofano e aminoácidos sulfurados, 2) treonina, 3) isoleucina e fenilalanina+tirosina, 4) metionina, 5) lisina e 6) valina e histidina.

Corzo et al. (2008) avaliaram dietas com base em milho, farelo de soja e inclusão de 2% de farinha de carne e ossos para frangos de corte com a inclusão de aminoácidos limitantes necessários para atender as exigências das aves, exceto a isoleucina. No primeiro experimento, as aves receberam uma dieta controle com 0,71% de isoleucina e outra com 0,58% de isoleucina e no segundo experimento receberam suplementação de 0,58; 0,62 e 0,66% de isoleucina na dieta. O primeiro experimento resultou em menor ganho de peso, pior conversão alimentar e pior relação custo da ração/ganho de peso das aves alimentadas com dieta deficiente de isoleucina, e o segundo experimento mostrou que o maior nível de suplementação apresentou os melhores resultados de desempenho. Estes resultados indicaram que a isoleucina é o quarto aminoácido limitante para frangos de corte alimentados com 2% de farinha de carne na dieta, concordando com achados de Kidd e Hackenhaar (2006) e Corzo (2007).

3. OBJETIVOS GERAIS

O objetivo do presente trabalho foi avaliar a limitância de isoleucina e de valina em dietas com inclusão de farinha de carne e ossos para poedeiras

comerciais, avaliando níveis reduzidos de proteína bruta e diferentes níveis de isoleucina e de valina digestíveis sobre as características de desempenho, qualidade dos ovos, balanço de nitrogênio e concentração de aminoácidos plasmáticos.

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBINO, L. F. T.; ROSTAGNO, H. S.; SANT'ANNA, R.; FONSECA, J. B. Determinação dos valores de aminoácidos metabolizáveis e proteína digestível de alimentos para aves. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 21, n. 6, p. 1059-1068, 1992.

ARAUJO, L. F.; JUNQUEIRA, O. M.; ARAÚJO, C. S. S.; ARTONI, S. M. B.; FARIA FILHO, D. E. Diferentes critérios de formulação de rações para frangos de corte no período de 1 a 21 dias de idade. **Revista Brasileira de Ciências Avícola**, Campinas, v. 4, n. 3, p. 195-202, 2002.

BARBOSA FILHO, J.A.D. **Avaliação do bem-estar de aves de postura em diferentes sistemas de produção e condições ambientais, utilizando análise de imagens**. 2004. 123p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.

BARROS, L.R. **Níveis de Proteína para Frangas Semi-pesadas no período de 1 a 18 semanas de idade**. 2004. 43p. Dissertação (Mestrado em Produção Animal) - Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2004.

BARTELT, J.; MANNER, K. Effects of different valine and isoleucina supplementations in crude protein reduced diets on performance in hens during the first 6 month-laying period. **Tagung Schweine-und Geflugelernahrung**, v. 28, p. 105-107, 2006.

BERTECHINI, A.G. **Nutrição de Monogástricos**. Lavras, UFLA/FAEPE, 1997, p. 274.

BREGENDAHL, K.; ROBERTS, S. A.; KERR, B.; HOEHLER, D. Ideal ratios of isoleucine, methionine, methionine plus cystine, threonine, tryptophan, and valine relative to lysine for white leghorn-type laying hens of twenty-eight to thirty-four weeks of age. **Poultry Science**, Champaign, v. 87, p. 744–758, 2008.

CALVERT, C. C.; KLASING, K. C.; AUSTIC, R. E. Involvement of food intake and amino acid catabolism in the branched chain amino acid antagonism in chicks. **Journal Nutrition**, v. 112, p. 627–635, 1982.

COON, C.; ZHANG, B. Ideal amino acid profile for layers examined. **Feedstuffs**, v. 71, p. 13-15, 1999.

CORZO, A.; DOZIER III, W. A.; KIDD, M. T.; HOEHLER, D. Impact of dietary isoleucine status on heavy-broiler production. **International Journal of Poultry Science**, Pakistan, v. 7, n. 6, p. 526-529, 2008.

CORZO, A.; KIDD, M. T.; DOZIER III, W. A.; VIEIRA, S. L. Marginality and needs of dietary valine for broilers fed certain all-vegetable diet. **The Journal of Applied Poultry Research**, Savoy, v. 16, p. 546-554, 2007.

CORZO, A.; LOAR, R. E.; KIDD, M. T. Limitations of dietary isoleucine and valine in broiler chick diets. **Poultry Science**, Champaign, v. 88, p. 1934-1938, 2009.

CORZO, A.; MORAN Jr., E. T.; HOEHLER, D. Valine needs of male broilers from 42 to 56 days of age. **Poultry Science**, Champaign, v. 83, p. 946–951, 2004.

COSTA, F. G. P.; SOUZA, H. C.; GOMES, C. A. V.; BARROS, L. R.; BRANDÃO, P. A.; NASCIMENTO, G. A. J.; SANTOS, A. W. R.; AMARANTE JUNIOR, V. S. Níveis de Proteína Bruta e Energia Metaboilizável na produção e qualidade dos ovos de poedeiras da linhagem Lohmann Brown. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 28, n. 6, p. 1421-1427, 2004.

CUPERTINO, E. S.; GOMES, P. C.; ROSTAGNO, H. S.; DONZELE, J. L.; SCHMIDT, M.; MELLO, H. H. C. Exigência nutricional de metionina+cistina para galinhas poedeiras de 54 a 70 semanas de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 38, n. 7, p. 1238-1246, 2009.

DAGHIR, N. J. **Poultry production in hot climates**. Cambridge University Press, 1995, p. 303.

DALE, N. Proteína ideal para pollos de engorde. **Avicultura Profesional**, v. 11, n. 3, p. 104-107, 1994.

DAWSON, C. O., SAVAGE, G. P. Biological Value of Some New Zealand Processed Meals. **The Proceedings of the Nutrition Society**, v. 8, p. 138-139, 1983.

D'MELLO, J. P. F.; LEWIS, D. Amino acid interactions in chick nutrition. 2. Interrelationships between leucine, isoleucine and valine. **British Poultry Science**, London, v.11, p. 313–323, 1970.

DONHAM, K. J.; CUMRO, D.; REYNOLDS, S. Synergistic effects of dust and ammonia on the occupational health effects of poultry production workers. **Journal of Agromedicine**, v. 8, p. 57-76, 2002.

FERNANDEZ, S. R.; AOYAGI, S.; HAN, Y. et al. Limiting order of amino acids in corn and soybean meal for growth of the chick. **Poultry Science**, Champaign, v. 73, p. 1887-1896, 1994.

GARCIA, J. R. M. **Avanços na nutrição da poedeira moderna**. 2004. Disponível em: <http://www.hylinedobrasil.com.br/files/6_palestra-CBNA.pdf> Acesso em: 18 de mar. De 2010.

GOUS, R. M.; GRIESSEL, M.; MORRIS, T. R. Effect of dietary energy concentration on the response of laying hens to amino acids. **British Poultry Science**, London, v. 28, p. 427–436, 1987.

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**, Champaign, v. 71, p. 1168-1178, 1992.

HARRISON, L. M.; D'MELLO, J. P. F. Large neutral amino acids in the diet and neurotransmitter concentrations in the chick brain. **Proceedings of the Nutrition Society**, v. 45, p. 72, 1986.

HARPER, A. E. Interrelationships among the branched chain amino acids. Pages 81–99 in *Branched Chain Amino and Keto Acids in Health and Disease*. S. A. Adibi, W. Fekl, U. Langenbeck, and P. Schauder, ed. Karger, Basel, Switzerland, 1984.

HARMS, R. H.; RUSSELL, G. B. Evaluation of the isoleucine requirement of the commercial layer in a corn-soybean meal diet. **Poultry Science**, Champaign, v. 79, p. 1154–1157, 2000.

HARMS, R. H.; RUSSELL, G. B. Evaluation of valine requirement of the commercial layer using a corn-soybean meal basal diet. **Poultry Science**, Champaign, v. 80, p. 215-218, 2001.

HARRIS, R. A.; KOBAYASHI, R.; MURAKAMI, T.; SHIMOMURA, Y. Regulation of branched-chain α -keto acid dehydrogenase kinase expression in rat liver. **Journal Nutrition**, v. 131, p. 841–845, 2001.

HOMINDAN, A. A.; ROBERTSON, J. F.; PETCHEY, A. M. Review of the effect of ammonia and dust concentrations on broiler performance. **World's Poultry Science Journal**, v. 59, p. 340-349, 2003.

HURWITZ, S.; BORNSTEIN, S. The protein and amino acid requirement of laying hens: Suggested Models for calculation. **Poultry Science**, Champaign, v. 52, p. 1124-1134, 1973.

HUYGHEBAERT, G., DE GROOTE, G.; BUTLER, E. A.; MORRIS, T. R. Optimum isoleucine requirement of laying hens and the effect of age. **British Poultry Science**, London, v. 32, p. 471–481, 1991.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/producaoagropecuaria/abate-leite-couro-ovos_201104_publ_completa.pdf>. Acessado em 22 de Maio de 2012.

IMANARI, M.; KADOWAKI, K.; FUJIMURA, S. Regulation of taste-active components of meat by dietary branched-chain amino acids; effects of branched-chain amino acids antagonism. **British Poultry Science**, London, v. 49, p. 299-307, 2008.

JENSEN, L. S.; COLNAGO, G. L. Amino acids and protein for broilers and laying hens. . In: Maryland Nutrition Conference, 1991, Baltimore, MD. **Proceedings...** 1991. Maryland Nutrition Conference. Baltimore, MD: University of Maryland, 1991. p. 29-36.

