UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA

JÉSSICA DE SOUZA VILELA

Atualização da proteína ideal para frangos de corte

Pirassununga

2015

JÉSSICA DE SOUZA VILELA

Atualização da proteína ideal para frangos de corte

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Nutrição e Produção Animal da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo, para obtenção do título de Mestre em Ciências

Departamento:

Nutrição e Produção Animal

Área de Concentração:

Nutrição e Produção Animal

Orientador:

Prof.^a Dr.^a. Cristiane Soares da Silva
Araújo

Pirassununga-SP

2015

Autorizo a reprodução parcial ou total desta obra, para fins acadêmicos, desde que citada a fonte.

DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO-NA-PUBLICAÇÃO

(Biblioteca Virginie Buff D'Ápice da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da
Universidade de São Paulo)

T.3124
FMVZ

Vilela, Jéssica de Souza
Atualização da proteína ideal para frangos de corte / Jéssica de Souza Vilela. -- 2015.
54 f. : il.

Dissertação (Mestrado) - Universidade de São Paulo. Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia.
Departamento de Nutrição e Produção Animal, São Paulo, 2015.

Programa de Pós-Graduação: Nutrição e Produção Animal.

Área de concentração: Nutrição e Produção Animal.

Orientador: Profª. Dra. Cristiane Soares da Silva Araújo.

1. Desempenho. 2. Isoleucina. 3. Rendimento de carcaça. 4. Valina.

I. Título.

FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Comissão de Ética no Uso de Animais

São Paulo, 16 de março de 2015

CERTIFICADO

Certificamos que o Projeto intitulado "Atualização da proteína ideal para frangos de corte: Valina e Isoleucina.", protocolado sob o CEUA nº 2651230514, utilizando 700 Aves (700 machos), sob a responsabilidade de Cristiane Soares Da Silva Araújo, foi aprovado na reunião de 25/02/2015, e está de acordo com os princípios éticos de experimentação animal da Comissão de Ética no Uso de Animais da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo.

We certify that the Research "UPDATING THE IDEAL PROTEIN FOR BROILER CHICKENS: VALINE AND ISOLEUCINE", protocol number CEUA 2651230514, utilizing 700 Birds (700 males), under the responsibility Cristiane Soares Da Silva Araújo, was approved in the meeting of day 02/25/2015, and agree with Ethical Principles in Animal Research adopted by Ethic Committee on Animal Use of the School of Veterinary Medicine and Animal Science of the University of São Paulo.

Atenciosamente,

Profa. Dra. Denise Tabacchi Fantoni
Presidente da Comissão de Ética no Uso de Animais
Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia
Universidade de São Paulo

FOLHA DE AVALIAÇÃO

Autor: VILELA, Jéssica de Souza

Título: Atualização da proteína ideal para frangos de corte

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Nutrição e Produção Animal da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo, para obtenção do título de Mestre em Ciências

Data: __/__/__

Banca Examinadora

Prof. Dr. _____

Instituição: _____ Julgamento: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____ Julgamento: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____ Julgamento: _____

AGRADECIMENTOS

Acredito que ao nascermos, todos nós já temos um caminho a seguir, o qual foi designado por Deus. Embora tenha sido traçado pelo Pai, esse caminho não é de felicidade plena, mas tem a finalidade de proporcionar inúmeros aprendizados, com vitórias, fracassos, erros, acertos, alegrias, tristezas e todo o sentimento necessário para que cresçamos.

Assim, primeiramente gostaria de agradecer a Deus, nosso pai, por todo o caminho percorrido até aqui, por todos os erros, acertos, vitórias e fracassos, por todas as pessoas que me deixaram feliz ou triste, pois hoje aprendi a confiar no nosso pai e sei que Ele não escreve absolutamente nada que seja em vão para o nosso destino. Obrigada Pai, pelo seu amor.

Em segundo lugar e não menos importante, gostaria de agradecer as principais pessoas que foram colocadas no caminho da minha vida: Rosângela de Souza Vilela e Carlos Roberto Vilela, meus pais. Esses que me deram a vida, que me ensinaram princípios, amor e respeito ao próximo e que trabalharam incessantemente para que nunca me faltasse nada, sempre apoiando minha caminhada rumo à conquista dos meus sonhos.

Agradeço também a minha orientadora, Cristiane Soares Araújo por todas as oportunidades oferecidas, por todo aprendizado, pela paciência e perseverança destinada a todos os meus erros, pela ajuda e orientação acima de tudo. Com atitudes e olhar, não de uma professora, mas de uma mãe. Obrigada por acreditar em mim e levantar minha cabeça quando já nem eu não acreditava. Não poderia deixar de agradecer a Lucio Francelino Araújo, também, por tudo o que errei e aprendi durante todo o caminho desde o final de conclusão de graduação e período

de mestrado, também por todas as oportunidades oferecidas. Sou extremamente grata a esse casal de profissionais. Sem vocês nada teria sido possível.

Agradeço também ao professor Ricardo Albuquerque por sempre auxiliar de todas as maneiras possíveis em todos os trabalhos realizados, sendo de suma importância para mim e para toda a equipe.

Tereza Cristina Freitas não só me ensinou, me protegeu, me apoiou e se fez minha amiga, minha conselheira e parceira. Agradeço a você pelo meu mestrado e ao mestrado por ter me dado você. Natália Ultimiti, Esther Ramalho Afonso e Cláudia Cassimira vocês são líderes natas, obrigada por tudo.

Natália Koyama, muito obrigada, você me impulsionou diversas vezes, sempre em qualquer hipótese me ajudou, foi à feira, à missa, ao controle e fez risoto fungi comigo. Bárbara Volpi, não poderia me esquecer de você, que mesmo não tendo certos tipos de problema depois do almoço no “bandejão”, sempre se fez presente e ajudou muito.

Rafael Fortes de Oliveira, Alexandre Murakami, Alisson, toda a equipe do aviário e também ao Edinho, que de sua maneira sempre nos orientou.

A todo o pessoal maravilhoso da fábrica de ração e abatedouro, que sempre com sorrisos no rosto estiveram prontos para nos ajudar em absolutamente tudo o que precisamos.

Agradeço a toda república “Tarja Preta” pelo companheirismo, parceria, ajuda e principalmente pela compreensão em aguentar minhas roupas e sapatos que faziam muitos cômodos da casa sutilmente mal cheirosos.

Muito obrigada a todos que de alguma forma contribuiu o percurso e chegada deste caminho.

DEDICO ESTE MESTRADO AOS MEUS PAIS, CARLOS ROBERTO VILELA E
ROSANGELA DE SOUZA VILELA, PELO INCENTIVO E APOIO EM TODAS AS
MINHAS DECISÕES E ETAPAS DESTA CONQUISTA.

Dedico esta vitória a vocês! Parabéns!

"O verdadeiro heroísmo consiste em persistir por mais um momento quando tudo parece perdido"

W.F Grenfel

RESUMO

VILELA, J. S. **Atualização da proteína ideal para frangos de corte**. [Updating the ideal protein for broilers]. 2015. 54 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2015.

O objetivo deste estudo foi avaliar o desempenho produtivo, o rendimento de carcaça e de cortes comerciais de frango alimentados com rações peletizadas contendo diferentes relações de valina/isoleucina durante as fases de crescimento e final (22 a 42 dias) desses animais. Foram utilizados 630 pintos machos de um dia de idade, da linhagem cobb 500. De 1 a 22 dias de idade, todas as aves receberam uma ração basal comum e aos 22 dias foram pesadas e distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 3x3 (nove combinações de níveis de valina e isoleucina). Os frangos de corte foram submetidos aos seguintes tratamentos experimentais: T1 – ração com relação valina/lisina 0,75% e isoleucina/lisina de 0,67%; T2 – ração com relação valina/lisina 0,75% e isoleucina/lisina 0,71%; T3 – ração com relação valina/lisina de 0,75% e isoleucina/lisina de 0,75%; T4 – ração com relação valina/lisina de 0,79% e isoleucina/lisina 0,67%; T5 – ração com relação valina/isoleucina de 0,79% e isoleucina/lisina 0,71%; T6 - ração com relação valina/isoleucina de 0,79% e isoleucina/lisina 0,75%; T7 - ração com relação valina/isoleucina de 0,83% e isoleucina/lisina 0,67%; T8 - ração com relação valina/isoleucina de 0,83% e isoleucina/lisina 0,71% e T9 - ração com relação valina/isoleucina de 0,83% e isoleucina/lisina 0,75%. As características avaliadas foram desempenho, o ganho de peso, o consumo de ração, a conversão alimentar, o rendimento de carcaça e cortes comerciais. Houve interação entre os fatores para todas as características avaliadas, exceto para peso corporal aos 28 dias. Os melhores resultados obtidos nas características avaliadas foram para as aves alimentadas com (0,83% de valina e 0,75% de isoleucina), exceto para peso corporal e ganho de peso aos 42 dias, em que os melhores resultados foram obtidos pelas aves que receberam (0,83% de valina e 0,75% de isoleucina).

