

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

**EXIGÊNCIA DE MANTENÇA DE VALINA, ISOLEUCINA E
TRIPTOFANO PARA MACHOS ADULTOS DE CODORNAS
JAPONESAS**

Anna Raísa Teixeira Minussi

JABOTICABAL – SP
2º Semestre/2020

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

**EXIGÊNCIA DE MANTENÇA DE VALINA, ISOLEUCINA E
TRIPTOFANO PARA MACHOS ADULTOS DE CODORNAS
JAPONESAS**

Anna Raísa Teixeira Minussi
Orientador: Prof. Dr. Edney Pereira da Silva
Coorientadora: Prof.^a Dr.^a Michele Bernardino de Lima

Trabalho de Conclusão de Curso (Iniciação Científica) apresentado à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Câmpus de Jaboticabal, como parte das exigências para graduação em Zootecnia.

JABOTICABAL – SP
2º Semestre/2020

M668e Minussi, Anna Raísa Teixeira
Exigência de manutenção de valina, isoleucina e triptofano para machos adultos de codornas japonesas. / Anna Raísa Teixeira Minussi. -- Jaboticabal, 2020
35 p.

Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado - Zootecnia) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal

Orientador: Edney Pereira da Silva
Coorientadora: Michele Bernardino de Lima

1. Biologia. 2. Codornas. 3. Aminoácidos na nutrição animal. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.



DEPARTAMENTO: Zootecnia

CERTIFICADO
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

TÍTULO: Exigência de manutenção de valina, isoleucina e triptofano para machos adultos de codornas japonesas.

ACADÊMICO: Anna Raísa Telleira Minussi

CURSO: Zootecnia

ORIENTADOR (ES): Prof. Dr. Edney Pereira da Silva
Prof.ª Dr.ª Michele Bernardino de Lima

PERÍODO: Semestre 11º Ano 6º

Aprovado com conceito: A B C

Este trabalho é recomendado para compor a base de dados CAPELO. Sim Não

Reprovado:

BANCA EXAMINADORA:

Presidente: Prof. Dr. Edney Pereira da Silva
Membro: Ms. Lizia Cordeiro de Carvalho
Membro: Ms. Henrique de Sousa Nogueira

Jaboticabal, 10 de dezembro de 2020

Aprovado em reunião do Conselho do Departamento em: 10 / 12 / 2020

Chefe do Departamento
Prof. Dr. José Maurício Barbanti Duarte
Matrícula: 4223924

Dedico

Ao meu avô, Dorival Veríssimo Teixeira.

AGRADECIMENTOS

À Deus, pelo amparo.

À minha família, Ana Maria Teixeira, Ed Carlos Minussi, Maria Clara Teixeira Minussi e Marilsa Lopes Teixeira, por todo apoio e carinho.

Ao meu orientador Prof. Dr. Edney Pereira da Silva, e à minha coorientadora Prof.^a Dr.^a Michele Bernardino de Lima, por todas as oportunidades cedidas a mim, ao apoio e aos conselhos para o meu desenvolvimento pessoal e profissional.

Ao LAVINESP (Laboratório de Ciências Avícolas) e ao Laboratório de Nutrição Animal, ambos da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (FCAV) – UNESP, Campus de Jaboticabal, do Departamento de Zootecnia, pelas instalações cedidas.

Aos meus colegas de trabalho do grupo PEG (Poultry Education Group) da FCAV – UNESP, Campus de Jaboticabal, pela ajuda cedida na condução de minha pesquisa de iniciação científica.

À Reitoria da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (FCAV) – UNESP, Campus de Jaboticabal e, ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa de auxílio para o desenvolvimento desta pesquisa de iniciação científica.

À empresa VICAMI, pelo fornecimento das aves para este projeto.

E, um agradecimento especial e carinhoso para as minhas grandes amigas de faculdade, Manoela Garcia Borgi Lino de Sousa, Maria Mikaella Pacheco Barbosa e Ana Paula Garcia Gonçalves.

“Chico Xavier tinha na cabeceira de sua cama a seguinte frase escrita:

Isso Também Passa

Quando perguntado a ele o motivo, ele respondeu que:

Aquela frase era para que se lembrasse quando estivesse passando por momentos ruins, que um dia eles iriam embora, iriam passar. E que era preciso passar por aquilo. Mas, também era para que se lembrasse que, quando estivesse muito feliz, não poderia se deixar levar, deixando tudo para trás, já que, estes momentos também iriam passar, e aqueles difíceis viriam novamente!”

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1** - Composição nutricional da ração experimental (kg) e da ração diluente (kg) utilizadas nos ensaios de valina, triptofano e isoleucina para machos adultos de codornas Japonesas. 16
- Tabela 2** - Concentração do aminoácido teste (%) obtida pela técnica de diluição, com a proporção de ração concentrada (kg), ração diluente (kg) e L-aminoácido (g) na composição dos tratamentos intermediários, mais uma dieta controle, para os ensaios de valina, triptofano e isoleucina. 17
- Tabela 3** - Concentração do aminoácido (AA, %), consumo de ração no período (CR, g/ave), concentração de nitrogênio na dieta (CN, %), peso corporal (PC, kg), ingestão do aminoácido (IAA, mg/kg^{0.67} d), nitrogênio ingerido (NI, mg/kg^{0.67} por dia) e balanço de nitrogênio (BN, mg/kg^{0.67} d) de machos adultos de codornas Japonesas. 22

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	Relação entre balanço de nitrogênio (BN) e ingestão de Valina (IVal)	23
Figura 2 -	Relação entre balanço de nitrogênio (BN) e ingestão de isoleucina (Ile)	25
Figura 3 -	Relação entre balanço de nitrogênio (BN) e ingestão de triptofano (Trp)	27

ÍNDICE

1	INTRODUÇÃO	9
2	MATERIAL E MÉTODOS.....	13
2.1	Local.....	13
2.2	Animais e instalações.....	13
2.3	Delineamento experimental.....	14
2.4	Dietas experimentais.....	14
2.5	Procedimentos experimentais.....	18
2.6	Variáveis coletadas	19
2.7	Análises	19
2.8	Variáveis avaliadas	20
2.9	Determinação da exigência de manutenção	20
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	21
3.1	Valina	21
3.2	Isoleucina	24
3.3	Triptofano	26
4	CONCLUSÃO	29
5	RESUMO	30
6	SUMMARY	31
7	REFERÊNCIAS	32

1 INTRODUÇÃO

A coturnicultura vem se consolidando como uma atividade empresarial, dentro do segmento da avicultura industrial, devido principalmente, aos índices produtivos e a qualidade nutricional dos produtos, carne e ovos. A cadeia produtiva de ovos de codornas vem se estruturando e viabilizando empreendimentos, devido a maior aceitação no mercado nacional (MASSUDA; MURAKAMI, 2008), e é consumido por diferentes classes socioeconômicas (FUJIKURA, 2004), em que, o consumo anual *per capita* é de, aproximadamente, 9,5 ovos (MASSUDA; MURAKAMI, 2008), por ser um alimento de custo acessível, mesmo quando comercializado na forma processada, em conserva.