JOHNS, D. C.; LOW, C. K.; SEDCOLE, J. R.; JAMES, K. A. C. Determination of Amino Acid Digestibility Using Caectomised and Intact Adult Cockerels, **British Poultry Science**, London, v. 27, p. 451, 461, 1986.

JOHNSON, D. Jr.; FISHER, H. The amino-acid requirement of laying hens. 3. Minimal requirement levels of essential amino-acids: techniques and development of diet. **British Journal of Nutrition**, v.12, p. 276-285, 1958.

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**, Champaign, v. 77, n. 9, p. 1320-1332, 1998.

KESHAVARZ K.; JACKSON M. E. Performance of growing pullets and laying hens fed low-protein, amino acid supplemented diets. **Poultry Science**, Champaign, v. 71, n. 5, p. 905-918, 1992.

KIDD, M. T.; BURNHAM, D. J.; KERR, B. J. Dietary isoleucine responses in male broiler chickens. **British Poultry Science**, London, v. 45, p. 67-75, 2004.

KIDD, M. T.; HACKENHAAR, L. Dietary threonine for broilers: dietary interactions and feed additive supplement use. CAB Reviews: **Perspectives in Agriculture, Veterinary Science, Nutrition and Natural Resources**, 1, n. 5, 6 pp. 2006.

KRATZER, F. H.; DAVIS, P. N. The feeding value of meat and bone meal protein. **Poultry Science**, Champaign, v. 38, p. 1389-1393, 1959.

LATSHAW, J. D.; ZHAO L. Dietary protein effects on hen performance and nitrogen excretion. **Poultry Science**, Champaign, v. 90, p. 99–106, 2011.

LEESON, S.; SUMMERS, J. D. **Nutrition of the Chicken**. Guelph: University Books, 2001a. 482p.

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

LEESON, S; SUMMERS, J. D. **Commercial Poultry Nutrition**. 3rd ed, Guelph: University Books, 2005. 398 p.

MCDONALD, M. W.; MORRIS, T. R. Quantitative review of optimum amino acid intakes for young laying pullets. **British Poultry Science**, London, v. 26, p. 253–264, 1985.

MITCHELL, H. H. **Comparative nutrition of man and domestic animals**. New York: Academic Press, 1964.

MURAKAMI, A. E.; FIGUEIREDO, D. F.; PERUZZI, A. S. et al. Níveis de sódio para poedeiras comerciais no primeiro e segundo ciclos de produção. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 32, n. 6, p. 1674-1680, 2003.

National Research Council, 1971. **Nutrient Requirements of Poultry**. 6th rev. ed. National Academy Press, Washington, DC.

National Research Council, 1977. **Nutrient requirements of poultry**. 7th rev. ed. National Academy Press, Washington, DC.

National Research Council, 1984. **Nutrient requirements of poultry**. 8th rev. ed. National Academy Press, Washington, DC.

National Research Council, 1994. **Nutrient requirements of poultry**. 9th rev. ed. National Academy Press, Washington, DC

OVIEDO-RONDÓN, E. O. Tecnologias para mitigar o impacto ambiental da produção de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 37, p. 239-252, 2008.

PARSONS, C. M.; BAKER, D. H. The concept and use of ideal proteins in the feedings of nonruminants. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE PRODUÇÃO DE NÃO RUMINANTES, 1994, Maringá. **Anais...** p.119-128.

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

PAVAN, A. C.; MÓRI, C.; GARCIA, E. A.; SCHERER, M. R.; PIZZOLANTE, C. C. Níveis de Proteína Bruta e de Aminoácidos Sulfurados Totais sobre o Desempenho, a Qualidade dos Ovos e a Excreção de Nitrogênio de Poedeiras de Ovos Marrons, **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 34, n. 2, p. 568-574, 2005.

PEGANOVA S.; EDER, K. Studies on requirement and excess of valine in laying hens. **Archiv fur Geflugelkunde**, v. 66, n. 6, p. 241–250, 2002.

PEGANOVA S.; EDER, K. Studies on requirement and excess of isoleucine in laying hens. **Poultry Science**, Champaign, v. 81, p. 1714-1721, 2002b.

PEGANOVA S.; EDER, K. Interactions of various supplies of isoleucine, valine, leucine and tryptophan on the performance of laying hens. **Poultry Science**, Champaign, v. 82 , p. 100-105 , 2003.

PENZ JÚNIOR, A. M. Estresse pelo calor: efeitos em frangos de corte e matrizes: manipulação do equilíbrio ácido-base. In: CONFERENCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLA 1989. São Paulo. **Anais...** São Paulo - SP, FACTA, 1989, p. 139-146.

RAVINDRAN, V.; HENDRIKS, W. H.; CAMDEN, B. J.; THOMAS, D. V.; MOREL, P. C. H.; BUTTS, C. A. Amino Acid Digestibility of Meat and Bone Meals for Broiler Chickens. **Australian Journal of Agricultural Research**, v. 53, n. 11, p. 1257-1264, 2002.

ROBERTS, S. A.; XIN, H.; KERR, B. J.; RUSSELL, J. R.; BREGENDAHL, K. Effects of Dietary Fiber and Reduced Crude Protein on Nitrogen Balance and Egg

Production in Laying Hens. **Poultry Science**, Champaign, v. 86, p. 1716–1725, 2007.

RODRIGUES, E. A., CANCHEIRINI, L. C., JUNQUEIRA, O. T., LAURENTIZ, A. C., FILARDI, R. S., DUARTE, F. K., CASARTELLI, E. M. Desempenho, qualidade da casca e perfil lipídico de gemas de ovos de poedeiras comerciais alimentadas com níveis crescente de óleo de soja no segundo ciclo de postura. **Acta Science Animal Science**. v. 27, n. 2, p. 207-212, 2005.

ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; DONZELE, J. L.; GOMES, P. C.; OLIVEIRA, R. F.; LOPES, D. C.; FERREIRA, A. S.; BARRETO, S. L. T. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: Composição de alimentos e exigências nutricionais**. 2. ed. Viçosa: UFV, 2005. 186p.

ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; DONZELE, J. L.; GOMES, P. C.; OLIVEIRA, R. F.; LOPES, D. C.; FERREIRA, A. S.; BARRETO, S. L. T.; EUCLIDES, R. F. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: Composição de alimentos e exigências nutricionais**. 3. ed. Viçosa: UFV, 2011. 134-141p.

SCHUTTE, J. B. The ideal amino acid profile for laying hens and broiler chicks. In: **Proceeding of the 1988 Arkansas Nutrition Conference**, Fayetteville, AR, 1998.

SHIRLEY, R. B., PARSONS, C. M. Effect of Ash Content on Protein Quality of Meat and Bone Meal. **Poultry Science**, Champaign, v. 80, n. 5, p. 626-632, 2001.

SHIVAZAD, M.; HARMS, R. H.; RUSSELL, G. B.; FARIA, D. E.; ANTA, R. S. Re-evaluation of the isoleucine requirement of the commercial layer. **Poultry Science**, Champaign, v. 81, p. 1869–1872, 2002.

SMITH, T. K.; AUSTIC, R. E. The branched-chain amino acid antagonism in chicks. **Journal of Nutrition**, v. 108, p. 1180-1191, 1978.

SCHMIDT, M.; GOMES, P. C.; ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; NUNES, R. V.; MELLO, H. H. C. Níveis nutricionais de lisina, de metionina + cistina e de treonina digestíveis para galinhas poedeiras no 2º ciclo de produção. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 39, n. 5, p. 1099-1104, 2010.

SCOTT, M. L., NESHEIN, M. C., YOUNG, R. J. **Nutrition of the chicken**. 3 ed. Ithaca: M.L. Scott e Ass. 1982, 58p.

STRINGHINI, J. H.; JARDIM FILHO, R. M.; PEDROSO, A. A., CAFÉ, M. B.; CARVALHO, F. B.; MATOS, M. S. Nutrição no Período de Pré-Postura, Pico e Pós-Pico de Poedeiras Comerciais. CONFERENCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLA 2005. Santos. **Anais...** Santos-Sp, FACTA, 2005, p. 171-189.

SUMMERS, J. D.; SINGER, S. J.; ASHTON, G. C. Evaluation of meat meal as a protein supplement for the chick. **Canadian Journal Animal Science**, v. 44, p. 228–234, 1964.

TAYLOR, D. M., WOODGATE, S. L. Rendering Practices and Inactivation of Transmissible Spongiform Encephalopathy Agents. **Revue Scientifique et Technique**, v. 22, n. 1, p. 297-310, 2003.

THRONTON, S. A.; CORZO, A.; PHARR, G. T.; DOZIER III, W. A.; MILES, D. M.; KIDD, M. T. Valine requirements for immune and growth responses in broilers from 3 to 6 weeks of age. **British Poultry Science**, London, v. 47, p. 190–199, 2006.

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

WANG, X.; CASTANON, F.; PARSONS, C. M. Order of amino acid limitation in meat and bone meal. **Poultry Science**, Champaign, v. 76, p. 54–58, 1997.

WILLIAMS, P. E. V. Digestible amino acids for non-ruminant animals: theory and recent challenges. **Animal Feed Science and Technology**, v. 53, p. 173-187, 1995.