Palavras-chave: Desempenho. Isoleucina. Rendimento de carcaça. Valina.

ABSTRACT

VILELA, J. S. **Updating the ideal protein for broilers.** [Atualização da proteína ideal para frangos de corte]. 2015. 54 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2015.

The objective of this study was to evaluate the performance, carcass yield and commercial cuts fed pelleted diets containing different ratios of valine / isoleucine during the growing and final (22-42 days) phase of these animals. I was used 630 one – day – old – male cobb 500 broiler chicks during 1-22 days of age, the birds were fed a common basal diet at 22 days the birds were weighed and distributed in a completely randomized design with factorial 3x3 (nine combinations of levels of valine and isoleucine). Broilers were submitted to the following experimental treatments: T1 - ration with respect valine / isoleucine and lysine 0.75% / 0.67% lysine; T2 - ration with respect valine / isoleucine and lysine 0.75% / 0.71% lysine; T3 - ration with respect valine / lysine and isoleucine 0.75% / 0.75% lysine; T4 - ration with respect valine / lysine and isoleucine 0.79% / 0.67% lysine; T5 - tion with respect valine / isoleucine isoleucine and 0.79% / 0.71% lysine; T6 - tion with respect valine / isoleucine isoleucine and 0.79% / 0.75% lysine; T7 - tion with respect valine / isoleucine isoleucine and 0.83% / 0.67% lysine; T8 - tion with respect valine / isoleucine isoleucine and 0.83% / 0.71% lysine and T9 - tion with respect valine / isoleucine isoleucine and 0.83% / 0.75% lysine. The characteristics evaluated were weight gain, feed intake, feed conversion and carcass yield and animal commercial cuts. There was a significant interaction between the factors for all characteristics evaluated, except for weight at 28 days. The best results in characteristics were evaluated for birds receiving (0.83% of valine and isoleucine 0.75%), except for body weight and weight gain at 42 days, in which the best results were obtained the animals receiving (0.83% and 0.75% of valine for isoleucine).

Keywords: Performance. Carcass yield. Isoleucine. Valine.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Relações ideais de lisina e os demais aminoácidos.....	29
Tabela 2 - Tratamentos experimentais.....	37
Tabela 3 - Composição percentual e calculada das rações experimentais.....	38
Tabela 4 - Consumo de ração (Kg) de frangos de corte machos alimentados com valina e isoleucina	41
Tabela 5 - Peso corporal (Kg) de frangos de corte machos de 28 dias de idade alimentados com valina e isoleucina	42
Tabela 6 - Peso corporal (Kg) de frangos de corte machos de 42 dias de idade alimentados com valina e isoleucina	43
Tabela 7 - Ganho de peso (Kg) de frangos de corte machos aos 42 dias de idade alimentados com valina e isoleucina	43
Tabela 8 - Conversão alimentar (Kg:Kg) de frangos de corte machos alimentados com valina e isoleucina	44
Tabela 9 - Rendimento de carcaça (%) de frangos de corte machos de 42 dias de idade alimentados com valina e isoleucina	45
Tabela 10 - Rendimento de peito (%) de frangos de corte machos de 42 dias de idade alimentados com valina e isoleucina	47
Tabela 11 - Rendimento de pernas (%) de frangos de corte machos de 42 dias de idade alimentados com valina e isoleucina	48

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Trato digestório aves.....	16
Figura 2 - Aminoácidos e ligação peptídica.....	21
Figura 3 - Estrutura isoleucina.....	24
Figura 4 - Estrutura Valina.....	24
Figura 5 - Vista interna do Centro de Pesquisa em Avicultura da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de alimentos da Universidade de São Paulo, Campus de Pirassununga	35
Figura 6 - Chegada e distribuição dos animais do experimento	35
Figura 7 - Pesagem dos animais para o início do experimento	36
Figura 8 - Pesagem de ração no início do experimento	37
Figura 9 - Pesagem de carcaça e cortes para obtenção dos rendimentos.....	40
Quadro 1 - Classificação dos aminoácidos em relação à essencialidade para aves.....	22

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
2	REVISÃO DE LITERATURA	16
2.1	MORFOLOGIA E FISIOLOGIA DO TRATO DIGESTÓRIO DAS AVES	16
2.2	METABOLISMO PROTEICO	18
2.3	PROTEÍNA BRUTA, AMINOÁCIDOS TOTAIS E AMINOÁCIDOS DIGESTÍVEIS	19
2.4	AMINOÁCIDOS ESSENCIAIS, NÃO ESSENCIAIS E LIMITANTES	20
2.5	ISOLEUCINA E VALINA NA ALIMENTAÇÃO DE FRANGOS DE CORTE	23
2.6	IMPORTÂNCIA DOS AMINOÁCIDOS INDUSTRIAIS PARA FRANGOS DE CORTE	26
2.7	PROTEÍNA IDEAL E REDUÇÃO DO IMPACTO AMBIENTAL	27
3	HIPÓTESE	32
4	OBJETIVOS	33
4.1	OBJETIVOS GERAIS	33
4.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	33
5	MATERIAL E MÉTODOS	34
5.1	CARACTERÍSTICAS AVALIADAS	39
5.1.1	Desempenho	39
5.1.2	Determinação do rendimento de carcaça e cortes	39
5.1.3	Análise estatística	40
6	RESULTADOS E DISCUSSÃO	41
7	CONCLUSÕES	49
	REFERÊNCIAS	50

1 INTRODUÇÃO

No Brasil, a avicultura conquistou nos últimos anos, níveis de produtividade e de organização que a coloca como uma das mais competitivas do mundo. Assim, o país ocupa posição de destaque situando-se como o maior exportador e um dos maiores produtores de carne de frango (TAVERNARI, 2010). O fator resultante da integração entre melhoramento genético, nutrição, manejo, e sanidade foi esse aumento na produtividade avícola (STRADA et al., 2005).

A avicultura brasileira emprega mais de 3,6 milhões de pessoas, direta e indiretamente, e responde por quase 1,5% do Produto Interno Bruto (PIB) nacional e, em muitas cidades brasileiras, a produção de frango é a principal atividade econômica. A produção no país chegou a 12,3 milhões de toneladas de carne de frango no ano de 2013 e deverá chegar a 12,650 milhões de toneladas no ano de 2014, garantindo ao país uma posição de terceiro maior produtor de carne de frango, junto com China e Estados Unidos. De toda a produção nacional aproximadamente 68,4% permanecem no mercado interno, o que aponta um consumo per capita de aproximadamente 41,8kg/hab no ano de 2013 (UNIÃO BRASILEIRA DE AVICULTURA, 2014). De acordo com as projeções realizadas pelo departamento de agricultura dos EUA (USDA), o Brasil permanecerá como o maior exportador de carne de frango do mundo e com uma tendência de evolução nas exportações nos próximos dez anos (2013 a 2023), sendo este aumento de 49,2% no volume exportado contra 25,6% dos EUA (AVISITE, 2014) .

Aproximadamente 70% do custo total de produção avícola correspondem a alimentação, por essa razão a maximização do desempenho é determinante. Assim, a busca pelas melhores relações entre níveis nutricionais, o desempenho animal e os custos da dieta é de suma importância. Os componentes da dieta de frangos de corte que mais influenciam o custo de produção são a energia e os aminoácidos (MAIORKA, 1998).

Levando – se em consideração que o maior custo de produção refere – se a alimentação, a qual é altamente influenciada pelo custo da proteína da dieta, é extremamente coerente a evolução das estratégias nutricionais de frangos de corte tendo em vista a grande demanda mundial por alimentos.