No presente momento, grande parte dos setores produtivos sofrem com a crise sanitária ocasionada pelo COVID-19, e no setor avícola, a coturnicultura foi o segmento que apresentou maior retração, com desalojamento de lotes comerciais e abate de matrizes. Esta situação deriva do nicho de mercado que a cadeia produtiva do ovo de codorna ocupa. O consumo de ovos de codorna é associado ao consumo das famílias fora da residência, e as consequências que a crise econômica e a pandemia impuseram foram: o empobrecimento das famílias, juntamente com as restrições da convivência social que contribuíram para o cenário atual, que é de sobrevivência do setor.

Neste cenário soluções em nutrição e alimentação animal podem contribuir para

atenuar as consequências desta crise, por exercer impacto sobre 70% dos custos de produção de uma empresa avícola. Portanto, ações no sentido de reduzir o custo com a alimentação do rebanho, são necessárias, especialmente em momentos de crise, onde a sobrevivência de um setor e sua competitividade estão atreladas aos custos de produção e eficiência produtiva.

Massuda & Murakami (2008), através do levantamento de dados de propriedades constataram que o maior custo de produção é devido a ração, portanto, é o elemento em que, mais é necessário o aprimoramento, pois é o ponto crucial para melhorar a rentabilidade da produção, além disso, a forma de comercialização dos ovos também irá interferir na lucratividade, por ser a maior fonte de receita das propriedades estudadas.

A nutrição proteica para produção de ovos de codornas e ovos de poedeiras comerciais deve ser específica, de acordo com tabelas de recomendação. Considerando um teor de 20% de proteína bruta (PB), as relações entre aminoácidos essenciais com a lisina digestível são diferentes entre estas espécies, especialmente, para os principais aminoácidos limitantes, como metionina (41 vs. 50), triptofano (19 vs. 23), treonina (70 vs. 66) e valina (92 vs. 90), sendo respectivamente, uma ração para codornas Japonesas proposta por Silva & Costa (2009), com uma ração para poedeiras comerciais de Rostagno et al. (2005).

Já, considerando a utilização dos aminoácidos para manutenção do peso metabólico, as diferenças encontradas na literatura são ainda maiores. Estudos sobre a partição dos nutrientes para codornas são escassos e, para dimensionar a possível diferença entre *Coturnix* e *Gallus* foram usados estudos com o aminoácido lisina. A diferença na exigência de lisina para manutenção do peso metabólico entre *Coturnix* e *Gallus* foi de 108 mg/kg^{0,67} ou 340%, de acordo com os resultados de Siqueira et al. (2011)

e Silva et al. (2019). Estes autores determinaram 153 mg/kg^{0,67} para *Coturnix* e 45 mg/kg^{0,75} para *Gallus*.

A manutenção é o estado de conservação do *status* corporal intacto, não existindo perda ou ganho de tecido, nem translocação de matéria no organismo; quimicamente é o estado de equilíbrio de nitrogênio, ou seja, a ingestão de nitrogênio, corresponde a mesma quantidade de nitrogênio das perdas endógenas, das quais, não são para a composição do tecido muscular, e sim para manter as funções vitais do organismo, dessa forma tem-se que a composição de nitrogênio permanece constante, ou ainda, o balanço de nitrogênio é igual a zero (OWENS; PETTIGREW, 1989; SAKOMURA; COON, 2003; SAKOMURA; ROSTGANO, 2016).

A metodologia tradicionalmente utilizada é conhecida como balanço de nitrogênio (BN), que permite calcular o nitrogênio (N) ingerido e o N excretado. A última atualização nesta metodologia foi proposta por Lima et al. (2016). Nesta publicação os autores sugerem que a exigência de manutenção seja determinada com machos adultos. Este modelo animal reúne condições fisiológicas que garantem aos pesquisadores amostrar o estado de manutenção precisamente, uma vez que, não há desvio para funções de produção e crescimento, portanto, a utilização é exclusivamente para manutenção.

É importante determinar a exigência de manutenção para todos os aminoácidos essenciais. Para *Coturnix* poucas informações foram encontradas (SILVA et al., 2019) e para valina, isoleucina e triptofano é inexistente, de acordo com esta revisão bibliográfica. Apesar de não serem os primeiros aminoácidos limitantes na dieta, o metabolismo de manutenção é prioridade para manter o *turnover* proteico. Neste sentido, a valina e isoleucina são aminoácidos alifáticos, hidrofóbicos de cadeia ramificada e ambos apresentam estruturas e funções similares e isso pode levar a uma competição pelas

mesmas enzimas de degradação (HARPER et al., 1984), além de utilizarem as mesmas vias de absorção e de transporte, por isso são denominados antagonistas (D'MELLO; LEWIS, 1970). Atuam na regulação do balanço de nitrogênio, como fonte principal para a síntese de alanina e glutamina, também atuam sobre os níveis glicêmicos e, modulam o sistema imune (ROGERO, 2008). O triptofano é um aminoácido aromático e suas funções primárias estão relacionadas às sínteses de proteína, da biomolécula niacina e serotonina (TACKMAN et al., 1990; MULLEN; MARTIN, 1992), portanto, tem sua essencialidade reconhecida para as aves. Devido à sua baixa concentração nos ingredientes em relação a outros aminoácidos, pode ser um limitante na síntese de proteína (CORZO et al., 2005) e, como limitante, afeta desempenho das aves, como também pode deprimir o consumo de ração, comprometendo a homeostase da ave (LACY et al., 1982).

O perfil aminoacídico para manutenção difere daquele para crescimento (DORIGAM et al., 2015) e produção de ovos (DORIGAM et al., 2016a; SOARES et al., 2019) por isso é necessário determinar as exigências dos aminoácidos essenciais para manutenção e assim estabelecer o perfil ideal para manutenção, conforme Dorigam et al. (2016b). Entretanto, essas informações mesmo que estejam disponíveis para *Gallus*, são inexistentes para *Coturnix*. Considerando o exposto, o objetivo desta pesquisa foi determinar a exigência de valina, isoleucina e triptofano para atender a manutenção de machos adultos de codornas Japonesas.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Local

A pesquisa foi realizada no Laboratório de Ciências Avícolas (LAVINESP) do Departamento de Zootecnia da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - FCAV/UNESP - Campus de Jaboticabal, Estado de São Paulo. A pesquisa, assim como todos os procedimentos experimentais foram aprovados pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) da Faculdade.

Foram realizados três ensaios de balanço de nitrogênio, com o objetivo de determinar as exigências de manutenção de valina, isoleucina e triptofano para machos adultos de codornas Japonesas.

2.2 Animais e instalações

Em cada ensaio, foram utilizados 56 machos adultos de codornas Japonesas, totalizando 168 aves, com peso corporal médio de 125 g, 133 g, 121 g, para os ensaios de valina, triptofano e isoleucina, respectivamente. Houve a preferência em usar machos adultos neste ensaio, pois o peso a maturidade é estabelecido para um estudo de manutenção, por assegurar que toda a ingestão será utilizada para manutenção, uma vez que o crescimento neste estado é nulo e, não há a produção de ovos, mantendo-se constante a quantidade de nitrogênio corporal (SAKOMURA; ROSTGANO, 2016).