CAPITULO 2 – NÍVEIS DE ISOLEUCINA E VALINA DIGESTÍVEIS EM DIETAS CONTENDO FARINHA DE CARNE E OSSOS SOBRE O DESEMPENHO E QUALIDADE DE OVOS DE POEDEIRAS COMERCIAIS

RESUMO – Avaliou-se o desempenho e a qualidade de ovos de poedeiras comerciais alimentadas com rações formuladas à base de milho e farelo de soja com a inclusão de farinha de carne e ossos e diferentes relações de isoleucina: lisina e valina:lisina digestíveis. Foram utilizadas 640 poedeiras da linhagem Isa Brown com 40 semanas de idade distribuídas em delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 3x3+1, sendo 0,55; 0,62 e 0,70% de isoleucina e, 0,60; 0,67 e 0,75% de valina digestíveis (15,09% de proteína bruta e 0,75% de lisina digestível) e o tratamento controle (17,55% de proteína bruta), totalizando 10 tratamentos com oito repetições e oito aves por parcela. Foram realizados quatro ciclos de postura de 28 dias cada e ao final de cada ciclo foram avaliadas as características de desempenho das aves e qualidade interna e externa dos ovos. O peso dos ovos das aves do grupo controle foi maior em relação as aves que foram alimentadas com dietas formuladas utilizando-se o conceito de proteína ideal e variando as relações de isoleucina:lisina e valina:lisina digestíveis. Os resultados de unidade Haugh dos ovos das aves que receberam 0,70% de isoleucina na dieta foram menores do que das aves que receberam 0,62% de isoleucina, independentemente do nível de valina. Os tratamentos com 0,55% de isoleucina, independentemente do nível de valina, influenciaram no conteúdo do ovo, sendo menor a porcentagem de albúmen e maior a porcentagem de gema. Conclui-se que o peso dos ovos é reduzido com a diminuição da proteína bruta da dieta e o nível de 0,70% de isoleucina digestível reduz os valores de unidade Haugh e porcentagem de gema e eleva a porcentagem de albúmen.

Palavras chave: aminoácidos; qualidade de casca; proteína bruta; proteína ideal; unidade Haugh

1. INTRODUÇÃO

A progressiva redução da proteína na dieta de aves pode levar a uma situação onde aminoácidos que estão presentes em dietas com níveis normais de proteína, limitem o desempenho das aves. Dentre estes aminoácidos estão incluídos a valina e a isoleucina (PEGANOVA; EDER, 2002).

A valina é um aminoácido alifático similar à leucina e à isoleucina em estrutura e função. Este aminoácido é muito hidrofóbico e se encontra quase sempre no interior das proteínas. As fontes importantes de valina são as farinhas de soja, pescadas e carnes.

Os níveis ideais de valina vêm sendo estudados por diversos pesquisadores, sendo recomendada a ingestão diária de 550 mg/ave (NRC, 1977), 600 mg/ave (NRC, 1984), 700 mg/ave (NRC, 1994), 675 mg de valina digestível/dia para poedeiras semi-pesadas com 1,8 kg de peso corporal e massa de ovos de 50 g/dia e relação de 90% de valina:lisina digestíveis (ROSTAGNO et al., 2005) e 735 mg de valina digestível/ave para 52 g de massa de ovos e peso corporal de 1800 kg e relação de 95% de valina:lisina digestíveis (ROSTAGNO et al., 2011).

A isoleucina é um membro da família alifática (cadeia hidrocarbonada) de aminoácidos hidrofóbicos que se encontram principalmente no interior de proteínas e enzimas. Diversos estudos mostram a variação de níveis de recomendação de isoleucina na dieta de poedeira. O National Research Council (NRC, 1971) sugeria que a dieta de poedeiras deveria ter 0,5% de Isoleucina. Porém, o NRC (1977) e o NRC (1984) recomendavam a ingestão diária de 550 mg/ave, e a última sugestão do NRC (1994) foi de 650 mg/ave. Já Rostagno et al. (2005), preconizaram a ingestão diária de 623 mg de isoleucina digestível para poedeiras semi-pesadas com peso corporal de 1,8 kg e massa de ovos de 50 g/dia, com relação de 83% de isoleucina:lisina digestíveis. Mais recentemente, Rostagno et al. (2011) sugeriram, para poedeiras semi-pesadas com 1,8 kg de peso corporal e 52 g de massa de ovos, a ingestão diária de isoleucina digestível de 588 mg/ave e relação de 76% de isoleucina:lisina digestíveis.

Devido a variação de recomendações de exigência para poedeiras, de isoleucina e valina digestíveis encontrados na literatura, este estudo teve como objetivo avaliar as diferentes relações isoleucina: lisina e valina: lisina digestível

sobre o desempenho e qualidade dos ovos de poedeiras comerciais, a fim de se verificar a limitância destes nutrientes em dietas contendo farinha de carne e ossos.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizadas 640 poedeiras comerciais da linhagem Isa Brown com 40 semanas de idade, alojadas em galpão para postura, com gaiolas dispostas em degraus, bebedouros tipo nipple e comedouros tipo calha, recebendo 17 horas diárias de luz.

As dietas experimentais foram formuladas com base nas recomendações de Rostagno et al. (2005) para poedeiras semi-pesadas com 1,8 kg de peso corporal, ingestão diária de 100g de ração e 50g de massa de ovos. Os níveis recomendados de lisina, valina e isoleucina digestíveis, respectivamente, foram: 0,75; 0,675 e 0,623%. A dieta controle foi formulada com 17,55% de proteína bruta e a dieta basal dos outros tratamentos foi formulada com 15,09% de proteína bruta e relações de valina e isoleucina 10% abaixo do recomendado, sendo 0,55% de isoleucina e 0,60% de valina digestíveis (Tabela 1). Os outros tratamentos foram compostos pela dieta basal acrescida de valina e isoleucina sintéticos para elaboração de tratamentos com relações de isoleucina:lisina e valina:lisina digestíveis 10% acima e abaixo dos níveis recomendados.

As aves foram distribuídas em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 3x3+1, sendo 3 níveis de isoleucina (0,55; 0,62 e 0,70%), 3 níveis de valina (0,60; 0,67 e 0,75) e 1 tratamento controle com 17,55% de proteína bruta) totalizando 10 tratamentos com oito repetições e oito aves por parcela.

Foram realizados quatro ciclos de postura de 28 dias cada e ao final de cada ciclo foi avaliado o desempenho das aves e a qualidade dos ovos.

- **Desempenho:** Diariamente foi feita a contagem de ovos produzidos e mortalidade das aves por parcela. No início e no final de cada ciclo de postura a ração de cada parcela foi pesada e nos três últimos dias de cada ciclo de postura foram pesados todos os ovos de cada parcela.

As características de desempenho que foram avaliadas são: consumo diário de ração, consumo diário de isoleucina e valina digestíveis, peso dos ovos, produção de ovos, massa de ovos, conversão alimentar por massa e por dúzia de

ovos e viabilidade criatória. Ao final de cada ciclo de postura foram coletados os dados referentes a estas características.

Tabela 1. Composição de ingredientes e nutrientes das dietas experimentais.

Ingredientes (%)	Tratamentos	
	Controle	Dieta basal
Milho	65,02	68,95
Farelo de soja (45%)	21,85	14,74
Farinha de carne e ossos (45%)	4,50	4,50
Farelo de trigo	0,00	2,60
Calcário calcítico	7,85	7,84
Fosfato bicálcico	0,00	0,03
Sal comum	0,39	0,37
Inerte	0,00	0,30
Suplemento vitamínico e mineral	0,20	0,20
L-lisina HCl (78%)	0,00	0,18
DL- Metionina (98%)	0,19	0,25
L-Isoleucina (98%)	0,00	0,04
L-Valina (98%)	0,00	0,00
Total	100	100
Composição nutricional calculada		
PB (%)	17,55	15,09
EM (kcal/kg)	2830	2800
Ca (%)	3,67	3,65
Na (%)	0,21	0,20
P total (%)	0,58	0,57
P disponível (%)	0,38	0,38
Lisina dig. (%)	0,75	0,75
Metionina dig. (%)	0,44	0,46
Met +cis dig. (%)	0,68	0,68
Triptofano dig. (%)	0,18	0,15
Treonina dig. (%)	0,57	0,49
Isoleucina dig. (%)	0,63	0,55
Valina dig. (%)	0,70	0,60

Suplemento Vitamínico e Mineral – Composição/kg de ração: Ácido fólico, 0,5mg; Biotina, 0,05mg; Niacina, 35mg; Pantotenato de cálcio, 13mg; Vit. A, 11000 UI; Vit. B₁, 1mg; Vit. B₁₂, 15mcg; Vit. B₂, 5mg; Vit. B₆, 1,5mg; Vit. D₃, 2000 UI; Vit. E, 13mg; Vit. K, 2,5mg; Cobre, 6mg; Iodo, 1mg; Manganês, 65mg; Selênio, 0,2mg; Zinco, 45mg

O consumo diário de isoleucina e valina digestíveis foi calculado multiplicando a porcentagem de isoleucina e valina digestíveis da dieta pelo consumo diário de ração (em mg).

- **Qualidade dos ovos:** Nos últimos 2 dias de cada ciclo de postura os ovos foram coletados, pesados e, posteriormente, foram feitas as medidas de gravidade específica por imersão em solução salina (1,05; 1,055; 1,06; 1,065; 1,070; 1,075 e 1,08 g/cm³), altura da gema, altura de albúmen, diâmetro da gema e peso da gema.

Unidade Haugh: foi obtida pela relação entre o peso do ovo (g) e a altura do albúmen (mm), utilizando-se a fórmula $UH = 100 \cdot \log (H + 7,57 - 1,7W^{0,37})$, em que: H: altura do albúmen, em milímetros e W: peso do ovo, em gramas. A altura do albúmen foi tomada por micrômetro de mesa da marca AMES – S6428.