Os animais devem receber durante toda a vida quantidades mínimas diárias de proteína para atender as suas necessidades, que podem ser para o crescimento, recuperação dos tecidos, reprodução e produção. Para os animais monogástricos, tão importante quanto a quantidade é a qualidade da proteína fornecida. (ANDRIGUETTO et al., 2002)

Segundo Hisano e Portz (2007) as rações devem obedecer a critérios técnicos e de qualidade para não haver desperdício ou desequilíbrio dos nutrientes. A proteína é o nutriente mais dispendioso e importante da ração, por isso não deve ser utilizada como fonte de energia.

A combinação de ingredientes que se complementam nos seus desequilíbrios de aminoácidos é uma forma prática de reduzir os efeitos de excessos de aminoácidos, que seriam utilizados como fonte de energia. A disponibilidade de aminoácidos sintéticos e o conhecimento da digestibilidade dos aminoácidos dos alimentos é de fundamental importância na aplicação da relação ideal de aminoácidos (BETERCHINI, 2006).

Os aminoácidos de cadeia ramificada (BCAA – branched chain amino acids) envolvem três aminoácidos: a leucina, a isoleucina e a valina (LAZZERI, 2011). De estruturas semelhantes, estes aminoácidos utilizam enzimas mesmas enzimas para processos de transaminação e descarboxilação oxidativa (HARPER et al., 1984).

A proteína do milho é constituída por níveis relativamente baixo dos aminoácidos valina e isoleucina em relação a quantidade de leucina presente neste grão. O aumento da leucina na dieta pode aumentar as exigências de valina e isoleucina em frangos de corte (TUTTLE; BALLOUN, 1976).

Sendo assim, objetivou – se neste trabalho encontrar melhores quais níveis dos aminoácidos valina e isoleucina para frangos de corte durante as fases de crescimento e final desses animais em relação não só a produtividade desses animais como a viabilidade econômica da suplementação desses aminoácidos industriais na dieta durante este período.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 MORFOLOGIA E FISIOLOGIA DO TRATO DIGESTÓRIO DAS AVES

O trato digestivo das aves se inicia na boca e termina na cloaca desses animais, e está coberto por epitélios que dependendo do tipo de camada está qualificado para secreção, digestão e ou absorção. Quando a ave ingere o alimento este se adentra pela boca, onde é umidificado pela saliva, desce pelo esôfago, chega ao papo, passa pela moela e proventrículo, chegando ao intestino delgado (onde há alguns ductos) e finalmente aos cecos e colon até que as excretas cheguem à cloaca. Como mostra a figura 1 e está descrito na sequência abaixo:

Figura 1 - Trato digestório aves

Fonte: (SOBIOLOGIA, 2015)

Boca: A boca é composta pelo bico (palato superior e inferior), língua, coana e infundíbulo. Possui botões gustativos com transmissão de impulsos centrais de pequena magnitude e em muito pouca quantidade comparado a outras espécies, por

isso há pouca rejeição de alimentos em relação aos suínos, por exemplo. Na boca das aves há glândulas salivares, porém, praticamente sem efeito enzimático, apenas umidificante (FUNDAÇÃO APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 1994).

Esôfago e Papo: Em sequência no trato digestório encontra-se o esôfago, onde está situado o papo, este que possui assim como o esôfago um epitélio que permite distensão da parede da mucosa desta estrutura sem causar danos, além de apresentar glândulas mucosas com função de lubrificar o conteúdo ingerido, no entanto, também sem atividade enzimática ainda. No papo ocorre um crescimento microbiano considerável que pode contribuir para a digestão dos alimentos, e o pH é de aproximadamente 4,57 (CHAMP et al., 1983).

Moela e Proventrículo: Seguido do esôfago estão os estômagos glandular (proventrículo) e muscular (moela). No estômago glandular há células mucosas simples (secretores de muco) e células péptico – oxínticas (compostas), no entanto, a proteólise gástrica do alimento ocorre em sua maior parte na moela, onde ocorre trituração e mistura do suco gástrico no bolo alimentar em um pH de aproximadamente 2,6. A digestão química ocorre no interior do estômago glandular, com pH de aproximadamente 4,4 (ITO, 1997; BJERRUM et al., 2005).

Intestinos Delgado e Grosso: A próxima parte do trato digestório é o intestino delgado, este que é dividido com a ausência de marcações nítidas de limite, em duodeno, jejuno e íleo, estes que possuem pH de 6,01, 6,42 e 6,9 respectivamente. A mucosa em toda a extensão do intestino delgado se diferencia de acordo com as atividades de cada porção, a mucosa pode diminuir em espessura, em função do tamanho dos vilos e da profundidade da cripta, do duodeno para o íleo, por exemplo. **Ductos:** Ainda no intestino delgado, abaixo da junção duodeno moela, logo na porção inicial estão os dutos pancreáticos e biliares, nesta porção do trato digestório ocorre a maioria dos processos de digestão e absorção, sendo a maioria dos aminoácidos absorvidos na região do íleo. A última porção do trato digestório das aves é o intestino grosso, este que é formado por cecos, cólon e cloaca e sua participação na absorção de aminoácidos é irrelevante (MACARI et al., 2002).

2.2 METABOLISMO PROTEICO

As proteínas são compostos de alto peso molecular e formados por unidades básicas chamadas de aminoácidos e essas unidades estão ligadas formando ligações peptídicas. A proteína ingerida é absorvida na forma das unidades básicas de aminoácidos e ou peptídeos para que estes dentro do metabolismo animal possam realizar suas funções (BETERCHINI, 2006).

Ao ingerir o nutriente, a digestão dos aminoácidos pela ave só se iniciará no proventriculo, onde há a secreção de enzimas digestivas que realizam uma quebra incompleta da molécula de proteína. Ao chegar na moela, estas moléculas sofrem ação mecânica e são consequentemente misturadas com os fluidos secretados pelo proventrículo. Quando as moléculas envoltas ao fluido chegam ao intestino delgado estas recebem a ação de várias enzimas secretadas pelo pâncreas como: aminopeptidases, carboxipeptidases e outras peptidases específicas até que as moléculas se tornem pequenos peptídeos, estes só assim podem ser absorvidos pelas células da mucosa intestinal através de transportes ativos e a utilização do íon Na^+ , havendo diferenciação nos sistemas carreadores para diferentes grupos de aminoácidos (LEESON; SUMMERS, 2001).

Ao serem absorvidos os aminoácidos são levados para o fígado via veia porta em sua maioria e uma pequena quantia pela via linfática. Parte dos aminoácidos que chegam ao fígado são retidos neste órgão e utilizados por ele, outra parte é liberada na corrente sanguínea formando uma grande quantidade de aminoácidos livres, prontos para serem utilizados no restante dos órgãos presentes no corpo das aves. Nos respectivos tecidos, onde chegam os aminoácidos, estes ou são convertidos a outras moléculas ou são utilizados na síntese proteica se ligando a um RNA (RATHMACHER, 2000). Quando a ingestão de proteínas ultrapassa a capacidade de absorção do organismo ou da exigência do animal, os aminoácidos que sobram são excretados. Desta maneira, ocorre primeiramente uma desaminação, onde o esqueleto de carbono originado é reaproveitado na gliconeogênese, na formação de corpos cetônicos ou na síntese de ATPs, já e o grupo amino na síntese de ácido úrico, que posteriormente é secretado (LEESON; SUMMERS, 2001).

Quando o inverso acontece, ou seja, a dieta contém uma quantidade menor do que a necessária para produção e manutenção do animal, ocorre catabolismo da proteína muscular corporal, o que no caso de frangos de corte, em que o objetivo é deposição de carne e o peso do frango na balança este fator é muito prejudicial Cupertino (2006).

2.3 PROTEÍNA BRUTA, AMINOÁCIDOS TOTAIS E AMINOÁCIDOS DIGESTÍVEIS

Em 1883 Kjeldahl, propôs uma metodologia ainda hoje utilizada para determinação da proteína bruta dos ingredientes. A metodologia determina a quantidade de nitrogênio total em uma determinada amostra e através da determinação de nitrogênio total utiliza – se um fator de correção para estabelecer a proteína bruta de cada ingrediente (MARKHAM, 1942).