As aves foram adquiridas da granja Vicami (Rodovia Raposo Tavares, 456km, Assis - SP), aos 35 dias de idade, portanto já eram aves adultas, já que, a maturidade sexual de codornas é de 35 a 42 dias (ALBINO; BARRETO, 2012). Estas aves já vieram vacinadas e debicadas. E receberam uma ração formulada à base das exigências nutricionais proposta por Rostagno et al. (2011) até um dia antes do começo do ensaio, quando tinham 42 dias no ensaio de valina e 49 dias nos ensaios de isoleucina e triptofano.

As aves foram alojadas individualmente em gaiolas metabólicas de arame galvanizado (0.38 cm x 0.24 cm), dispostas em baterias de 6 andares sobrepostos, com 2 gaiolas por andar, adaptadas para a criação de codornas, cada gaiola (1.69 cm x 0.76 cm) foi equipada com comedouro tipo calha de chapa galvanizada, bebedouro tipo *nipple* e bandejas coletoras de excreta. As baterias foram dispostas em um câmara climática, com controle de temperatura. O programa de iluminação foi de 24 horas de luz, com uso de lâmpadas fluorescentes. As médias para temperatura (°C) e umidade relativa (%) obtidas nos ensaios foram de 22.3°C e 52.4%, respectivamente.

2.3 Delineamento experimental

Utilizou-se de oito tratamentos, com sete repetições de uma ave em cada, para cada ensaio, os quais foram distribuídos em delineamento experimental inteiramente ao acaso. Em que, cada tratamento corresponde a um nível do aminoácido teste, valina, isoleucina e triptofano. As unidades experimentais foram uniformizadas para peso corporal das aves, de modo, a obter a máxima homogeneidade entre as unidades experimentais.

2.4 Dietas experimentais

Com base nas recomendações de Silva & Costa (2009) a exigência do aminoácido testado foi multiplicada por 0,4 e os demais por 0,8, assim criou-se uma deficiência relativa

mínima de 40% do aminoácido teste em relação aos demais. Baseado neste perfil de proteína formulou-se uma ração para cada ensaio, com elevado teor de proteína bruta atendendo as exigências de energia, minerais e demais nutrientes proposto por Silva & Costa (2009). Uma dieta isenta de proteína também foi formulada para ser utilizada como diluente e obter os níveis intermediários, considerando os mesmos níveis nutricionais, exceto em proteína e aminoácidos (Tabela 1).

Os níveis para cada tratamento de cada aminoácido teste foram obtidos pela técnica de diluição, conforme proposto por Fisher & Morris (1970), onde dilui-se a ração com elevado teor de proteína bruta (T7), mas limitada no aminoácido teste, sucessivamente com a ração isenta de proteína (DIP), mantendo-se constante a relação de aminoácidos/lisina proposta por Silva & Costa (2009), exceto para os aminoácidos estudados, obtendo-se níveis crescentes do aminoácido teste, na sequência de T1 à T7 (Tabela 2).

De acordo com a técnica de diluição, proposta por Fisher & Morris (1970), é preciso que haja um tratamento adicional, que neste caso foi adotado como T8, do qual, irá funcionar como uma dieta controle ou contraprova, com o objetivo de comprovar se o aminoácido teste seria o primeiro limitante. Para isso, foi realizada a mesma diluição do primeiro nível mais limitante no aminoácido teste (T1) e acrescentado o aminoácido na forma cristalina até atingir o segundo nível mais deficiente no aminoácido teste (T2) para cada ensaio (Tabela 2).

Assim, os níveis crescentes obtidos para o aminoácido valina foram: 0,053; 0,107; 0,160; 0,213; 0,267; 0,373 e 0,533%. O oitavo tratamento consistiu em: 0,053 % + 0,055 g de L-Valina (98%). Os níveis crescentes para o ensaio do aminoácido isoleucina foram: 0,044; 0,088; 0,132; 0,176; 0,220; 0,308, 0,440. O oitavo tratamento foi composto por 0,044 % + 0,045 g de L-Isoleucina (98%). E os níveis crescentes para o ensaio do aminoácido triptofano consistiram em: 0,010; 0,020; 0,029; 0,047; 0,059; 0,079; 0,118. O

oitavo tratamento foi composto por 0,010 % + 0,011 g de L-Triptofano (98%).

As dietas experimentais foram formuladas de tal forma que o único fator de variação do experimento entre os tratamentos fosse o efeito do nível do aminoácido avaliado, isto foi possível de ser alcançado através do uso da técnica de diluição, proposta por Fisher & Morris (1970). Sendo que estes níveis dos aminoácidos foram corrigidos depois da análise dos ingredientes, comprovando que os níveis obtidos pela técnica de diluição coincidiram com o que tinha sido pré-estabelecido na formulação destes níveis.

Tabela 1. Composição nutricional da ração experimental (kg) e da ração diluente (kg) utilizadas nos ensaios de valina, triptofano e isoleucina para machos adultos de codornas Japonesas.

Ingredientes	Valina	Triptofano	Isoleucina	Dieta Isenta de Proteína
Milho Grão	69,529	68,877	68,626	0,000
Farelo de Soja 46	10,000	10,000	7,220	0,000
Glúten de Milho 60	4,283	4,921	5,069	0,000
Farelo de Trigo	0,000	0,643	4,000	0,000
Óleo de soja	0,242	0,000	0,000	1,901
Fosfato Bicálcico	1,974	1,957	1,897	2,314
Calcário	1,003	1,012	1,063	0,913
NaCl	0,514	0,514	0,514	0,539
KCl	0,347	0,334	0,362	1,052
MetAMINO® 99	0,281	0,266	0,281	0,000
Biolys® 55,1	1,105	1,082	1,184	0,000
ThreAMINO® 98,5	0,297	0,284	0,313	0,000
L-Trp 98	0,083	0,000	0,091	0,000
L-Arg 98	0,465	0,450	0,505	0,000
L-Val 98	0,000	0,344	0,380	0,000
L-Ile 98	0,277	0,261	0,000	0,000
L-Phe 98	0,443	0,398	0,466	0,000
Casca de Arroz	0,000	0,000	0,000	12,500
Cloreto Colina 60	0,107	0,108	0,124	0,227
Amido	0,000	0,000	0,000	55,000

(continua...)

(continuação)

Açúcar	0,000	0,000	0,000	20,686
Inerte	9,000	8,500	7,855	4,768
Premix	0,050	0,050	0,050	0,100
Total	100,000	100,000	100,000	100,000

Fonte: Elaboração própria.

Tabela 2. Concentração do aminoácido teste (%) obtida pela técnica de diluição, com a proporção de ração concentrada (kg), ração diluente (kg) e L-aminoácido (g) na composição dos tratamentos intermediários, mais uma dieta controle, para os ensaios de valina, triptofano e isoleucina.