Índice gema: foi avaliado com as medidas de altura (AG) e largura da gema (LG), com auxílio de um paquímetro da marca Professional, sendo que a relação entre os dois parâmetros forneceu o índice gema, ou seja, $IG=AG/LG$.

Espessura de casca: As cascas dos ovos foram lavadas e secadas em temperatura ambiente para posterior pesagem e medição da espessura. Com a utilização de um micrometro digital foram medidas as espessuras das cascas dos ovos, sendo feitas três medidas por casca na região equatorial dos ovos.

Durante o período experimental as temperaturas médias máximas e mínimas foram 32,60 e 12,81°C, respectivamente, e a umidade média foi 90,93 e 35,34 %, máxima e mínima, respectivamente.

Tabela 2. Quadro de análise de variância.

Fontes de variação	Grau de liberdade
Fatorial x controle	1
Níveis de isoleucina	2
Níveis de valina	2
Interação isoleucina x valina	4
Resíduo	70
Total	79

Os resultados foram analisados estatisticamente, inicialmente verificando as preposições de normalidade dos erros e homogeneidade das variâncias (Tabela 2) dos dados obtidos. Após esta verificação, foram feitas as análises de variância e a comparação de médias pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade pelo procedimento GLM do SAS[®] (Statistical Analysis System, 1995).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 3, estão apresentados os resultados de desempenho das poedeiras. As diferentes relações de aminoácidos estudadas não afetaram o desempenho das aves ($P>0,05$), portanto, de acordo com os níveis de isoleucina e valina digestíveis

estudados não foi possível avaliar a limitância destes aminoácidos na dieta de poedeiras com inclusão de farinha de carne e ossos.

Tabela 3. Médias de consumo de ração (CR), peso de ovos (PO), porcentagem de postura (PP), conversão alimentar por kg de ovos (CA), massa de ovos (MO), conversão alimentar por dúzia de ovos (CA) e viabilidade criatória (VC) de poedeiras comerciais alimentadas com diferentes relações de isoleucina: lisina e valina: lisina digestível em dietas contendo farinha de carne e ossos.

Tratamentos	CR (kg)	PO (g)	PP (%)	CA (kg/kg)	MO (g)	CD (kg/dz)	V (%)
Testemunha vs fatorial							
Controle	0,115	66,59	95,63	1,84	62,58	1,45	99,61
Fatorial	0,113	64,19	94,71	1,85	60,81	1,42	99,83
Valor de F	3,84	8,88	0,48	0,02	1,76	0,81	1,30
Probabilidade	0,06 ^{ns}	0,01 ^{**}	0,49 ^{ns}	0,90 ^{ns}	0,19 ^{ns}	0,37 ^{ns}	0,28 ^{ns}
Níveis de isoleucina (Iso) digestível (%)							
0,55	0,113	64,15	94,47	1,84	60,61	1,42	99,80
0,62	0,114	64,44	94,78	1,86	61,09	1,44	99,93
0,70	0,111	63,98	94,90	1,84	60,73	1,41	99,76
Valor de F	2,88	0,37	0,09	0,39	0,12	1,18	0,43
Probabilidade	0,07 ^{ns}	0,69 ^{ns}	0,91 ^{ns}	0,68 ^{ns}	0,88 ^{ns}	0,32 ^{ns}	0,53 ^{ns}
Níveis de valina (Val) digestível (%)							
0,60	0,112	64,10	93,76	1,86	60,11	1,43	99,76
0,67	0,113	64,20	94,96	1,83	60,99	1,42	99,87
0,75	0,112	64,26	95,42	1,85	61,33	1,43	99,87
Valor de F	0,58	0,04	1,35	0,42	0,73	0,29	0,11
Probabilidade	0,56 ^{ns}	0,96 ^{ns}	0,27 ^{ns}	0,66 ^{ns}	0,49 ^{ns}	0,75 ^{ns}	0,74 ^{ns}
Probabilidade Iso X Val	0,94 ^{ns}	0,24 ^{ns}	0,29 ^{ns}	0,32 ^{ns}	0,51 ^{ns}	0,76 ^{ns}	0,49 ^{ns}
CV (%)	2,14	2,08	2,67	3,66	4,14	3,17	0,39

Na mesma coluna, médias seguidas de letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey (5%), *P<0,05; **P<0,01; CV= Coeficiente de variação; ^{ns} = não significativo

De acordo com os resultados obtidos, as aves alimentadas com níveis reduzidos de proteína bruta obtiveram peso dos ovos significativamente menores em relação aos das aves alimentadas com dietas contendo níveis normais de proteína bruta, independentemente dos níveis de isoleucina e valina digestíveis, provando que, estes aminoácidos não influenciaram diretamente no peso dos ovos.

Resultados semelhantes foram encontrados na literatura, tais como, Oliveira (2010), Silva et al. (2010) e Pinheiro et al. (1996), que verificaram maior peso de ovos de poedeiras comerciais alimentadas com maiores níveis protéicos na dieta, fato justificado por Pinheiro et al. (1996), como sendo devido a baixa capacidade de a poedeira reservar proteína para manutenção, sendo dependentes do consumo diário de proteína.

De acordo com Pesti et al. (2005), para ocorrer à síntese de albúmen, a necessidade em proteína e aminoácidos é alta e, portanto, qualquer decréscimo em tais nutrientes pode ocasionar em redução da quantidade de albúmen, levando a um menor tamanho de ovo.

Discordando com os resultados obtidos no presente estudo, Keshavarz e Austic (2004) avaliando a alimentação de aves de postura com dietas contendo 13% de proteína bruta, suplementada com lisina, metionina e triptofano, observaram desempenho semelhante ao controle positivo (16 a 16,5% proteína bruta), com exceção do peso do ovo, maior para aves alimentadas com 13% proteína bruta suplementadas com aminoácidos sintéticos.

O consumo diário de valina e isoleucina digestíveis foram significativamente proporcionais ao aumento dos níveis destes aminoácidos na dieta (Tabela 4).

Os níveis de 0,55% de isoleucina e 0,60% de valina digestíveis na dieta com inclusão de farinha de carne e ossos para poedeiras comerciais, correspondentes ao consumo médio diário de 620,77 e 673,27 mg de isoleucina e valina digestíveis, respectivamente, foram suficiente para manter o desempenho das aves semelhantes ao tratamento controle e aos outros tratamentos com maiores inclusões destes aminoácidos na dieta. De acordo com os resultados obtidos, as diferentes relações testadas não prejudicaram o desempenho das aves, mas, as relações ideais não foram definidas neste estudo (Tabelas 3 e 4).

Tabela 4. Médias de consumo diário de valina (CDV) e isoleucina (CDI) digestíveis de poedeiras comerciais alimentadas com diferentes relações de isoleucina: lisina e valina: lisina digestível em dietas contendo farinha de carne e ossos.

Tratamentos	CDV (mg/ave/dia)	CDI (mg/ave/dia)
Testemunha vs fatorial		
Controle	805,92	725,32
Fatorial	762,18	703,70
Valor de F	18,25	5,24
Probabilidade	0,01**	0,02**
Níveis de isoleucina (Iso) digestível (%)		
0,55	761,94	620,77c
0,62	767,69	706,07b
0,70	756,91	784,26 ^a
Valor de F	0,91	238,09
Probabilidade	0,41 ^{ns}	0,01**
Níveis de valina (Val) digestível (%)		
0,60	673,27c	700,04
0,67	764,34b	705,23
0,75	848,94 ^a	705,82
Valor de F	240,44	0,35
Probabilidade	0,01**	0,70 ^{ns}
Probabilidade Iso X Val	0,75 ^{ns}	0,66 ^{ns}
CV (%)	2,53	2,54

Na mesma coluna, médias seguidas de letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey (5%), *P<0,05; **P<0,01; CV= Coeficiente de variação; ^{ns} = não significativo.

O requerimento diário de 620,77 mg de isoleucina digestível e a relação mínima de 73% de isoleucina:lisina digestíveis para produção média de 60,61 g de massa de ovos das poedeiras, encontrados no presente estudo, contrariam as recomendações para poedeiras semi-pesadas com 1,8 kg de peso corporal feitas por Rostagno et al. (2005), que foi de 623 mg de isoleucina digestível/ave, com 50 g de massa de ovos e relação de 83% de isoleucina:lisina digestíveis, e mais atualmente, por Rostagno et al. (2011) que recomendaram a ingestão diária de isoleucina digestível de 588 mg/ave, para 52 g de massa de ovos e relação de 76% de isoleucina:lisina digestíveis.

As recomendações de isoleucina digestível para poedeiras comerciais encontradas na literatura são bastante indefinidas e contraditórias aos resultados obtidos neste estudo. Harms e Russell (2000) avaliaram níveis de isoleucina digestível variando de 0,49 a 0,61% e verificaram que o nível ótimo de ingestão para produção de ovos e peso dos ovos foi de 589,2 e 601,2 por dia, respectivamente. Em estudo semelhante, Shivazad et al. (2002) avaliaram os níveis de isoleucina variando de 0,39 a 0,60%, sendo o nível ótimo de ingestão de 449,8; 497 e 469 mg/dia para produção de ovos, peso dos ovos e massa de ovos, respectivamente. Já, Bregendahl et al. (2008) recomendaram ingestão diária de 426 mg/ave isoleucina digestível e 79% de relação com a lisina digestível, para máxima massa de ovos.