Normalmente, as proteínas dos alimentos vegetais são constituídas por 16% de nitrogênio total. Desta forma, convencionalmente em amostras de alimentos para animais: plantas forrageiras, rações concentradas, entre outros materiais, a proteína bruta é expressa pelo fator 6,25 ($100/16$). Porém, esta porcentagem de nitrogênio não se aplica a proteína de todos os ingredientes utilizados em ração animal. Um exemplo dessa alteração é o fator de correção da soja, o ingrediente mais utilizado como fonte proteica na ração animal, ser 5,71 e não 6,25 como o milho, provando que o nitrogênio das proteínas constituintes da soja não possuem 16% de nitrogênio e sim aproximadamente 17,5% tornando o conceito de proteína bruta em soma a outros fatores, um conceito impreciso para formulação de dietas, tornando as dietas baseadas neste conceito prejudiciais tanto economicamente quanto no desempenho dos animais e meio ambiente (BETERCHINI; GAERTNER; GALVANI, 2006).

Durante algum tempo as rações foram formuladas baseadas no conceito de proteína bruta, mais tarde em aminoácidos totais e, posteriormente, em aminoácidos digestíveis. A digestibilidade de um aminoácido é estabelecida através da subtração da quantidade de aminoácidos excretada nas fezes pela quantidade de aminoácidos

fornecidos na dieta, mas nem toda a porção digerida está disponível para a utilização pelo animal. No total de 100% de nitrogênio ingerido, 85% são digeridos pelo animal deste apenas 80% encontram-se disponíveis. No entanto, a utilização de disponibilidade de nutrientes em formulações é dificultada devido às dificuldades de determinação destes valores (FERKET, 2002; TAVERNARI, 2010).

Rodrigues et al. (2008) usaram rações formuladas com base na relação proteína bruta : lisina digestível e concluiu que com a utilização de formulações baseadas em aminoácido digestível e com a suplementação de aminoácidos sintéticos os teores de proteína bruta na ração podem ser reduzidos até 18,5 % sem afetar o desempenho das aves e ainda reduzindo a excreção de nitrogênio em 24%. No entanto, Cancherini et al. (2008) observaram que aves formuladas pelo conceito de proteína bruta apresentaram melhor conversão alimentar e menor taxa de deposição de gordura abdominal nas aves. Araújo (2004) utilizou três níveis de proteína bruta com a formulação baseada em aminoácidos digestíveis e um valor com base em aminoácidos totais e chegou a um resultado estatisticamente iguais para ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar para as dietas com 18% de proteína bruta formulada em aminoácidos totais. O autor observou que a formulação de dietas com base em aminoácidos digestíveis permite uma redução no desperdício de proteína.

Muitos trabalhos de pesquisa, além de avaliações práticas constatarem que o excedente de aminoácidos na dieta não colaboram para melhorar o desempenho animal e portanto, não são utilizados eficientemente na produção dos frangos de corte. O nitrogênio dos aminoácidos que não são absorvidos pelo organismo do animal são excretados na forma de ácido úrico pelas aves, processo este que reflete em gasto energético, além de poluir o ambiente (MITCHELL, 1964).

2.4 AMINOÁCIDOS ESSENCIAIS, NÃO ESSENCIAIS E LIMITANTES

Os aminoácidos são substâncias quimicamente semelhantes, porém fisiologicamente distintas e compostas basicamente por moléculas de carbono,

hidrogênio, oxigênio, nitrogênio, enxofre, fósforo e, às vezes, ferro, zinco, manganês ou outros microelementos. O nitrogênio é o segundo átomo mais encontrado nos aminoácidos e ligações peptídicas (grupo amino de um aminoácido ligado ao grupo carboxílico de outro). (BETERCHINI, 2006) O radical de cada aminoácido é o que os diferencia dos demais. Como pode - se observar na figura 2 abaixo:

Figura 2 - Aminoácidos e ligação peptídica

Fonte: (EDUCAÇÃO, 2015)

Alguns aminoácidos são produzidos pelo próprio organismo do animal através de nutrientes ingeridos via dieta, no entanto, alguns aminoácidos se não forem consumidos integralmente pelo animal, o organismo não os consegue produzi - lo. Assim os aminoácidos são classificados em essenciais e não essenciais.

Os aminoácidos essenciais são aqueles não sintetizados de forma ou velocidade suficiente para suprir toda a necessidade de máximo desempenho do animal ou do lote. Já os não essenciais, são os aminoácidos sintetizados pelo organismo do animal através de nitrogênio ou outros nutrientes existentes na dieta do animal, assim, se estes faltarem na dieta não prejudicam o desempenho do animal. Deve – se sempre salientar que todos os aminoácidos são metabolicamente essenciais, mas nem todos são dieteticamente essenciais (BETERCHINI, 2006).

O quadro 1 apresenta a classificação dos aminoácidos para aves em relação a produção destes no organismo do animal:

Quadro 1 - Classificação dos aminoácidos em relação à essencialidade para aves

Essenciais sintetizados pelas aves	não Sintetizados por meio de substratos limitados	Não essenciais sintetizados de substratos simples
LISINA	HIDROXILISINA	SERINA
METIONINA	CISTINA	GLICINA
FENILALANINA	TIROSINA	ALANINA
TRIPTOFANO		PROLINA
TREONINA		ASPARAGINA
ARGININA		ÁCIDO ASPÁRTICO
HISTIDINA		HIDROXIPROLINA
LEUCINA		
ISOLEUCINA		
VALINA		

Fonte: (OLIVEIRA, 2009)

De acordo com a quadro 1, os aminoácidos essenciais para as aves são a lisina, a metionina, a fenilalanina, o triptofano, a treonina, a arginina, a histidina, a leucina, a isoleucina e a valina. Os aminoácidos não essenciais são a serina, a glicina, a alanina, a prolina, a aspargina, o ácido aspártico e a hidroxiprolina. No entanto, a essencialidade de cada aminoácido pode variar de acordo com a idade ou fase da ave, sendo capaz de sintetizar determinados aminoácidos em velocidade suficiente para atender suas necessidades em determinada fase e em outras não. Alguns aminoácidos necessitam de outros para sua produção, por exemplo, a tirosina e a fenilalanina são sintetizados á partir da fenilalanina e metionina, ou seja, se estes dois últimos não estiverem presentes em quantidades suficientes os dois primeiros também não estarão (COSTA et al., 2012).

As necessidades do animal ou lote e os ingredientes que serão usados para formular a dieta são pontos distintos e que se completam na nutrição. Assim, na classificação de limitação dos aminoácidos deve se considerar os ingredientes

utilizados na dieta juntamente com a espécie em questão e não somente o organismo do animal, como é usado na classificação da essencialidade dos aminoácidos. Um aminoácido é considerado limitante na dieta quando sua concentração é menor do que a exigida para máximo crescimento. É possível que esteja limitante em uma dieta mais de um aminoácido, todavia em uma ordem de limitação (BETERCHINI, 2006).

Basicamente o que irá definir a ordem de limitação dos aminoácidos nas rações será a composição de ingredientes das misturas e das exigências nutricionais usadas na formulação. No Brasil e na maior parte dos países da América Latina, as rações tem como ingredientes principais o milho e o farelo de soja, sendo assim, nesta condição os três primeiros aminoácidos limitantes para frangos de corte são a metionina, lisina e treonina (SÁ et al., 2012).

No entanto, os ingredientes utilizados nas rações podem modificar a ordem de limitação dos aminoácidos, principalmente se forem utilizados subprodutos de origem animal. Ao criar situações que variam os ingredientes adicionados nas rações de frangos de corte, observa-se que em dietas a base de milho e farelo de soja o quarto aminoácido limitante depois da treonina é a valina, porém dependendo dos ingredientes utilizados na ração a quarta posição pode ser disputado pela isoleucina, arginina e triptofano (KIDD; HACKENHAR; 2006; BERRES, 2010). A quantidade de isoleucina em grãos de cereais, quando misturados à dieta de frangos de corte indicam que pode ser o quarto aminoácido limitante depois da treonina (FERNANDEZ et al., 1994; KIDD et al., 2004). A ordem de limitação dos aminoácidos das dietas é usualmente estudada por meio de experimentos com adição ou remoção dos mesmos das dietas (EDONDS et al., 1985; Baker, 1989).