Tratamentos	Aminoácido Teste	Concentrada	Diluente	L-Aminoácido	Total
Valina					
7	0.533	100.0	0.00	0.000	100.000
6	0.373	70.0	30.0	0.000	100.000
5	0.267	50.1	49.9	0.000	100.000
4	0.213	40.0	60.0	0.000	100.000
3	0.160	30.0	70.0	0.000	100.000
2	0.107	20.1	79.9	0.000	100.000
1	0.053	10.0	90.0	0.000	100.000
Dieta controle (8¹)	0.107	10.0	90.0	0.055	100.055
Triptofano					
7	0.118	100.0	0.00	0.000	100.000
6	0.079	67.0	33.0	0.000	100.000
5	0.059	50.1	49.9	0.000	100.000
4	0.047	40.0	60.0	0.000	100.000
3	0.029	25.0	75.0	0.000	100.000
2	0.020	16.9	83.1	0.000	100.000
1	0.010	8.1	91.9	0.000	100.000
Dieta Controle (8²)	0.020	8.1	91.9	0.011	100.011
Isoleucina					
7	0.440	100.0	0.00	0.000	100.000
6	0.308	70.0	30.0	0.000	100.000
5	0.220	50.0	50.0	0.000	100.000
4	0.176	40.0	60.0	0.000	100.000

(continua...)

(continuação)					
3	0.132	30.0	70.0	0.000	100.000
2	0.088	20.0	80.0	0.000	100.000
1	0.044	10.0	90.0	0.000	100.000
Dieta Controle (8³)	0.088	10.0	90.0	0.045	100.045

¹L-Val 98%; ²L-TRP (98%); ³L-Ile (98%)

Fonte: Elaboração própria.

2.5 Procedimentos experimentais

Estes procedimentos foram baseados em Lima et al. (2016), adaptado para machos adultos de codornas Japonesas. O período experimental foi de 96 horas, sendo as primeiras 24 horas de adaptação, em que, as aves receberam uma ração isenta de nitrogênio para eliminarem resíduos nitrogenados remanescentes no trato gastrointestinal. Foi adicionado 1% de óxido de ferro como marcador, para possibilitar a identificação das excretas produzidas com a dieta marcada. O uso do óxido de ferro na dieta isenta de nitrogênio, permitiu marcar o início e o término da coleta total de excreta, sendo descartadas as excretas pigmentadas com o óxido de ferro. Nas 72 horas subsequentes, as aves foram alimentadas com duas refeições ao dia, de 7,5g cada sendo fornecidas em comedouros individualmente, às 07h00min e às 17h00min, totalizando 15 g/ave dia. O fornecimento de água foi a vontade.

A coleta total de excreta foi realizada duas vezes ao dia, acondicionada em recipiente indentificado por unidade experimental, com o tratamento, repetição e o número da gaiola; em seguida, foi armazenada sob temperatura -22°C até o momento do processamento. O início da coleta das excretas foi de 12 horas após o primeiro fornecimento da dieta experimental e, encerrou-se 12 horas após o último fornecimento, sendo realizada nos mesmos horários do fornecimento de ração.

Em todo o processo de coleta total de excreta, foi removido os possíveis contaminantes, como penas, descamações e secreções espumosas provenientes das

glândulas paracloacais. As gaiolas foram adaptadas para permitir máxima precisão na coleta do total do excretado pela ave. O comportamento natural da codorna excretar pode ocasionar a perda de excreta e para evitar que isso ocorresse as gaiolas receberam proteção, sendo vedadas toda lateral até altura de 15 cm, permitindo acesso livre ao comedouro e bebedouro. As bandejas foram revestidas de material plástico e posicionadas sob o piso de cada gaiola.

2.6 Variáveis coletadas

O consumo de ração (CR, g/ave d) foi calculado subtraindo do total de 45g fornecido a sobra de ração ao final do experimento. O Peso corporal (kg) e peso metabólico ($\text{kg}^{0.67}$) foram obtidos a partir da média de peso corporal das aves, pesadas individualmente, no início e término do período experimental. O peso metabólico foi obtido elevando-se o peso corporal a potência de 2/3, de acordo Dodds et al. (2001).

A ingestão de nitrogênio (NI, $\text{mg/kg}^{0.67}$ d) e de aminoácido (IAA, $\text{mg/kg}^{0.67}$ d) foram obtidas pela multiplicação da respectiva concentração de nitrogênio e aminoácido de cada ração teste pelo consumo de ração medido em cada unidade experimental. A excreção de nitrogênio (NEX) foi obtido a partir da multiplicação do total excretado pela concentração de nitrogênio na excreta.

2.7 Análises

Ao final de cada ensaio as excretas de cada unidade experimental foram descongeladas, homogeneizadas, pesadas em recipiente apropriados e submetidas a pré-secagem em estufa de ventilação forçada (55°C) por 72 horas. A matéria pré-seca foi pesada e calculada para obter o teor de matéria seca e, em seguida, as amostras foram moídas em peneiras de crivo de 1 mm. Dietas e excretas foram encaminhadas para determinação da matéria

seca a 105 °C, por 16h, e do nitrogênio total, conforme as metodologias propostas pela AOAC (1990). O nitrogênio total foi determinado utilizando o método Kjeldahl, assim a constante de 6.25 foi utilizada para calcular o teor de proteína bruta. As análises foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da FCAV/UNESP, Campus de Jaboticabal.

2.8 Variáveis avaliadas

As variáveis avaliadas consistiram em: consumo de ração no período (g/ave d), peso corporal (PC, kg), ingestão do aminoácido (IAA, mg/kg^{0.67} por dia), nitrogênio ingerido (NI, mg/kg^{0.67} por dia) e balanço de nitrogênio (BN, mg/kg^{0.67} por dia) de machos adultos de codornas Japonesas.

2.9 Determinação da exigência de manutenção

A exigência de manutenção para cada aminoácido foi obtida pela regressão linear entre o consumo do aminoácido teste e o BN, sendo a exigência de manutenção definida como a quantidade do aminoácido necessário para manter o BN igual à zero.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Esta pesquisa objetivou determinar a exigência de manutenção de valina, isoleucina e triptofano, sendo alcançado com machos adultos de codornas Japonesas. O método aplicado possibilitou obter as respostas de balanço de nitrogênio (BN), que foram analisadas, resultando nas estimativas de exigência de 87, 58 e 11 mg/kg^{0,67} d, para valina, isoleucina e triptofano, respectivamente.

Nos três ensaios, as respostas das codornas em relação ao consumo de ração (CR) do tratamento controle (T8), demonstraram que os aminoácidos valina, isoleucina e triptofano foram os limitantes em suas respectivas dietas, se comparado do tratamento de menor nível (T1). O T8 confirmou que os aminoácidos valina, isoleucina e triptofano foram os respectivos limitantes no perfil da proteína dietética. Esta conformação é necessária quando se utiliza da técnica de diluição (FISHER; MORRIS, 1970).