A ingestão média diária de 673,27 mg valina digestível das aves que receberam 0,60% de valina digestível e relação de valina:lisina digestíveis de 80%, foi semelhante a ingestão diária recomendada por Rostagno et al. (2005), que sugeriram a ingestão de 675 mg de valina digestível/ave para poedeiras semi-pesadas com 1,8 kg de peso corporal, porém com massa de ovos de 50 g/dia e relação de 90% de valina:lisina digestíveis, diferindo presente estudo onde a massa de ovos média foi de 60,11 g.

Contrariando com os resultados obtidos, Rostagno et al. (2011) recomendam para a massa de ovos de 52 g e aves com peso corporal de 1,8 kg, a ingestão diária de 735 mg de valina digestível/ave e relação de 95% de valina:lisina digestíveis, Harms e Russell (2001) verificaram requerimento diário de valina para produção de ovos e peso dos ovos, de respectivamente, 592,5 e 677,7 mg/ave, porém Bregendahl et al. (2008), recomendaram a ingestão diária de 501 mg/ave valina digestível para máxima massa de ovos e 93% a relação com a lisina digestível.

Peganova e Eder (2002) recomendaram 609 e 782 mg de ingestão diária de valina digestível/ave para poedeiras no período de 25 a 32 semanas de idade, resultados obtidos em dois ensaios, e 651 mg para aves no período de 46 a 52 semanas de idade, em outro ensaio realizado, para melhor massa de ovos.

Os resultados de índice gema e % de casca dos ovos das aves não foram afetados pelos tratamentos, porém os resultados de unidade Haugh (Tabela 5) dos ovos das aves que receberam os tratamentos com 0,70% de isoleucina digestível na dieta, foram menores do que dos ovos das aves que receberam 0,62% de isoleucina

digestível na dieta, independentemente do nível de valina digestível ($P < 0,05$). Os tratamentos com 0,55% de isoleucina digestível na dieta, independentemente do nível de valina digestível, influenciaram no conteúdo do ovo, sendo menor a porcentagem de albúmen e maior a porcentagem de gema ($P < 0,05$).

Tabela 5. Médias de unidade Haugh (UH), índice gema (IG), porcentagem de albúmen (PA), porcentagem de gema (PG), porcentagem de casca (PC), gravidade específica (GE), espessura de casca (EC) e peso da casca (PC) dos ovos de poedeiras comerciais alimentadas com dietas contendo diferentes relações de isoleucina:lisina e valina:lisina digestíveis e inclusão de farinha de carne e ossos.

Tratamentos	UH	IG	PA (%)	PG (%)	PC (%)	GE	EC (mm)	PC (g)
Testemunha vs fatorial								
Controle	90,19	0,438	65,66	24,99	9,91	1,089	0,332	6,38
Fatorial	89,59	0,438	64,81	25,40	9,89	1,090	0,331	6,38
Valor de F	0,23	0,01	2,61	1,64	0,03	1,20	0,27	0,01
Probabilidade	0,63 ^{ns}	0,96 ^{ns}	0,05 ^{ns}	0,21 ^{ns}	0,85 ^{ns}	0,28 ^{ns}	0,60 ^{ns}	0,99 ^{ns}
Níveis de isoleucina (Iso) digestível (%)								
0,55	89,57ab	0,438	64,29b	25,84a	9,92	1,090	0,333	6,37
0,62	90,93 ^a	0,436	65,03a	25,19b	9,88	1,090	0,332	6,44
0,70	88,28b	0,440	65,10a	25,16b	9,87	1,090	0,328	6,32
Valor de F	3,87	0,29	5,31	4,97	0,25	0,83	0,07	1,52
Probabilidade	0,03 [*]	0,75 ^{ns}	0,03 [*]	0,01 [*]	0,77 ^{ns}	0,44 ^{ns}	0,93 ^{ns}	0,23 ^{ns}
Níveis de valina (Val) digestível (%)								
0,60	90,23	0,441	64,53	25,65	9,86	1,090	0,330	6,34
0,67	88,56	0,436	64,84	25,30	9,99	1,090	0,331	6,39
0,75	89,98	0,438	65,05	25,25	9,82	1,090	0,332	6,40
Valor de F	1,78	0,89	0,94	1,56	3,29	1,29	0,22	0,31
Probabilidade	0,18 ^{ns}	0,42 ^{ns}	0,30 ^{ns}	0,23 ^{ns}	0,05 ^{ns}	0,29 ^{ns}	0,80 ^{ns}	0,73 ^{ns}
Probabilidade Isso X Val	0,75 ^{ns}	0,72 ^{ns}	0,50 ^{ns}	0,82 ^{ns}	0,63 ^{ns}	0,95 ^{ns}	0,75 ^{ns}	0,61 ^{ns}
CV (%)	2,59	2,00	1,22	2,33	1,76	0,11	2,30	2,77

Na mesma coluna, médias seguidas de letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey (5%), * $P < 0,05$; ** $P < 0,01$; CV= Coeficiente de variação; ^{ns} = não significativo.

Concordando com os resultados obtidos, Marques et al. (2012a) verificaram que as aves que receberam 0,55% de isoleucina digestível apresentaram ovos com menor % de albúmen e maior % de gema em relação as aves que receberam 0,70%

de isoleucina digestível na dieta, no entanto as outras características avaliadas não foram afetadas pelos níveis de valina digestível e isoleucina digestível das dietas experimentais.

Uma hipótese das alterações no conteúdo dos ovos pode ter sido pelo fato do nível de 0,70% isoleucina digestível na dieta, ter acelerado o catabolismo da valina e metionina no organismo da ave, fato este observado nos níveis plasmáticos destes aminoácidos apresentados na Tabela 4 do capítulo 3, o que conseqüentemente pode ter reduzido a deposição de aminoácidos na gema e aumentado o conteúdo aquoso do albúmen que veio a piorar os valores de unidade Haugh.

A qualidade externa dos ovos (Tabela 5) não foi influenciada significativamente pelos tratamentos estudados. Para espessura de casca e gravidade específica dos ovos, Marques et al. (2012b) ao suplementarem as dietas de poedeiras com diferentes níveis de valina digestível e isoleucina digestível, verificaram que estas características não foram alteradas pelos tratamentos, entretanto, houve interação entre os níveis de valina digestível e isoleucina digestível sobre o peso da casca.

4. CONCLUSÃO

Pode-se concluir que os níveis estudados de isoleucina e valina digestível na dieta com inclusão de farinha de carne e ossos para poedeiras comerciais, não limitaram o desempenho, sendo eficiente a utilização das relações de 73% de Isoleucina: lisina e 80% de valina: lisina digestíveis, equivalente a 0,55% de isoleucina e 0,60% de valina digestíveis na dieta . O peso dos ovos foi menor com a redução da proteína bruta da dieta e, a inclusão de 0,70% de isoleucina digestível piorou a qualidade dos ovos.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BREGENDAHL, K.; ROBERTS, S. A.; KERR, B.; HOEHLER, D. Ideal Ratios of Isoleucine, Methionine, Methionine Plus Cystine, Threonine, Tryptophan, and Valine

Relative to Lysine for White Leghorn-Type Laying Hens of Twenty-Eight to Thirty-Four Weeks of Age. **Poultry Science**, Champaign, 87, p. 744–758, 2008.

HARMS, R. H.; RUSSELL, G. B. Evaluation of the isoleucine requirement of the commercial layer in a corn-soybean meal diet. **Poultry Science**, Champaign, v. 79, p. 1154–1157, 2000.

HARMS, R. H.; RUSSELL, G. B. Evaluation of valine requirement of the commercial layer using a corn-soybean meal basal diet. **Poultry Science**, Champaign, v. 80, p. 215-218, 2001.

KESHAVARS, K.; AUSTIC, R.E. The use of low-protein, low-phosphorus, amino acid – and phytase – supplemented diets on laying hen performance and nitrogen and phosphorus excretion. **Poultry Science**, Champaign, v.83, p.75-83, 2004.

MARQUES, R. H.; JUNQUEIRA, O. M.; GRAVENA, R. A.; ROCCON, J.; CASTIBLANCO, D. M. C.; QUADROS, T. C. O; DUARTE, K. F.; DOMINGUES, C. H. F. Diferentes relações de isoleucina e valina digestível em relação à lisina digestível na dieta de poedeiras comerciais sobre a qualidade interna dos ovos, Anais do X Congresso APA produção e comercialização de ovos, 2012a.

MARQUES, R. H.; JUNQUEIRA, O. M.; GRAVENA, R. A.; ROCCON, J.; SANTOS, E. T.; LEITE, R. G.; DUARTE, K. F.; CRUZ, F. K. Qualidade externa de ovos de poedeiras comerciais submetidas diferentes relações de isoleucina e valina digestível em relação à lisina digestível, Anais do X Congresso APA produção e comercialização de ovos, 2012b.

National Research Council, 1971. Nutrient Requirements of Poultry. 6th rev. ed. National Academy Press, Washington, DC.

National Research Council, 1977. Nutrient requirements of poultry. 7th rev. ed. National Academy Press, Washington, DC.

National Research Council, 1984. Nutrient requirements of poultry. 8th rev. ed. National Academy Press, Washington, DC.

National Research Council, 1994. Nutrient requirements of poultry. 9th rev. ed. National Academy Press, Washington, DC

OLIVEIRA, C.F.S. **Suplementação aminoacídica e balanço eletrolítico em dietas com redução protéica para poedeiras comerciais.** Paraíba, 2010. 67p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba.

PEGANOVA S.; EDER, K. Studies on requirement and excess of valine in laying hens. **Archiv fur Geflugelkunde**, v. 66, n. 6, p. 241–250, 2002.

PESTI, G.M.; BAKALLI, R.I.; DRIVER, J.P. et al. **Poultry nutrition and feeding.** Victoria: Trafford Publishing, 2005. 490p.