2.5 ISOLEUCINA E VALINA NA ALIMENTAÇÃO DE FRANGOS DE CORTE

A isoleucina, assim como os demais aminoácidos de cadeia ramificada (valina e leucina) é um aminoácido essencial e membro da família alifática de aminoácidos hidrofóbicos (DUARTE, 2009) (Figura 3).

Figura 3 - Estrutura isoleucina

Fonte: (EDUCAÇÃO, 2015)

A valina (Figura 4) é similar a leucina e a isoleucina em estrutura e função, além de compartilharem enzimas de transaminação e descarboxilação. Como com a lisina, a principal função da valina é a formação e deposição da proteína corporal, sendo encontrada em maior concentração na musculatura esquelética. Estes aminoácidos são muito hidrofóbicos e se encontram quase sempre no interior das proteínas (SÁ et al., 2015).

Figura 4 - Estrutura Valina

Fonte: (EDUCAÇÃO, 2015)

Em decorrência da baixa concentração de valina nos grãos utilizados em dietas para frangos de corte, como já foi citado anteriormente, este se torna o quarto aminoácido limitante em dietas a base de milho e farelo de soja, principalmente durante as fases de crescimento e final, já que a exigência energética nesse período é maior e portanto, a utilização de fontes proteicas reduz e a utilização de grãos é aumentada. No entanto, é importante salientar que a ordem de limitação se altera de acordo com os ingredientes utilizados na formulação sendo que a isoleucina também pode vir a se tornar o quarto aminoácido limitante na formulação com a redução dos

níveis proteicos ou com a substituição de milho e farelo de soja por outros ingredientes (SÁ et al., 2015).

A valina em níveis fora da exigência do animal podem reduzir o ganho de peso, piorar a conversão alimentar e podem prejudicar as penas e o empenamento das aves (THOMAS, 1992).

De acordo com Rostagno et al. (2005) as exigências de valina digestível para frangos de corte nas fases pré - inicial, inicial, crescimento e final são 0,998; 0,860 e 0,783% respectivamente, já a relação ideal entre: lisina digestível é de 75% de 1 a 21 dias e de 77% de 22 a 42 dias. Estas relações foram atualizadas para 77 e 78%, resultando nas exigências de 1,009; 0,904; 0,841 e 0,788% de valina digestível na dieta para as respectivas fases. (ROSTAGNO et al., 2011)

Em estudo realizado por Duarte (2009) a valina digestível quando o nível de 0,7729% proporcionou os melhores resultados de consumo de ração e de viabilidade criatória e no nível de 0,8802% (valina/lisina de 82%) proporcionou os melhores resultados de ganho de peso e conversão alimentar e nos níveis de 0,8265 e 0,9339% (valina/lisina digestíveis de 77 e 87%) o melhor rendimento de dorso (DUARTE, 2009).

A isoleucina digestível, quando no nível de 0,7729% proporcionou a melhor resposta para conversão alimentar (isoleucina: lisina digestíveis de 72%) (DUARTE, 2009). Corzo et al. (2008) obtiveram os valores de valina alimentar total de 1,00 %; 0,95% e 0,85% recomendados como as necessidades nutricionais de frango de corte para a alimentação nas fases correspondentes a 0-14, 14-28 e 28-42 dias de idade, respectivamente.

O aumento dos aminoácidos isoleucina e valina em relação à lisina proporciona melhor desempenho de frangos de corte na fase de 7 a 21 dias de idade. As relações isoleucina:lisina, valina:lisina e triptofano:lisina de 69, 76 e 18%, respectivamente, são ideais para máximo desempenho de frangos de corte de 28 a 40 dias de idade (CAMPOS et al., 2012).

Estes dois aminoácidos juntamente com o terceiro aminoácido de cadeia ramificada, leucina, podem sofrer antagonismo em suas absorções. O antagonismo entre aminoácidos é um tipo de desequilíbrio, que é o consumo de aminoácidos

desproporcionais as reais necessidades metabólicas dos animais monogástricos. Esta situação pode resultar em alterações fisiológicas com efeitos metabólicos que influenciam no comportamento alimentar dos animais, podendo, em uma tentativa do organismo em diminuir os efeitos deletérios de uma dieta, afetar negativamente o consumo do animal e consequentemente o crescimento do mesmo.

Existem três tipos de imbalanços, o primeiro imbalanço provém de dietas com conteúdo desequilibrado em aminoácidos, o segundo está relacionado a toxidez de alguns aminoácidos em determinadas concentrações, e o último listado aqui seria o antagonismo entre aminoácidos, que ocorre quando dois aminoácidos competem por um mesmo sítio de absorção, fazendo assim, que o excesso de um aminoácido na dieta afete o consumo de outro. Dois exemplos desse imbalanço são o antagonismo da lisina com a arginina e dos aminoácidos de cadeia ramificada (leucina, isoleucina e valina) (BETERCHINI, 2006). Tal fator deve ser considerado para que as relações destes aminoácidos com a lisina sejam estudadas concomitantemente, já que o nível de um desses aminoácidos pode interferir na absorção do outro.

2.6 IMPORTÂNCIA DOS AMINOÁCIDOS INDUSTRIAIS PARA FRANGOS DE CORTE

No decorrer da história da nutrição de aves, as dietas foram formuladas com base na exigência de proteína bruta, exigência em aminoácidos totais, aminoácido digestíveis e finalmente com base na relação ideal de aminoácidos ou proteína ideal. Para que esses conceitos sejam colocados em prática a suplementação com aminoácidos industriais ou sintéticos se tornou necessária. Alcançando dietas mais próximas da exigência do animal, resultando em melhor aproveitamento da dieta, diminuição dos custos de produção e consequentemente uma menor poluição do meio ambiente (LELIS, 2012).

Os principais e primeiros aminoácidos sintéticos disponíveis no mercado para nutrição animal foram a metionina e lisina, com o tempo várias formas desses foram

disponibilizadas no mercado, como: DL-Metionina, L-Metionina, Metionina Hidróxi Análoga - Ácido Livre, L-Lisina HCl, L-Lisina Líquida e Lisina Sulfato. Desta maneira, tornou-se possível a formulação de rações que atendam com maior precisão as exigências das aves e com menores custos (NEME et al., 2001).

As publicações e estudos envolvendo redução da proteína bruta para frangos de corte e suplementação com aminoácidos industriais, com exceção dos mais limitantes e os primeiros a serem estudados eram escassas, já que ainda não existia produção dos demais aminoácidos limitantes para suplementação animal e consequentemente esses também não eram encontrados a preços competitivos (DUARTE, 2009). Com a entrada dos demais aminoácidos limitantes no mercado e a preços competitivos surgem os trabalhos relacionados na área e aumentam a eficiência de utilização da proteína e aminoácidos na ração (CONALGO, 1992).

Hoje é possível encontrar no mercado diversas formas de diversos aminoácidos para serem usados na nutrição animal, praticamente todos os aminoácidos limitantes para aves estão disponíveis na categoria chamada "feed grade" (termo utilizado para alimentação animal), aminoácidos como a treonina, o triptofano e a valina já estão disponíveis para a alimentação animal, no entanto, a isoleucina ainda existe apenas na categoria chamada "food grade" (termo utilizado para a alimentação animal) e por este motivo a suplementação deste aminoácido ainda se torna mais cara.

2.7 PROTEÍNA IDEAL E REDUÇÃO DO IMPACTO AMBIENTAL

A definição da relação ideal de aminoácidos foi diversas vezes definida por diferentes autores ao decorrer dos anos, todos com o intuito de estipular a quantidade ideal de aminoácidos para desempenho máximo do animal sem perdas ou excessos.

O conceito de proteína ideal foi definido primeiramente como sendo uma mistura de aminoácidos que contém em sua composição as necessidades dos animais para os processos de crescimento e manutenção (MITCHELL, 1964), com o

decorrer dos anos este mesmo conceito foi caracterizado por outros autores ainda como uma mistura de aminoácidos ou de proteínas com total disponibilidade de digestão e metabolismo, capazes de fornecer sem excessos nem deficiências as necessidades totais dos vinte aminoácidos exigidos para manutenção e produção da ave, favorecendo máxima eficiência em deposição proteica, selecionando um aminoácido referência e estipulando a exigência dos demais baseados no aminoácido referência (PARSONS; BAKER, 1994; PENZ JR., 1996).