3.1 Valina

O consumo de ração variou de 18,2 a 33,5 g/ave para o ensaio de valina (Tabela 3). O nitrogênio ingerido aumentou a medida em que houve um acréscimo da concentração de nitrogênio na dieta. Houve melhora no BN, ou seja, maior retenção, quando houve um acréscimo no consumo de nitrogênio, isto significa que as aves responderam a suplementação adicional de L-Valina (98%) na ração, diminuindo a perda de nitrogênio nas excretas. Este

resultado comprova a limitação da valina na proteína dietética. As variáveis avaliadas estão apresentadas na Tabela 3.

Tabela 3. Concentração do aminoácido (AA, %), consumo de ração no período (CR, g/ave), concentração de nitrogênio na dieta (CN, %), peso corporal (PC, kg), ingestão do aminoácido (IAA, mg/kg^{0.67} d), nitrogênio ingerido (NI, mg/kg^{0.67} por dia) e balanço de nitrogênio (BN, mg/kg^{0.67} d) de machos adultos de codornas Japonesas.

Tratamento	AA	CR	CN	PC	IAA	NI	BN
Valina							
1	0,053	18,2	0,582	0,103	15,2	165,3	-175,0
2	0,107	41,3	0,598	0,116	62,0	347,7	-54,9
3	0,160	43,6	0,874	0,119	96,6	527,4	44,2
4	0,213	38,4	0,933	0,106	121,6	531,8	87,3
5	0,267	43,8	1,062	0,116	165,8	660,2	154,4
6	0,373	43,1	1,721	0,114	231,9	1069,1	295,3
7	0,533	43,3	2,343	0,122	316,1	1388,6	445,4
8	0,107	33,5	0,402	0,112	51,4	193,4	-120,6
Erro		1,2	0,0876	0,0009	13,5	57,0	28,1
P-valor		<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Isoleucina							
1	0,044	31,1	0,531	0,226	19,9	240,1	-258,4
2	0,088	38,0	0,636	0,227	49,0	353,5	-146,9
3	0,132	36,3	1,063	0,225	70,6	567,7	172,7
4	0,176	41,0	1,224	0,228	105,2	730,8	273,0
5	0,220	40,6	1,387	0,226	130,7	823,3	295,2
6	0,308	41,1	1,909	0,233	181,1	1121,3	432,1
7	0,440	42,8	2,591	0,232	270,5	1591,2	631,9
8	0,088	34,3	0,504	0,225	44,4	254,0	-129,2
Erro		0,5	0,0976	0,0004	11,2	62,6	41,7
P-valor		<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Tryptofano							
1	0,010	34,3	0,395	0,111	6,6	222,8	-198,0
2	0,020	43,8	0,642	0,121	14,2	387,2	-43,5
3	0,029	41,2	0,839	0,117	20,4	484,4	302,8
4	0,047	43,7	1,089	0,123	28,0	648,8	339,3
5	0,059	40,0	1,332	0,121	32,2	728,9	420,8

(continua...)

(continuação)

6	0,079	44,1	1,779	0,122	49,0	1059,0	719,6
7	0,118	39,0	2,656	0,117	56,8	1283,5	793,5
8	0,020	41,0	0,406	0,124	13,0	225,0	-119,9
Erro		0,4	0,1032	0,0006	6,6	51,3	49,8
P-valor		<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05

Fonte: Elaboração própria.

As dietas experimentais variaram os valores de BN de negativos à positivos, onde se aumentava a ingestão de valina, os valores de BN também aumentava. Neste ensaio três níveis de valina obtiveram BN negativos, sendo o T1, T2 e T8. Já, o maior valor de BN positivo foi para o nível T7.

A relação entre BN e ingestão de valina (IVal) foi ajustada pela equação: $BN = 2,0062 \times IVal - 175,43$; $R^2 = 0,89$ (Figura 1). De acordo com esta equação, a perda endógena e metabólica de animais adultos foi estimada em $175 \text{ mg/kgPC}^{0,67}$ por dia e, a exigência de manutenção de valina determinada no presente trabalho foi calculada em $87 \text{ mg/kgPC}^{0,67}$ por dia.

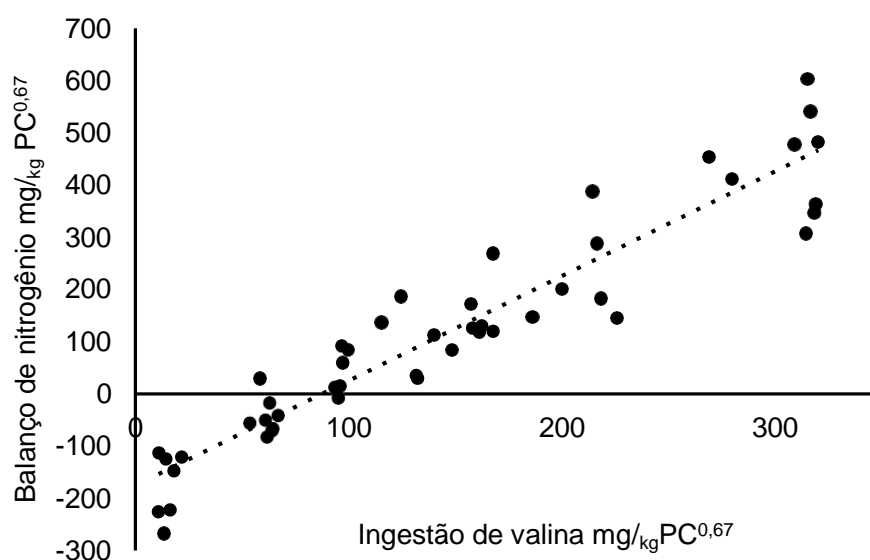


Figura 1 - Relação entre balanço de nitrogênio (BN) e ingestão de Valina (IVal).
Fonte: Elaboração própria.

Tradicionalmente, os valores de manutenção encontrados na literatura são provenientes de ensaios utilizando galos adultos ou por meio de equações de predição. Neste sentido, a exigência de manutenção, determinada com galos adultos variou de 15 mg/kgPC por dia (ISHIBASHI, 1973) a 60 mg/kgPC por dia (FISHER, 1983). O menor valor relatado por Ishibashi (1973) pode ser explicado pela função sigmoideal utilizada por este autor, pois, como explicado por Baker (2005), qualquer função matemática afeta a interpretação dos resultados que, por sua vez, pode influenciar no valor estimado. Já para Lima et al. (2016), que também determinou a exigência de manutenção para galos, encontrou o valor de 41 mg/kgPC por dia para valina, em que este seria o melhor trabalho a ser comparado com este ensaio, uma vez que, utilizou-se da mesma técnica de diluição da ração e o mesmo método de BN, exceto pela técnica de alimentação forçada. McDonald & Morris (1985) determinaram 96 mg/kgPC por dia para poedeiras comerciais. Este estudo comprova o porquê de não se utilizar valores extrapolados de exigência de aminoácidos para codornas Japonesas, com base em valores de outras espécies de aves.