PINHEIRO, J.W.; FONSECA, N.A.N.; MIZUBUTI, I.Y. et al. Níveis de energia metabolizável (EM) e de proteína bruta (PB) na ração sobre o desempenho de galinhas poedeiras. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 1996 Curitiba. **Anais...** Curitiba: Fundação Apinco de Ciência e Tecnologia Avícolas. 1996. p.52.

ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; DONZELE, J. L.; GOMES, P. C.; OLIVEIRA, R. F.; LOPES, D. C.; FERREIRA, A. S.; BARRETO, S. L. T. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: Composição de alimentos e exigências nutricionais.** 2. ed. Viçosa: UFV, 2005. 186p.

ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; DONZELE, J. L.; GOMES, P. C.; OLIVEIRA, R. F.; LOPES, D. C.; FERREIRA, A. S.; BARRETO, S. L. T.; EUCLIDES, R. F. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: Composição de alimentos e exigências nutricionais.** 3. ed. Viçosa: UFV, 2011. 134-141p.

SHIVAZAD, M.; HARMS, R. H.; RUSSELL, G. B.; FARIA, D. E.; ANTA, R. S. Re-evaluation of the isoleucine requirement of the commercial layer. **Poultry Science**, Champaign, v. 81, p. 1869–1872, 2002.

SILVA, M.F.R.; FARIA, D.M.; RIZZOLI, P.W.; SANTOS, A.L.; SAKAMOTO, M.I.; SOUZA, H.R.B. Desempenho, qualidade dos ovos e balanço de nitrogênio de poedeiras comerciais alimentadas com rações contendo diferentes níveis de proteína bruta e lisina. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.39, n.6, p.1280-1285, 2010.

STATISTICAL ANALYSIS SYSTEMS INSTITUTE. **User's guide, Version 6**, 4^aed. Cary: SAS[®]/STAT, SAS Institute Inc., 1995. 365p.

CAPITULO 3 - NÍVEIS DE ISOLEUCINA E VALINA DIGESTÍVEIS EM DIETAS CONTENDO FARINHA DE CARNE E OSSOS SOBRE O METABOLISMO DE NITROGÊNIO E NÍVEIS PLASMÁTICOS DE AMINOÁCIDOS DE POEDEIRAS COMERCIAIS

RESUMO – Um experimento foi conduzido com o objetivo de avaliar o metabolismo de nitrogênio e os níveis de aminoácidos plasmáticos de poedeiras comerciais alimentadas com rações formuladas à base de milho e farelo de soja com a inclusão de farinha de carne e ossos e diferentes relações de isoleucina: lisina e valina:lisina digestíveis. Foram utilizadas 640 poedeiras da linhagem Isa Brown com 40 semanas de idade distribuídas em delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 3x3+1, sendo 0,55; 0,62 e 0,70% de isoleucina e, 0,60; 0,67 e 0,75% de valina digestíveis (15,09% de proteína bruta e 0,75% de lisina digestível) e o tratamento controle (17,55% de proteína bruta), totalizando 10 tratamentos com oito repetições e oito aves por parcela. Na última semana do período experimental foram coletadas amostras de sangue das aves e submetidas a análise dos níveis plasmáticos de aminoácidos e após o período experimental foi realizado um ensaio metabólico para avaliação do metabolismo de nitrogênio das aves. Os resultados mostraram que as aves alimentadas com o tratamento controle ingeriram e excretaram maior quantidade de nitrogênio. De acordo com os níveis plasmáticos obtidos, a isoleucina demonstrou efeito antagônico com a valina e metionina, e o aumento da suplementação com isoleucina e valina, elevou os níveis plasmáticos destes aminoácidos. Conclui-se que a ingestão e excreção de nitrogênio pelas aves são menores quando a dieta é formulada com níveis reduzidos de proteína bruta. Houve antagonismo entre os aminoácidos de cadeia ramificada influenciados pela ingestão de isoleucina digestível.

Palavras-chave: antagonismo de aminoácidos, aminoácidos limitantes, aminoácidos plasmáticos, metabolismo de nitrogênio, proteína digestível, proteína bruta

1. INTRODUÇÃO

Os aminoácidos quando fornecidos em excesso as aves, sofrem desaminação e o nitrogênio é excretado como ácido úrico, processo que reflete em gasto energético para o animal (MITCHELL, 1964), além de causar grande impacto ambiental.

A redução da proteína da dieta de poedeiras na tentativa de minimizar a emissão de nitrogênio nas excretas das aves vem sendo estudada. Na prática da formulação de dietas, uma deficiência dos primeiros aminoácidos limitantes, pode ser suprido com a suplementação de aminoácidos em sua forma livre (PEGANOVA; EDER, 2002).

A proteína ideal é a mistura de aminoácidos ou de proteínas com total disponibilidade de digestão e metabolismo, capazes de fornecer sem excessos nem deficiências as necessidades absolutas de todos os aminoácidos requeridos para manutenção e produção da ave, para favorecer a deposição protéica com máxima eficiência (PARSONS; BAKER, 1994).

A excreção de nitrogênio que pode ser significativamente reduzida por meio do balanço de aminoácidos que atenda às necessidades das aves, e principalmente, com o fornecimento desses nutrientes na forma digestível (LEESON; SUMMERS, 2005). Porém, uma progressiva redução da proteína na dieta tem levado a uma situação onde aminoácidos que estão presentes em dietas com níveis normais de proteína, limitem o desempenho das aves. Dentre estes aminoácidos estão inclusos a valina e a isoleucina (PEGANOVA; EDER, 2002).

Os aminoácidos de cadeia ramificada, tais como, leucina, isoleucina e valina, são aminoácidos essenciais para os animais, e são principalmente metabolizados no músculo esquelético. Além disso, é sabido que ocorre antagonismo entre estes aminoácidos. Quando os animais consomem uma quantidade excessiva de um dos aminoácidos de cadeia ramificada, as concentrações dos outros aminoácidos no plasma e músculos diminuem (SMITH; AUSTIC, 1978).

Levando-se em consideração o conceito de proteína ideal e antagonismo entre os aminoácidos de cadeia ramificada, o presente estudo teve como objetivo avaliar os efeitos de diferentes relações de valina:lisina digestível e isoleucina:lisina

digestível em dietas de poedeiras comerciais contendo farinha de carne e ossos sobre o balanço de nitrogênio e níveis de aminoácidos no plasma.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Neste experimento foram utilizadas 640 poedeiras comerciais da linhagem Isa Brown com 40 semanas de idade, alojadas em galpão para postura, com gaiolas dispostas em degraus, bebedouros tipo nipple e comedouros tipo calha, recebendo 17 horas diárias de luz.

As dietas experimentais foram formuladas com base nas recomendações de Rostagno et al. (2005) para poedeiras semi-pesadas com 1,8 kg de peso corporal, ingestão diária de 100g de ração e 50g de massa de ovos. Os níveis recomendados de lisina, valina e isoleucina digestíveis, respectivamente, foram: 0,75; 0,675 e 0,623%. A dieta controle foi formulada com 17,55% de proteína bruta e a dieta basal dos outros tratamentos foi formulada com 15,09% de proteína bruta e relações de valina e isoleucina 10% abaixo do recomendado, sendo 0,55% de isoleucina e 0,60% de valina digestíveis (Tabela 1). Os outros tratamentos foram compostos pela dieta basal acrescida de valina e isoleucina sintéticos para elaboração de tratamentos com relações de isoleucina:lisina e valina:lisina digestíveis 10% acima e abaixo dos níveis recomendados.

As aves foram distribuídas em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 3x3+1, sendo 3 níveis de isoleucina (0,55; 0,62 e 0,70%), 3 níveis de valina (0,60; 0,67 e 0,75) e 1 tratamento controle com 17,55% de proteína bruta) totalizando 10 tratamentos com oito repetições e oito aves por parcela.

Foram realizados quatro ciclos de postura de 28 dias cada e ao final do período experimental (112 dias), as aves foram transferidas para gaiolas de metabolismo providas de bandejas para a coleta de excretas durante cinco dias, mantendo-se os tratamentos, porém, com oito repetições de quatro aves cada, para adequação às medidas e quantidade de bandejas coletoras, totalizando 320 aves.

Para o ensaio metabólico, o método utilizado foi o de coleta total de excretas. Utilizou-se 1% de óxido férrico para identificar as excretas provenientes das rações em avaliação, no primeiro e no último dia da coleta. Assim, na primeira coleta as excretas não marcadas foram desprezadas e na última coleta do período

experimental as excretas marcadas também foram desprezadas. A água e a ração foram fornecidas à vontade durante todo o período experimental.

Tabela 1. Composição de ingredientes e nutrientes das dietas experimentais.