Ademais, além de se considerar a total disponibilidade na digestão e metabolismo na combinação de aminoácidos ou proteína fornecidos aos animais, pondera - se também o fornecimento de nitrogênio suficiente para que haja a produção dos aminoácidos não essenciais no corpo do animal além do fornecimento exato dos essenciais via dieta (LIPSTEIN; BORNSTEIN, 1975; COLE; VAN LUNEN, 1994).

A proteína ideal não é um conceito estático, tendo em vista que as exigências dos animais por aminoácidos também não são, já que estas dependem e se alteram por fatores como idade do animal, linhagem, sexo, sanidade, ambiente, manejo, entre outros fatores (TAVERNARI, 2010). Desta forma, adotou - se um aminoácido referência para a proteína ideal, a lisina, sendo a exigência de todos os outros aminoácidos estabelecidos através de uma proporção entre de cada um deles e a lisina. Este aminoácido possui características propícias que a colocam nesta condição: não há nenhuma síntese endógena do mesmo, portanto, toda a exigência deve ser obrigatoriamente fornecida pela dieta. Além disto, sua principal função no metabolismo das aves é a síntese muscular, suas análises para determinação laboratorial já são bem aperfeiçoadas e, relativamente fáceis, é na maioria das vezes, o primeiro aminoácido limitante para suínos e o segundo limitante para aves.

As relações dos aminoácidos com a lisina devem ser sempre atualizadas em função dos avanços produtivos das linhagens modernas, para que a proteína ideal seja colocada em prática de uma forma eficaz, fazendo assim, com que o nível de proteína bruta seja uma consequência da melhor combinação de nutrientes e não o primeiro passo no cálculo de ração (SÁ et al., 2012). A tabela 2 mostra algumas relações ideais de aminoácidos com a lisina:

Tabela 1 - Relações ideais de lisina e os demais aminoácidos

Aminoácido	UFV 2005 ¹		UFV 2011		Ajinomoto Eurolyne		Ajinomoto Brasil	
	Fase Dias		Fase Dias		Fase Dias		Fase Dias	
	jan/21	22 - 42	jan/21	22-42	jan/21	22-42	jan/21	22-42
Lisina	100	100	100	100	100	100	100	100
Met + Cis	71	72	72	73	75	75	72	73
Treonina	65	65	65	65	65	65	65	65
Valina	75	77	77	78	80	80	77	78
Isoleucina	65	67	67	68	67	67	67	67
Arginina	105	105	108	108	105	105	105	105
Triptofano	16	17	17	18	17	17	17	17
Histidina	36	36	37	37	40	40	36	36
Leucina	108	108	107	108	105	105	105	105
Phe + Tyr	115	114	115	115	105	105	105	105

Fonte: (SÁ et al., 2015)

Quando há proteínas em excesso na dieta, os aminoácidos em excedentes precisam ser eliminados e este processo tem alto custo energético para o frango de corte. Para incorporar um aminoácido na cadeia proteica estima – se um custo metabólico de 4 mol de ATP e para excretar um aminoácido gasta – se aproximadamente 6 mol de ATP, podendo variar de acordo com a quantidade de nitrogênio a ser excretado. Deste modo, a energia que poderia ser utilizada para deposição de tecidos é desviada para excreção de nitrogênio (LECLERCQ, 1996). Por isso é importante que a formulação da dieta esteja sempre atualizada em relação a lisina digestível e a porcentagem dos demais aminoácidos em relação a mesma.

Outro aspecto que deve ser levado em consideração, seria o impacto ambiental ocasionado pelo excesso de proteína e ou aminoácidos.

Em 23 de janeiro de 1986 a Resolução CONAMA 01, definiu impacto ambiental como sendo qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causado por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, de alguma maneira prejudicam a saúde, a segurança ou o bem estar da população; a biota; as condições estéticas e sanitárias

do meio ambiente ou a qualidade dos recursos ambientais (PALHARES; KUNZ, 2011).

A produção animal vem aumentando sua eficiência em todos os âmbitos e principalmente na produção avícola, esta que tem evoluído rapidamente. No entanto, o crescimento na produção de carne vem acompanhado do aumento de resíduos desta produção, o que gerou uma atenção especial ao meio ambiente por parte da comunidade europeia, a mesma que no ano de 2000 implantou o Conselho Diretivo 96/61/EC regulamentando o controle integrado de prevenção a poluição ambiental. Pensando na alta excreção de nitrogênio (N), de fósforo (P) e de micro minerais sobre o meio ambiente, as grandes integrações de aves e suínos desde o ano já citado possuem limite máximo de emissão de poluentes tanto na água, quanto no solo, incluindo nitratos, e no ar, principalmente amônia (DUARTE, 2009).

No Brasil, já existem regiões de alta densidade de produção de aves e suínos, como o Oeste do estado de Santa Catarina, onde a densidade de poluentes produzidos chega ao nível Europeu, pois apesar de o Brasil ser um país amplo, a indústria avícola utiliza integração vertical e a economia de escala para obter alta eficiência econômica, facilitar o transporte de pintinhos, ração e frangos para o abate, as empresas localizam seus incubatórios, fábricas de rações, granjas e abatedouros a distâncias equidistantes. Na região sul do país está concentrado 55,2% de toda a produção de frangos do país e se forem somados sudeste e centro oeste nesta contabilidade pode ser contabilizado 88,8 % de toda a produção de frangos do país concentrados apenas nestas três regiões. Como consequência, gera uma alta concentração de recursos em espaço limitado podendo levar a um impacto ambiental nas áreas onde a produção se concentra de produção (KUNZ, 2011; LELIS, 2012; PALHARES; PEREIRA, 2013).

O excesso de nitrogênio ingerido pelos animais pode ser excretado em forma de três substâncias diferentes: amônia, ácido úrico ou uréia. Nas aves há um predomínio de excreção de ácido úrico, porém, elas também podem excretar amônia e uréia. O uso excessivo de proteína nas rações das aves pode aumentar a quantidade de amônia eliminada nas excretas (BETERCHINI, 2006).

O principal constituinte das excretas das aves é também considerado o principal elemento poluidor presente nestas, quando eliminado no meio ambiente. Nas águas os constituintes dos resíduos que oferecem maior risco são o nitrogênio e em seguida o fósforo. O nitrato está disponível para ser absorvido pelas plantas e também é a forma de maior mobilidade no solo, além de ser um ânion está sujeito a lixiviação, podendo assim chegar a contaminar os lençóis freáticos próximos a superfície. A legislação brasileira diz que águas superficiais com concentrações de nitrato acima de 10 mg/L podem apresentar toxidez para os humanos e animais (PALHARES; KUNZ, 2011).

Associada a uma genética de qualidade, a um bom manejo e ambiente a nutrição pode aumentar a absorção de nitrogênio corporal e dessa forma diminuir a liberação de nitrogênio no ambiente. Boas alterações no manejo alimentar podem ser feitas utilizando aminoácidos digestíveis ao formular, reduzir os níveis proteicos das dietas até seu limite técnico, formulando dietas baseadas no conceito de proteína ideal, além de utilizar dietas em programas multifásicos, com o objetivo de corrigir as dietas o mais próximo possível da exigência do animal (LELIS, 2012).

3 HIPÓTESE

A suplementação dos aminoácidos valina e isoleucina nas dietas promoverão melhor desempenho zootécnico e maior rendimento de carcaça e de cortes comerciais para frangos de corte.

4 OBJETIVOS

4.1 OBJETIVOS GERAIS

Avaliar o efeito da inclusão dos aminoácidos valina e isoleucina em diferentes relações com a lisina em rações peletizadas sobre o desempenho produtivo e as características de carcaça em frangos de corte.

4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Estudar características de desempenho zootécnico, como o peso vivo, o ganho de peso, o consumo de ração e a conversão alimentar bem como o rendimento de carcaça e de cortes comerciais em frangos de corte.

5 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado no Laboratório de Pesquisa em Aves da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia – Universidade de São Paulo – Campus de Pirassununga. Esta pesquisa foi previamente aprovada pelo Comitê de Ética para Uso de Animais (processo nº 2651230514), estando de acordo com os princípios éticos da experimentação animal, estabelecido pelo Colégio Brasileiro de Experimentação Animal (COBEA) com a legislação vigente.