Em ensaio de Martinez (2018), que estimou em 86 mg/kgPC por dia de valina para manutenção de codornas Japonesas em postura, por meio de equação monomolecular, corrobora com o valor encontrado neste trabalho, mesmo utilizando de um método diferente para o cálculo.

3.2 Isoleucina

O consumo de ração variou de 31,1 a 42,8 g/ave para o ensaio de isoleucina (Tabela 3). O nitrogênio ingerido aumentou a medida em que houve aumento da concentração de nitrogênio na dieta. Houve melhora no BN, ou maior retenção, quando houve um acréscimo no consumo do nitrogênio. As aves responderam a suplementação adicional de L-Isoleucina (98%) na ração, diminuindo a perda de nitrogênio nas excretas. Este resultado comprova a limitação

da isoleucina no perfil da proteína dietética. As variáveis avaliadas estão apresentadas na Tabela 3.

As dietas experimentais variaram entre valores de BN de negativos à positivos, quando aumentava-se os valores de ingestão de isoleucina, os valores de BN aumentavam também. Neste ensaio três níveis de isoleucina obtiveram BN negativo, sendo o T1, T2 e T8. Já, o maior valor de BN positivo foi para o nível T7.

A relação entre BN e ingestão de isoleucina (Ile) foi ajustada pela equação: $BN = 3,316 \times IV_{al} - 191,74$; $R^2 = 0,84$ (Figura 2). De acordo com esta equação, a perda endógena e metabólica de animais adultos foi estimada em $192 \text{ mg/kgPC}^{0,67}$ por dia e, a exigência de manutenção de isoleucina determinada no presente trabalho foi calculada em $57,82 \text{ mg/kgPC}^{0,67}$ por dia.

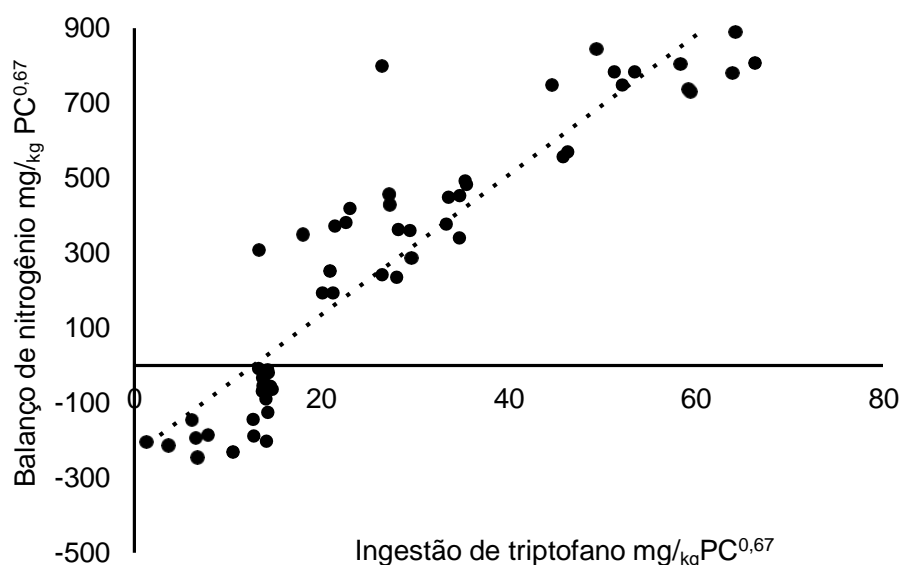


Figura 2 - Relação entre balanço de nitrogênio (BN) e ingestão de isoleucina (Ile).
Fonte: Elaboração própria.

A exigência de isoleucina para manutenção publicada na literatura varia de 15 a 60 mg/kgPV por dia (BURNHAM; GOUS, 1992; LEVEILLE; FISHER, 1960; HUYGHEBAERT et al., 1991; ISHIBASHI, 1973) para galos adultos. Lima et al. (2016)

determinou que a exigência de manutenção para galos é de 20 mg/kgPC por dia para isoleucina. No entanto, a espécie de ave utilizada nestes estudos diferiram deste ensaio, o que pode explicar as diferenças nos resultados, portanto não se deve utilizar de espécies diferentes para determinar as exigências de aminoácidos para codornas Japonesas.

Martinez (2018) estimou em 70 mg/kgPC por dia de isoleucina para manutenção de codornas Japonesas em postura, utilizando a equação monomolecular, o que poderia explicar a diferença no valor encontrado neste ensaio, que utilizou de uma equação de regressão linear com base no BN.

Reis (2013), relata que os níveis de isoleucina não obtiveram efeito significativo sobre o CR, que corrobora com o que aconteceu neste ensaio. E, em Santos et al. (2016), conforme os níveis de isoleucina na dieta aumentaram, houve também um aumento linear da ingestão de isoleucina, assemelhando-se ao que ocorreu neste ensaio, que pode ser representado pelo T7, de maior nível de isoleucina na dieta que resultou em maior ingestão deste aminoácido.

3.3 Triptofano

O consumo de ração variou de 34,3 a 39 g/ave para o ensaio de triptofano (Tabela 3). O nitrogênio ingerido aumentou a medida em que houve um acréscimo da concentração de nitrogênio na dieta. Houve melhora no BN, portanto maior retenção, quando houve aumento no consumo do nitrogênio, corroborando com a resposta das aves a suplementação adicional de L-triptofano (98%) na ração, diminuindo a perda de nitrogênio nas excretas, comprovando a limitação do triptofano no perfil da proteína dietética. As variáveis avaliadas estão apresentadas na Tabela 3.

As dietas experimentais variaram o BN de negativo à positivo, assim os valores de ingestão de triptofano aumentavam junto aos valores de BN. Neste ensaio três níveis

de triptofano obtiveram BN negativo, sendo o T1, T2 e T8. Já, o maior valor de BN positivo foi para o nível T7.

A relação entre BN e ingestão de triptofano (ITrp) foi ajustada pela equação: $BN = 17,676 \times ITrp - 189,77$, $R^2 = 0,84$ (Figura 3). De acordo com a equação, a perda endógena e metabólica de animais adultos foi estimada em $190 \text{ mg/kgPC}^{0,67}$ por dia e, a exigência de manutenção de triptofano determinada no presente trabalho foi calculada em $10,74 \text{ mg/kgPC}^{0,67}$ por dia. Esta diferença encontrada, onde a perda endógena é maior que a exigência de manutenção, está de acordo com a liberação de triptofano no *pool* corporal de aminoácidos, devido ao *turnover* proteico, ou seja, na dieta não precisa ser fornecido a mesma quantidade perdida de triptofano endógeno para manter o BN igual a zero, pois o organismo o recupera da proteína corporal, com maior eficiência, se comparado aos aminoácidos valina e isoleucina, que requerem maior concentração na dieta.