Ingredientes (%)	Tratamentos	
	Controle	Dieta basal
Milho	65,02	68,95
Farelo de soja (45%)	21,85	14,74
Farinha de carne e ossos (45%)	4,50	4,50
Farelo de trigo	0,00	2,60
Calcário calcítico	7,85	7,84
Fosfato bicálcico	0,00	0,03
Sal comum	0,39	0,37
Inerte	0,00	0,30
Suplemento vitamínico e mineral	0,20	0,20
L-lisina HCl (78%)	0,00	0,18
DL- Metionina (98%)	0,19	0,25
L-Isoleucina (98%)	0,00	0,04
L-Valina (98%)	0,00	0,00
Total	100	100
Composição nutricional calculada		
PB (%)	17,55	15,09
EM (kcal/kg)	2830	2800
Ca (%)	3,67	3,65
Na (%)	0,21	0,20
P total (%)	0,58	0,57
P disponível (%)	0,38	0,38
Lisina dig. (%)	0,75	0,75
Metionina dig. (%)	0,44	0,46
Met +cis dig. (%)	0,68	0,68
Triptofano dig. (%)	0,18	0,15
Treonina dig. (%)	0,57	0,49
Isoleucina dig. (%)	0,63	0,55
Valina dig. (%)	0,70	0,60

Suplemento Vitamínico e Mineral – Composição/kg de ração: Ácido fólico, 0,5mg; Biotina, 0,05mg; Niacina, 35mg; Pantotenato de cálcio, 13mg; Vit. A, 11000 UI; Vit. B₁, 1mg; Vit. B₁₂, 15mcg; Vit. B₂, 5mg; Vit. B₆, 1,5mg; Vit. D₃, 2000 UI; Vit. E, 13mg; Vit. K, 2,5mg; Cobre, 6mg; Iodo, 1mg; Manganês, 65mg; Selênio, 0,2mg; Zinco, 45mg

Foram anotadas as quantidades de rações consumidas e de excretas produzidas, sendo que as excretas coletadas foram armazenadas em congelador a -10°C até o final do período de coleta, quando então, foram descongeladas, devidamente homogeneizadas por repetição, pesadas e colocadas em estufa ventiladas por 72 horas a 55°C, para ser efetuada a pré-secagem. Posteriormente foram expostas ao ar, para entrar em equilíbrio com a temperatura e umidade ambiente, em seguida foram pesadas, moídas e acondicionadas para as análises posteriores.

O nitrogênio total foi medido pelo método Micro-Kjeldahl descrito por Silva e Queiroz (2002) nas amostras secas. O balanço de nitrogênio foi calculado a partir dos valores da ingestão e excreção de nitrogênio na matéria natural. Dividindo-se o valor do balanço de nitrogênio pelo nitrogênio ingerido e multiplicando-se seu resultado por 100 foi obtido o coeficiente de metabolizabilidade aparente do nitrogênio.

Para a realização das análises dos níveis plasmáticos de metionina, lisina, treonina, valina e isoleucina, na última semana do período experimental (56 semanas de idade), foi coletada uma amostra de 3 ml de sangue por ave, utilizando-se seringas heparinizadas, de 2 aves por parcela. Após a coleta, as amostras de sangue foram centrifugadas a 4000 rpm durante 10 minutos, onde posteriormente foi retirado o plasma e armazenado em eppendorf a -20°C . As análises dos aminoácidos livres no plasma foram feitas através do HPLC, de acordo com as metodologias descritas por Fekkes (1996).

Durante o período experimental as temperaturas médias máximas e mínimas foram $32,60$ e $12,81^{\circ}\text{C}$, respectivamente, e a umidade média foi $90,93$ e $35,34\%$, máxima e mínima, respectivamente.

Tabela 2. Quadro de análise de variância.

Fontes de variação	Grau de liberdade
Fatorial x controle	1
Níveis de isoleucina	2
Níveis de valina	2
Interação isoleucina x valina	4
Resíduo	70
Total	79

Os resultados foram analisados estatisticamente, inicialmente verificando as preposições de normalidade dos erros e homogeneidade das variâncias dos dados obtidos. Após esta verificação foram feitas as análises de variância (Tabela 2) e comparação de médias pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade pelo procedimento GLM do SAS[®] (Statistical Analysis System, 1995).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos para nitrogênio retido total e coeficiente de metabolizabilidade aparente de nitrogênio das aves não foram influenciados pelos tratamentos, assim como as diferentes relações de valina:lisina e isoleucina:lisina digestíveis não influenciaram na ingestão, excreção e digestibilidade de nitrogênio (Tabela 3).

Os resultados obtidos no presente estudo, discordam dos obtidos por Peganova e Eder (2002), que avaliaram níveis de isoleucina variando de 0,37 a 0,57 % na dieta de poedeiras, e concluíram houve menor ingestão de nitrogênio das aves receberam 0,37% de isoleucina na dieta, já o nitrogênio retido total foi maior nas aves que receberam de 0,43 a 0,57% de isoleucina na dieta, no entanto, não houve diferença significativa no nitrogênio excretado pelas aves.

Em relação aos resultados obtidos no presente estudo, avaliando os diferentes níveis de valina digestível na dieta de poedeiras, existe contrariedade com resultados apresentados na literatura, tais como, Peganova e Eder, (2002a) que avaliaram níveis variando de 0,51 a 0,76% de valina na dieta, e concluíram que a excreção de nitrogênio foi menor apenas das aves que receberam 0,51% de valina e não houve efeito dos tratamentos sobre o nitrogênio ingerido e retido.

Os resultados de nitrogênio ingerido e excretado (Tabela 3) pelas aves, comprovaram que as aves alimentadas com baixa proteína bruta na dieta, ingeriram e eliminaram diariamente menor quantidade de nitrogênio nas excretas ($P < 0,05$) em relação as aves que receberam dietas formuladas com níveis normais de proteína bruta, evidenciando que o excesso de proteína na dieta favorece o aumento do catabolismo da proteína, sendo esta menos aproveitada pela aves, além de poder impactar no custo da ração e na poluição do ambiente.

Os resultados de metabolismo de nitrogênio obtido neste estudo, concordam com diversos trabalhos encontrados na literatura. Latshaw e Zhao (2011) avaliaram a ingestão diária de proteína por poedeiras e concluíram que ao aumentar o consumo de proteína bruta, o nitrogênio excretado é aumentado linearmente.

Tabela 3. Médias nitrogênio (N) ingerido, excretado, retido total (g/ave/dia) e coeficiente de metabolizabilidade aparente de nitrogênio (CMAN) de poedeiras comerciais alimentadas com dietas contendo diferentes relações de isoleucina:lisina e valina:lisina digestíveis e inclusão de farinha de carne e ossos.

Tratamentos	N ingerido (g)	N excretado (g)	N retido total (g)	CMAN (%)
Testemunha vs fatorial				
Controle	2,02	1,38	0,64	31,40
Fatorial	1,83	1,17	0,64	34,79
Valor de F	12,12	16,93	0,01	1,66
Probabilidade	0,01**	0,01**	0,96 ^{ns}	0,20 ^{ns}
Níveis de isoleucina (Iso) digestível (%)				
0,55	1,74	1,14	0,61	34,60
0,62	1,81	1,15	0,66	36,35
0,70	1,83	1,22	0,64	33,41
Valor de F	1,59	2,30	0,60	1,01
Probabilidade	0,22 ^{ns}	0,11 ^{ns}	0,55 ^{ns}	0,94 ^{ns}
Níveis de valina (Val) digestível (%)				
0,60	1,79	1,16	0,63	35,16
0,67	1,78	1,16	0,62	34,75
0,75	1,81	1,19	0,66	34,46
Valor de F	0,29	0,50	0,34	0,06
Probabilidade	0,75 ^{ns}	0,60 ^{ns}	0,71 ^{ns}	0,37 ^{ns}
Probabilidade	0,62 ^{ns}	0,30 ^{ns}	0,36 ^{ns}	0,45 ^{ns}
Isso X Val				
CV (%)	6,88	8,24	19,63	14,38

Na mesma coluna, médias seguidas de letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey (5%), *P<0,05; **P<0,01; CV= Coeficiente de variação; ^{ns} = não significativo.

Da mesma forma, Pavan et al., (2005) conduziram estudo com poedeiras alimentadas com 14, 15,5 e 17% de proteína bruta na dieta e verificaram que foi produzido maior quantidade de nitrogênio nas excretas das aves alimentadas com 17 % de proteína bruta. A redução de aproximadamente 1 % de proteína bruta nas dietas de poedeiras foi responsável por reduzir significativamente a ingestão e excreção de nitrogênio em comparação a dietas com níveis normais de proteína bruta (ROBERTS et al., 2007).

Foi verificado que os níveis de isoleucina das dietas influenciaram negativamente ($P < 0,05$) nos níveis de metionina e de valina, e positivamente nos níveis de isoleucina no plasma das aves, evidenciando o antagonismo entre estes aminoácidos (Tabela 4).

Tabela 4. Médias da concentração plasmática ($\mu\text{mol}/100\text{ml}$) de metionina, lisina, treonina, valina e isoleucina do sangue de poedeiras comerciais alimentadas com dietas contendo diferentes relações de isoleucina:lisina e valina:lisina digestíveis e inclusão de farinha de carne e ossos.

Tratamentos	Metionina	Lisina	Treonina	Valina	Isoleucina
Testemunha vs fatorial					
Controle	15,90	24,25	32,50	26,70	11,75
Fatorial	15,63	24,21	33,16	27,70	13,93
Valor de F	0,22	0,01	0,56	8,57	46,00
Probabilidade	0,56 ^{ns}	0,92 ^{ns}	0,47 ^{ns}	0,01 ^{**}	0,01 ^{**}
Níveis de isoleucina (Iso) digestível (%)					
0,55	16,23 ^a	24,52	33,48	28,65 ^a	13,23b
0,62	15,70ab	24,40	33,32	27,28b	14,07 ^a
0,70	14,97b	23,72	32,67	27,17b	14,50 ^a
Valor de F	4,11	3,61	0,80	19,44	13,33
Probabilidade	0,04 [*]	0,06 ^{ns}	0,47 ^{ns}	0,01 ^{**}	0,01 ^{**}
Níveis de valina (Val) digestível (%)					
0,60	16,12	24,23	33,50	26,27c	13,98
0,67	15,10	24,30	33,27	27,93b	14,03
0,75	15,68	24,10	32,70	28,90 ^a	13,78
Valor de F	2,64	0,20	0,73	50,77	0,56
Probabilidade	0,12 ^{ns}	0,82 ^{ns}	0,50 ^{ns}	0,01 ^{**}	0,58 ^{ns}
Probabilidade	0,09 ^{ns}	0,18 ^{ns}	0,55 ^{ns}	0,17 ^{ns}	0,42 ^{ns}
Iso X Val					
CV (%)	4,90	2,30	3,57	1,66	3,15

Na mesma coluna, médias seguidas de letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey (5%), * $P < 0,05$; ** $P < 0,01$; CV= Coeficiente de variação; ^{ns} = não significativo.