Foram utilizados 630 pintos de corte da linhagem *Cobb* 500, de um dia de idade, adquiridos em um incubatório comercial, previamente vacinados contra *Gumboro*, *Marek* e *Bouba* aviária. Ao chegarem, as aves foram separadas em grupos de 14 animais e foram alojadas em 50 boxes de 1,20 m² cada. Tendo em vista que o início do experimento ocorreria aos 22 dias de idade, não houve pesagem inicial das aves, no entanto atentou-se para a qualidade dos pintinhos descartando-se aqueles que apresentavam anormalidades. Durante o período de 1 a 21 dias de idade, todas as aves receberam uma ração comum que foi fornecida à vontade.

O experimento foi conduzido em um galpão experimental totalmente climatizado de pressão negativa e em estilo “blue house”. A instalação apresentava fechamento, tanto interno como externo, com cortinas azuis sendo equipado com exaustores ao fundo e placas evaporativas nas laterais opostas para provimento do resfriamento evaporativo. Os boxes eram equipados com bebedouro tipo “nipple” e um comedouro tubular infantil, o qual foi substituído no 7º. dia de idade, e tiveram a casca de arroz como material de cama. Para o aquecimento inicial das aves, foi utilizado aquecedor a gás que mantinha temperatura de conforto para as aves em todo o galpão. O programa de luz bem como as técnicas de manejo utilizados durante a criação foi acordo com a recomendação do manual da linhagem.

Figura 5 - Vista interna do Centro de Pesquisa em Avicultura da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de alimentos da Universidade de São Paulo, Campus de Pirassununga

Fonte: (VILELA, J. S., 2015)

Figura 6 - Chegada e distribuição dos animais do experimento

Fonte: (VILELA, J. S., 2015)

Ao completarem 22 dias, as aves foram pesadas, selecionadas, separadas em unidades experimentais e, posteriormente, distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado constituindo um fatorial 3x3 (nove combinações de níveis de valina e isoleucina). As rações basais antigas foram descartadas e as rações experimentais foram pesadas e distribuídas nos comedouros de acordo com os tratamentos e as repetições.

Figura 7 - Pesagem dos animais para o início do experimento

Fonte: (VILELA, J. S., 2015)

Figura 8 - Pesagem de ração no início do experimento

Fonte: (VILELA, J. S., 2015)

Os frangos de corte foram submetidos a diferentes relações de valina em relação a lisina e isoleucina em relação a lisina divididos em nove tratamentos expostos na tabela 2.

Tabela 2 - Tratamentos experimentais

Tratamento	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
Valina/Lisina (%)	0,75	0,75	0,75	0,79	0,79	0,79	0,83	0,83	0,83
Isoleucina/Lisina (%)	0,67	0,71	0,75	0,67	0,71	0,75	0,67	0,71	0,75

As rações experimentais (Tabela 3) foram à base de milho e farelo de soja e processadas na fábrica de ração da Universidade de São Paulo – USP – Pirassununga, sendo fornecidas aos animais semanalmente por boxe ou sempre

que necessário. Todos os ingredientes, exceto a valina e a isoleucina, foram pesados em uma balança convencional, estes dois aminoácidos foram pesados em uma balança de precisão e pré - misturados com farelo de milho.

Tabela 3 - Composição percentual e calculada das rações experimentais

VALINA	0,75	0,75	0,75	0,79	0,79	0,79	0,83	0,83	0,83
ISOLEUCINA	0,68	0,72	0,76	0,68	0,72	0,76	0,68	0,72	0,76
TRATAMENTO	1	2	3	4	5	6	7	8	9
MILHO	62,144	62,144	62,144	62,144	62,144	62,144	62,144	62,144	62,144
SOJA	28,796	28,796	28,796	28,796	28,796	28,796	28,796	28,796	28,796
ÓLEO	4,78	4,78	4,78	4,78	4,78	4,78	4,78	4,78	4,78
FOSFATO	1,296	3,24	3,24	3,24	3,24	3,24	3,24	3,24	3,24
CALCÁRIO	1,172	1,172	1,172	1,172	1,172	1,172	1,172	1,172	1,172
SAL	0,544	0,544	0,544	0,544	0,544	0,544	0,544	0,544	0,544
PREMIX ¹	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
METIONINA	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
LISINA	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24
TREONINA	0,116	0,116	0,116	0,116	0,116	0,116	0,116	0,116	0,116
VALINA	0,00	0,00	0,00	0,0	0,04	0,04	0,08	0,08	0,08
COLINA	0,052	0,052	0,052	0,052	0,052	0,052	0,052	0,052	0,052
ISOLEUCINA	0,00	0,04	0,08	0,00	0,04	0,08	0,0	0,04	0,08
AREIA	0,16	0,12	0,08	0,12	0,08	0,04	0,08	0,04	0,00
TOTAL RAÇÃO (%)	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Valores Calculados									
EM, Kcal/Kg	3,109	3,109	3,109	3,109	3,109	3,109	3,109	3,109	3,109
PB %	18,06	18,06	18,06	18,06	18,06	18,06	18,06	18,06	18,06
Na, %	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22
Ca, %	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
Pd, %	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39
Lis d %	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03
Met d %	0,539	0,539	0,539	0,539	0,539	0,539	0,539	0,539	0,539
M + Cd %	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
Ile d %	0,678	0,678	0,678	0,678	0,678	0,678	0,678	0,678	0,678
Ter d %	0,69	0,69	0,69	0,69	0,69	0,69	0,69	0,69	0,69
Val d %	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75

¹Suplemento vitamínico e mineral para fase de crescimento. Níveis de garantia de nutrientes: Vitamina A (min) 1.500.000 UI/kg; Vitamina D3 (min) 500.000 UI/kg; Vitamina E (min) 2.500 UI/kg; Vitamina K3 (min) 400 mg/kg; Vitamina B1 (min) 350 mg/kg; Vitamina B2 (min) 1.000 mg/kg; Vitamina B6 (min) 500 mg/kg; Vitamina B12 (min) 2.500 mcg/kg; Niacina (min) 7.500 mg/kg; Ácido Pantotênico (min) 2.750 mg/kg; Ácido Fólico (min) 150 mg/kg; Colina (min) 60,40 g/kg; Cobre (min) 24,95 g/kg; Ferro (min) 1.250 g/kg; Manganês (min) 17,50 g/kg; Zinco (min) 12,50 g/kg; Iodo (min) 300 mg/kg; Selênio (min) 50 mg/kg. Haquinol 7.500 mg/kg; Salinomicina 15g/kg. Inclusão: 4Kg/ton.

5.1 CARACTERÍSTICAS AVALIADAS

5.1.1 Desempenho

Foram avaliadas características de desempenho, como o consumo de ração, o peso vivo, o ganho de peso e a conversão alimentar. O consumo de ração foi calculado pela diferença entre a quantidade de ração fornecida e as sobras, pesadas no início e ao final do período experimental. Para a determinação dos valores de ganho de peso, as aves foram pesadas aos 22 dias, 28 e 42 dias de idade. A conversão alimentar foi calculada por meio da divisão do consumo de ração acumulado pelo ganho de peso no período e ajustando-se os dados pela pesagem das sobras de ração e das aves mortas.

5.1.2 Determinação do rendimento de carcaça e cortes

Aos 43 dias de idade, foram abatidas duas aves por repetição, as quais passaram por um período de jejum de oito horas e foram pesadas anteriormente ao abate. O rendimento de carcaça foi obtido pelo peso das carcaças sem pés, pescoço, cabeça e vísceras em relação ao peso corporal antes do abate. O rendimento de cortes foi determinado pelo peso do peito e das pernas (coxa e sobrecoxa) em relação ao peso da carcaça, segundo metodologia descrita por Mendes (1990).

Figura 9 - Pesagem de carcaça e cortes para obtenção dos rendimentos

Fonte: (VILELA, J. S., 2015)

5.1.3 Análise estatística

Os dados obtidos no experimento foram tabulados e analisados com o auxílio do pacote estatístico SAS (2012). Primeiramente foi testada a normalidade dos resíduos e a homogeneidade das variâncias. Posteriormente, foi realizada análise de variância (ANOVA) a 5% de probabilidade. Os dados foram comparados pelo teste F.