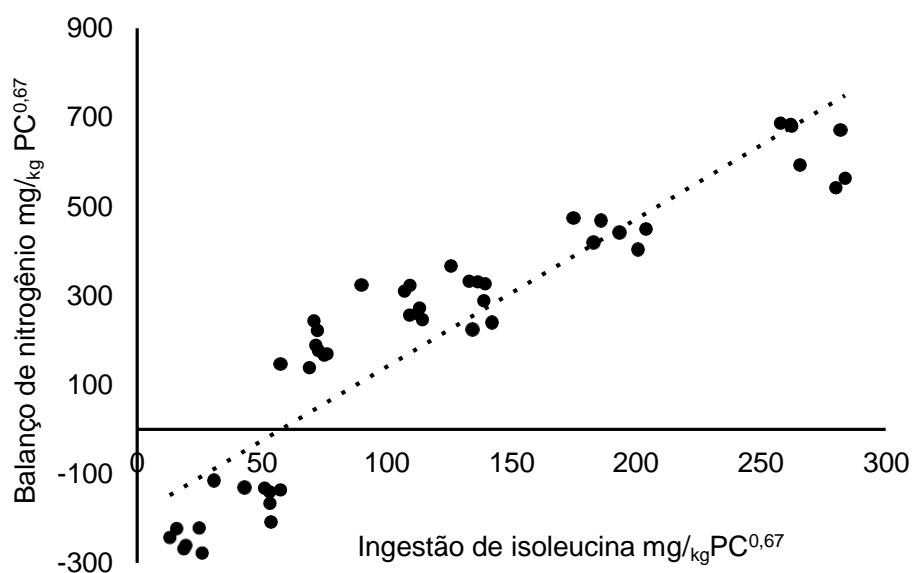


Figura 3 - Relação entre balanço de nitrogênio (BN) e ingestão de triptofano (Trp).
Fonte: Elaboração própria.

Ishibashi (1973), Leveille & Fisher (1960) determinaram 5 e 7 mg/PC por dia para galos, respectivamente, em que, o valor encontrado por Ishibashi (1973), correspondem ao encontrado por Lima et al. (2016), que determinou a exigência de manutenção para galos 5 mg/kgPC por dia de triptofano. Os resultados deste ensaio também foram superiores aos valores obtidos em estudos com diferentes espécies, utilizando diferentes metodologias publicadas por Baker et al. (1966), Wethli & Morris (1978) e Kim et al. (1997), que determinaram valores de 5, 6 e 5 mg/kgPC por dia para suínos, galinhas poedeiras e frangos de corte, respectivamente.

Assemelha-se com este ensaio, os valores obtidos para frangas, que foram de 10 mg/kgPC por dia (MORRIS; WETHLI, 1978) e 11 mg/kgPC por dia (MCDONALD; MORRIS, 1985).

Portanto, é possível observar uma variação nos valores obtidos em ambos os ensaios, ressaltando que as diferenças nas metodologias e, nos modelos animais utilizados são fatores determinantes para o resultado final, sendo imprescindível realizar estudos mais precisos, levando em consideração o modelo animal e o método científico adequado para produzir resultados mais confiáveis, minimizando o erro nas formulações das rações e aumentando a produtividade e a rentabilidade do setor. Além disso, devido à escassez de estudos com codornas Japonesas, e principalmente, quanto as exigências de manutenção de aminoácidos, que os dados obtidos neste ensaio, podem contribuir para futuros estudos com o objetivo de melhorar o desempenho destas aves.

4 CONCLUSÃO

As exigências de manutenção através do método de BN foram estimadas em 87, 58 e 11 mg/kgPC^{0,67} por dia de valina, isoleucina e triptofano determinadas com machos adultos de codornas Japonesas, respectivamente.

5 RESUMO

Os aminoácidos exercem importantes funções como componentes das proteínas e são essenciais para manutenção que pode ser definida como o estado de conservação do *status* corporal intacto. Foram realizados três ensaios de balanço de nitrogênio para determinar a exigência de manutenção de valina, isoleucina e triptofano para machos adultos de codornas Japonesas, totalizando 168 aves. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente ao acaso, com oito tratamentos e sete repetições de uma ave para cada aminoácido, sendo que, os níveis foram obtidos pela técnica de diluição. O período experimental foi de 96 horas, sendo as primeiras 24 horas de adaptação, e nas 72 horas subsequentes foram fornecidas duas refeições ao dia de 7,5g cada, totalizando 15g de ração/dia. O consumo de ração (CR) foi calculado subtraindo as sobras no comedouro. As coletas de excretas foram realizadas duas vezes ao dia. As excretas e rações foram analisadas para matéria seca e nitrogênio total. Com base nas análises químicas foi possível calcular a ingestão de nitrogênio (NI) e a excreção de nitrogênio (NEX), em que por diferença entre NI e NEX determinou-se os valores de balanço de nitrogênio (BN), que foram analisados por regressão linear, sendo considerada a exigência de manutenção a interceptação na abscissa quando $BN=0$. A exigência de valina, isoleucina e triptofano para manutenção de codornas japonesas foram de 87, 58 e 11 mg/kgPC^{0,67}, respectivamente.

Palavras-chave: Aminoácidos essenciais. Balanço de nitrogênio. Técnica de diluição.

6 SUMMARY

Amino acids perform important functions as components of proteins and are essential for maintenance status that can be defined as the state of conservation of intact body status. Three nitrogen balance assays were performed to determine the requirement of valine, isoleucine and tryptophan maintenance for adult males of Japanese quails, totaling 168 poultry. The experimental design used was completely randomized, with eight treatments and seven replicates of one bird for each amino acid, and the levels were obtained by the dilution technique. The experimental period was 96 hours, the first 24 hours of adaptation, and in the subsequent 72 hours, two meals were provided per day of 7.5g each, totaling 15 grams of feed/day. Feed intake (CR) was calculated by subtracting the leftovers from the feeder. Excretes were collected twice a day. Excretes and rations were analyzed for dry matter and total nitrogen. Based on the chemical analyses it was possible to calculate nitrogen intake (NI) and the nitrogen excretion (NEX) where difference between NI and NEX set the nitrogen balance values (BN), which were analyzed by linear regression, considering the requirement of maintaining interception in abscissa when $BN=0$. The requirement of valine, isoleucine and tryptophan for maintenance of Japanese quails was 87, 58 and 11 mg/kgPC^{0.67}, respectively.

Keywords: Essential amino acids. Nitrogen balance. Dilution technique.

7 REFERÊNCIAS

ALBINO, L. F. T.; BARRETO, S. L. T. **Criação de codornas para produção de ovos e carne**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2012.

AOAC (Association of Official Analytical Chemists). **Official methods of analysis**. 15. ed. Washington, DC: Association of Official Analytical Chemist, 1990.

BAKER, D. H.; BECKER, D. E.; NORTON, H. W.; JENSEN, A. H.; HARMON, B. G. Quantitative evaluation of the tryptophan, methionine and lysine needs of adult swine for maintenance. **Journal of Nutrition**, v. 89, p. 441-447, 1966.