A concentração de metionina e valina foram maiores no plasma das aves que receberam 0,55% de isoleucina na dieta em comparação ao das aves que ingeriram dieta com 0,70% de isoleucina, já, quando as aves receberam os níveis de 0,62 e 0,70% de isoleucina na dieta, a concentração plasmática de valina foi menor e a de isoleucina foi maior em relação ao das aves que foram alimentadas com 0,55% de

isoleucina. Não houve interação entre os tratamentos e as concentrações plasmáticas de lisina e treonina ($P>0,05$). De acordo com os resultados obtidos, pode-se sugerir que a isoleucina seja o quarto aminoácido limitante na dieta com inclusão de farinha de carne e ossos para poedeiras, por ter afetado o metabolismo de outros aminoácidos.

Estudos avaliando a limitância de valina e isoleucina em dietas com inclusão de alimentos de origem animal para poedeiras são escassos na literatura, porém, em comparação estudos com frangos de corte, os resultados encontrados nesta pesquisa, contrariam a ordem de limitância encontrada por Corzo, Loar e Kidd (2009), que sugeriram com base em resultados obtidos de concentração proteica e de albumina no plasma de frangos de corte alimentados com dietas contendo 5% de farinha de vísceras de aves e diferentes níveis de isoleucina e valina, que a valina pode ser o quarto aminoácido limitante.

Já, Peganova e Eder (2003) avaliaram a interação entre isoleucina, valina e leucina na dieta de poedeiras alimentando as aves com dietas contendo 0,57; 0,80 e 1,15% de isoleucina, 0,63 e 1,01 % de valina, 0,72 e 1,15 % de leucina e 0,15 e 0,24 % de triptofano, e concluíram que ao aumentar os níveis de isoleucina na dieta, a concentração de isoleucina no plasma se elevou apenas quando a aves receberam as dietas com 0,63% de valina e 0,72% de leucina.

Harris et al. (2001) afirmaram que o aumento do consumo de leucina estimula a atividade da enzima desidrogenase de α -cetoácido de cadeia ramificada, que é a enzima chave na degradação dos três aminoácidos de cadeia ramificada. Todavia, no presente estudo, os níveis de isoleucina foram responsáveis pelo antagonismo entre os aminoácidos, podendo ser este aminoácido responsável pela estimulação da atividade da enzima.

Os níveis de valina suplementados na dieta das poedeiras não influenciaram os níveis plasmáticos dos outros aminoácidos avaliados, porém as concentrações plasmáticas de valina foram aumentadas significativamente ($P<0,05$) ao elevar o aminoácido na dieta (Tabela 4). No entanto, Peganova e Eder (2003) verificaram que o aumento de valina + leucina na dieta de poedeiras resultou no aumento da concentração de valina e redução de isoleucina no plasma, evidenciando antagonismo entre os aminoácidos ramificados.

Em estudos com frangos de corte, Imanari, Kadowaki e Fujimura (2008) e Corzo, Loar e Kidd (2009) verificaram no plasma de aves alimentadas com diferentes níveis de isoleucina e valina na dieta, que ao elevarem-se os níveis de valina na dieta, a concentração plasmática deste aminoácido também aumentou. Da mesma forma, quando se suplementou a dieta com isoleucina e a concentração deste aminoácido no plasma aumentou, no entanto, e não houve antagonismo entre os aminoácidos nos níveis dietéticos estudados.

4. CONCLUSÃO

A ingestão e excreção de nitrogênio pelas aves é menor quando a dieta é formulada com níveis reduzidos de proteína bruta. Houve antagonismo entre os aminoácidos de cadeia ramificada influenciados pela ingestão de isoleucina digestível, sendo o nível de 0,70% na dieta capaz de reduzir a concentração de metionina e de valina no plasma das aves em relação as aves que receberam 0,55% de isoleucina digestível.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CORZO, A.; LOAR, R. E.; KIDD, M. T. Limitations of dietary isoleucine and valine in broiler chick diets. **Poultry Science**, Champaign, v. 88, p. 1934-1938, 2009.

FEKKES, D. State-of-the-art high-performance liquid chromatographic analysis of amino acids in physiological samples. **Journal Chromatographic Biological Biomededical Applied**, v. 682, p. 3–22, 1996.

HARRIS, R. A.; KOBAYASHI, R.; MURAKAMI, T.; SHIMOMURA, Y. Regulation of branched-chain α -keto acid dehydrogenase kinase expression in rat liver. **Journal Nutrition**, v. 131, p. 841–845, 2001.

IMANARI, M.; KADOWAKI, K.; FUJIMURA, S. Regulation of taste-active components of meat by dietary branched-chain amino acids; effects of branched-chain amino acids antagonism. **British Poultry Science**, London, v.49, p.299-307, 2008.

LATSHAW, J. D.; ZHAO L. Dietary protein effects on hen performance and nitrogen excretion. **Poultry Science**, Champaign, v.90, p.99–106, 2011.

LEESON, S; SUMMERS, J. D. **Commercial Poultry Nutrition**. 3rd ed, Guelph:University Books, 2005. 398 p.

MITCHELL, H. H. Comparative nutrition of man and domestic animals. New York: **Academic Press**, 1964.

PARSONS, C. M.; BAKER, D. H. The concept and use of ideal proteins in the feedings of nonruminants. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE PRODUÇÃO DE NÃO RUMINANTES, 1994, Maringá. **Anais...** p.119-128.

PAVAN, A. C.; MÓRI, C.; GARCIA, E. A.; SCHERER, M. R.; PIZZOLANTE, C. C. Níveis de Proteína Bruta e de Aminoácidos Sulfurados Totais sobre o Desempenho, a Qualidade dos Ovos e a Excreção de Nitrogênio de Poedeiras de Ovos Marrons, **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.34, n.2, p.568-574, 2005.

PEGANOVA S.; EDER, K. Interactions of various supplies of isoleucine, valine, leucine and tryptophan on the performance of laying hens. **Poultry Science**, Champaign, v. 82, p. 100-105 , 2003.

PEGANOVA S.; EDER, K. Studies on requirement and excess of isoleucine in laying hens. **Poultry Science**, Champaign, v. 81, p. 1714-1721, 2002b.

PEGANOVA S.; EDER, K. Studies on requirement and excess of valine in laying hens. **Archiv fur Geflugelkunde**, v. 66, n. 6, p. 241–250, 2002.

ROBERTS, S. A.; XIN, H.; KERR, B. J.; RUSSELL, J. R.; BREGENDAHL, K. Effects of Dietary Fiber and Reduced Crude Protein on Nitrogen Balance and Egg Production in Laying Hens. **Poultry Science**, Champaign, v. 86, p. 1716–1725, 2007.

ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; DONZELE, J. L.; GOMES, P. C.; OLIVEIRA, R. F.; LOPES, D. C.; FERREIRA, A. S.; BARRETO, S. L. T. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: Composição de alimentos e exigências nutricionais**. 2. ed. Viçosa: UFV, 2005. 186p.

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

SMITH, T.K.; AUSTIC, R.E. The branched-chain amino acid antagonism in chicks. **Journal of Nutrition**, v.108, p.1180-1191, 1978.

STATISTICAL ANALYSIS SYSTEMS INSTITUTE. **User's guide**, Version 6, 4^aed. Cary: SAS[®]/STAT, SAS Institute Inc., 1995. 365p.

CAPITULO 4 – IMPLICAÇÕES GERAIS

✓ De acordo com os resultados obtidos, a relação valina: lisina digestíveis recomendada em dietas com inclusão de farinha de carne e ossos é de 80%, porém relações de 90 e 100% podem ser utilizadas sem prejudicar o desempenho das aves, mas podendo encarecer a ração.

✓ A relação de 73% de isoleucina: lisina digestíveis não prejudicou o desempenho das aves e a qualidade dos ovos, além de interferir menos no metabolismo de metionina e valina, sendo desta forma a relação recomendada.

✓ A avaliação econômica sempre deve ser feita antes de se empregar as relações recomendadas, principalmente devido a inclusão dos aminoácidos isoleucina e valina ainda serem inviáveis no Brasil, fato este, que nos próximos anos poderá ser viável com a produção destes aminoácidos no Brasil, porém dependendo da relação de aminoácidos empregados nas formulações e das matérias primas, pode-se dispensar o uso destes aminoácidos na forma sintética.

✓ A redução da proteína bruta das dietas, além de ser uma alternativa para baratear a ração sem prejudicar o desempenho, reduz a poluição ambiental com a excreção de nitrogênio.

✓ Novos estudos devem ser realizados reduzindo ainda mais as relações de isoleucina: lisina e valina: lisina digestíveis nas dietas de poedeiras comerciais, afim de encontrar o limite mínimo de utilização destes aminoácidos, tendo em vista que o preço de farelo de soja e milho, ingrediente básicos da nutrição de aves, tem a tendência de se elevar nos próximos anos devido as quebras de safras e alto consumo destes produtos no mundo.