BAKER, D. H. Tolerance for Branched-Chain Amino Acids in Experimental Animals and Humans. **Journal of Nutrition**, v. 135, p. 1585S–1590S, 2005.

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

CORZO, A.; KIDD, M. T.; THAXTON, J. P. *et al.* Dietary tryptophan effects on growth and stress responses of male broiler chicks. **British Poultry Science**, v. 46, p. 478-484, 2005.

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

DODDS, P. S.; ROTHMAN, D. H.; WEITZ, J. S. Re-examination of the “3/4-law”: of Metabolism. **Journal of Theoretical Biology**, v. 209, p. 9-27, 2001.

DORIGAM, J. C. P.; SAKOMURA, N. K.; Sünder, A.; WECKE, C. A comparison of two approaches for determining the optimum dietary amino acid ratios of fast-growing broilers. **Nutritional modelling for pigs and poultry**, v. n/a, p. 283-296, 2015.

DORIGAM, J. C. P.; SAKOMURA, N. K.; SARCINELLI, M. F.; GONÇALVES, C. A.; DE LIMA, M. B.; PERUZZI, N. J. Optimal in-feed amino acid ratio for broiler breeder hens based on deletion studies. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition** v. n/a, p. n/a, 2016a.

DORIGAM, J. C. P.; SAKOMURA, N. K.; DE LIMA, M. B.; SARCINELLI, M. F.; SUZUKI, R. M. Establishing an essential amino acid profile for maintenance in poultry using deletion method. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, v. 100, p. 884-892, 2016b.

FISHER, C.; MORRIS, T. R. The determination of the methionine requirements of laying pullets by a diet dilution technique. **British Poultry Science**, v. 11, p. 67-82, 1970.

FISHER, C. The physiological basis of the amino acid requirements of poultry. *In*: ARANAL, M.; PION, R.; BONIN, D. ed. **Protein Metabolism and Nutrition**. Paris, France: Les Colloques de l'INRA, 1983. p. 385-404.

FUJIKURA, W. A. Posição de São Paulo no Mercado Nacional de Ovos de Codorna e o Perfil do Consumidor Paulistano. *In*: Simpósio Internacional e Congresso Brasileiro de Coturnicultura, II, 2004, Lavras. **Anais [...]** Lavras: UFLA/NECTA, p.11-12, 2004.

HARPER, A. E.; MILLER, R. H.; BLOCK, K. P. Branched chain amino acid metabolism. **The Annual Review of Nutrition**, v. 4, p. 409-454, 1984.

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

ISHIBASHI, T. Amino acid requirements for maintenance of the adult roosters. **Journal Zootechnics Science**, v. 44, p. 39-49, 1973.

KIM, J. H.; CHO, W. T.; SCHIN, I. S.; YANG, C. J.; HAN, I. K. Partition of amino acids requirement for maintenance and growth of broiler. **Asian-Australasian Journal Animal Science**, v. 10, p. 284-288, 1997.

LACY, M. P.; VAN KREY, H. P.; DENBOW, D. M.; SIEGEL, P. B.; CHERRY, J. A. Amino acid regulation of food intake in domestic fowl. **International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity**, v. 1, p. 65-74, 1982.

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

LIMA, M. B.; SAKOMURA, N. K.; DORIGAM, J. C. P.; SILVA, E. P.; FERREIRA, N. T.; FERNANDES, J. B. K. Maintenance valine isoleucine, and tryptophan requirements for poultry. **Poultry Science**, v. 95, p. 842-850, 2016.

MARTINEZ, K. N. M. **Modelagem das exigências nutricionais de valina, leucina e isoleucina para codornas japonesas na fase de postura.** 2018. 52p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, São Paulo, 2018.

MASSUDA, E. M.; MURAKAMI, A. E. Custo de produção na coturnicultura – Granjas de postura. **PUBVET, Publicações em Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 2, n. 36, 2008.

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

MORRIS, T. R.; E. WETHLI. The tryptophan requirements of young laying pullets. **British Poultry Science**, v. 19, p. 455-466, 1978.

MULLEN, B. J.; MARTIN, R. J. The effect of dietary fat on diet selection may involve central serotonin. **The American Journal of Physiology**, v. 263, v. 3, p. 559-563, 1992.

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

REIS, R. S. **Relação isoleucina:** lisina e níveis de lisina na ração de codornas japonesas em postura. 2013. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2013.

ROGERO, M. M.; TIRAPEGUI, J. Aspectos atuais sobre aminoácidos de cadeia ramificada e exercício físico. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, v. 44, n. 4, p. 563-575, 2008.

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. 3. ed. Viçosa: UFV, 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. 4. ed. Viçosa: UFV, 2011.

SAKOMURA, N. K.; COON, C. **Amino acid requirements for maintenance of broiler breeder pullets.** 14. ed. Lillehammer, Norway: European Symposium on Poultry Nutrition, 2003.

SAKOMURA, N. K.; ROSTAGNO, H. S. **Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos.** Jaboticabal: Funep, 2016.

SANTOS, G. C.; GARCIA, E. A.; FILHO, J. A. V. *et al.* Níveis de isoleucina em dietas para codornas japonesas. **Acta Scientiarum. Ciências dos Animais**, v. 38, n. 2, p. 219-225, 2016.

SARCINELLI, M. F. **Modelo matemático para estimar os níveis ótimos de lisina, metionina+cistina, treonina e triptofano para codornas japonesas em produção.** 2017. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, 2017.

SILVA, J. H. V.; COSTA, F. G. P.; GOULART, C. C. **Tabela de Exigência Nutricional de Codornas Japonesas e Europeias:** Bases para nutrição de codornas. 2. ed. Jaboticabal, SP: Fundação de Apoio à Pesquisa, Ensino e Extensão - FUNCEP, 2009.

SILVA, M. C. S.; LUCENA, L. R. R.; HOLANDA, M. A. C. *et al.* Percentual de postura de codornas europeias alimentadas com diferentes níveis de lisina utilizando regressão beta. **Archivos de Zootecnia**, v. 68, n. 264, p. 488-494, 2019.

SIQUEIRA, J. C.; SAKOMURA, N. K.; ROSTAGNO, H. S.; BONATO, M. A.; PINHEIRO, S. R. F.; NASCIMENTO, D. C. N. Exigência de lisina para manutenção determinada com galos de diferentes genótipos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, p. 812-820, 2011.

SOARES, L.; SAKOMURA, N. K.; DORIGAM, J. C. P.; LIEBERT, F.; SUNDER, A.; NASCIMENTO, M. Q. D.; LEME, B. B. Optimal in-feed amino acid ratio for laying hens based on deletion method. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, v. 103, p. 170-181, 2019.

TACKMAN, J. M.; TEWS, J. K.; HARPER, A. E. Dietary disproportions of amino acids in the rat: Effects on food intake, plasma and brain amino acids and brain serotonin. **Journal of Nutrition**, v. 120, p. 521-533, 1990.

WETHLI, E.; MORRIS, T. R. Effects of age on the tryptophan requirement of laying hens. **British Poultry Science**, v. 19, p. 559-565, 1978.