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As médias dos resultados de consumo de ração das aves obtidas através do teste Tukey a 5% de probabilidade dos 28 aos 42 dias de idade estão apresentadas na tabela 4. Houve interação significativa entre os níveis de valina e isoleucina. Para o consumo de ração, não houve diferença significativa entre nenhum dos níveis utilizados, exceto, para a interação entre os níveis de 0,83% de valina e 0,75% de isoleucina.

Tabela 4 - Consumo de ração (Kg) de frangos de corte machos alimentados com valina e isoleucina

Valina	Isoleucina		
	0,67	0,71	0,75
0,75	2.960	2.962	2.958 ^a
0,79	2.968	2.977	2.984 ^a
0,83	2.967 ^a	2.975a	2.878bB
X Isoleucina	2.965ab	2.971a	2.940b

Legenda: Médias seguidas de mesma letra (minúsculas na mesma linha e maiúsculas na mesma coluna) diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (0,05).

Trabalhando com a suplementação de valina e isoleucina, Duarte (2009) observou efeito sobre o consumo de ração sendo que o melhor nível de valina digestível encontrado para esta variável foi de 0,7729%, no entanto os valores não diferiram estatisticamente de 0, 8265%, 0,8802% e 0,9339%.

No presente estudo, o menor consumo de ração foi verificado quando as aves consumiram dietas com o maior nível de inclusão de isoleucina e valina. De acordo com os achados de Leeson (1995) e SI et al. (2001), frangos de corte alimentados com dietas marginais em aminoácidos consumirão mais para alcançar seus requerimentos para ganho de peso. Segundo Teeter et al. (1993) a quantidade de

aminoácidos consumidos pelas aves tem grande influência sobre o consumo de alimento, o que poderia explicar o menor consumo observado para este tratamento.

Na tabela 5, são apresentados os resultados de peso corporal dos frangos de corte aos 28 dias de idade. Conforme observado, não houve diferença estatística entre os fatores estudados. Considerando-se que as dietas experimentais tiveram início aos 22 dias de idade dos animais, é provável que este resultado seja atribuído ao fato de aos 28 dias de idade a quantidade de ração consumida neste período não tenha sido suficiente para promover diferenças significativas entre os tratamentos experimentais.

Tabela 5 - Peso corporal (Kg) de frangos de corte machos de 28 dias de idade alimentados com valina e isoleucina

Valina	Isoleucina		
	0,67	0,71	0,75
0,75	1.564	1.571	1.545
0,79	1.551	1.552	1.560
0,83	1.557	1.561	1.561
X			
Isoleucina	1.557	1.562	1.556

Notas: Médias seguidas de mesma letra (minúsculas na mesma linha e maiúsculas na mesma coluna) diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (0,05).

No entanto para peso corporal aos 42 dias de idade (Tabela 6), diferentemente do resultado aos 28 dias, houve interação entre os fatores estudados e o resultado do desdobramento mostrou maior peso vivo nos níveis de 0,83% de valina com 0,67% de isoleucina, entretanto esses valores não diferiram estatisticamente dos níveis de 0,83 de valina com 0,71 de isoleucina e 0,79 de valina com 0,75 de isoleucina.

Tabela 6 - Peso corporal (Kg) de frangos de corte machos de 42 dias de idade alimentados com valina e isoleucina

Valina	Isoleucina		
	0,67	0,71	0,75
0,75	2.943cC	2.958bC	2.970aB
0,79	2.980bB	2.991aB	3.002aA
0,83	3.027aA	3.017aA	2.815bC
X Isoleucina	2.981 ^a	2.988a	2.929b

Legenda: Médias seguidas de mesma letra (minúsculas na mesma linha e maiúsculas na mesma coluna) diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (0,05).

Os resultados de ganho de peso das aves aos 42 dias de idade com a utilização de dietas suplementadas com diferentes níveis de valina e isoleucina estão representados na tabela 7. Para esta característica avaliada, também houve interação entre os fatores e de acordo com o desdobramento, os maiores ganhos de peso foram observados para os valores de 0,83 de valina associado a 0,67 de isoleucina e estes valores de ganho de peso não diferiram estatisticamente dos níveis de 0,83% de valina associados a 0,71 de isoleucina.

Tabela 7 - Ganho de peso (Kg) de frangos de corte machos aos 42 dias de idade alimentados com valina e isoleucina

Valina	Isoleucina		
	0,67	0,71	0,75
0,75	1.365B	1.386B	1.411 ^a
0,79	1.428AB	1.438AB	1.428 ^a
0,83	1.472aA	1.456aA	1.262bB
X Isoleucina	1.422 ^a	1.427a	1.367b

Legenda: Médias seguidas de mesma letra (minúsculas na mesma linha e maiúsculas na mesma coluna) diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (0,05).

Corzo et al. (2008) recomendaram o nível de 0,77% de valina para ganho de peso durante o período de 21 a 42 dias de idade dos frangos de corte, outro valor encontrado e próximo deste para melhores resultados para ganho de peso foi de 0,727% de valina por Ferreira (2011) e de 0,75% para Tavernari et al. (2013). Estes valores podem estar discrepantes dos encontrados no presente trabalho, entretanto os autores citados não avaliaram os níveis de isoleucina da dieta em seus estudos.

Na tabela 8, são apresentados os resultados de conversão alimentar com a suplementação dos aminoácidos de cadeia ramificada (valina e isoleucina) aos frangos de corte aos 42 dias de idade. Foi possível observar que houve efeito de interação entre os fatores sendo que houve melhoria significativa da conversão alimentar para os níveis de 0,83 de valina com 0,67 e 0,71 de isoleucina.

Tabela 8 - Conversão alimentar (Kg:Kg) de frangos de corte machos alimentados com valina e isoleucina

Valina	Isoleucina		
	0,67	0,71	0,75
0,75	2.15A	2.13A	2.10B
0,79	2.06B	2.07AB	2.09B
0,83	2.02bB	2.02bB	2.28aA
X Isoleucina	2.07b	2.08b	2.16 ^a

Legenda: Médias seguidas de mesma letra (minúsculas na mesma linha e maiúsculas na mesma coluna) diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (0,05).

O efeito das diferentes associações entre valina e isoleucina nos resultados de rendimento de carcaça em frangos de corte está apresentado na tabela 9. Houve efeito significativo para todos os níveis de valina e isoleucina isolados, porém como

houve interação entre os fatores ($P < 0,05$), desconsiderou-se o efeito isolado dos aminoácidos.

Tabela 9 - Rendimento de carcaça (%) de frangos de corte machos de 42 dias de idade alimentados com valina e isoleucina

Valina	Isoleucina		
	0,67	0,71	0,75
0,75	60.94Aa	59.37abB	58.93bC
0,79	57.35bB	57.89bB	64.03aB
0,83	59.80cA	62.95bA	68.30aA
X Isoleucina	59.36b	60.15b	63.75a

Legenda: Médias seguidas de mesma letra (minúsculas na mesma linha e maiúsculas na mesma coluna) diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (0,05).

Os maiores valores suplementados de valina e isoleucina associados (0,83 de valina com 0,75 de isoleucina) propiciaram melhores resultados para rendimento de carcaça aos 42 dias de idade não diferindo estatisticamente dos menores valores suplementados (0,75 de valina associado a 0,67 de isoleucina). O nível de valina associado à isoleucina que obteve menores valores de rendimento de carcaça aos 42 dias de idade para os frangos de corte foram 0,75 % de valina e 0,75 % (o menor nível de valina associado ao maior nível de isoleucina). Corzo et al. (2008) encontraram melhores resultados de rendimento de carcaça durante as fases de crescimento e final (21 – 42 dias) com a suplementação de 0,82% de valina em relação a lisina, no entanto, o trabalho deste autor desconsiderou a exigência de níveis de isoleucina. Por outro lado, Hale et al. (2004) testaram níveis de isoleucina para fase final frangos de corte fêmeas e não obtiveram diferença estatística para rendimento de carcaça nos animais.

Na ordem de limitação dos aminoácidos para frangos de corte, alguns aminoácidos, como a valina e a isoleucina, disputam o quarto lugar de limitação, no entanto, por ser um dos últimos na lista ainda há uma relativa escassez de estudos desses aminoácidos em relação aos anteriores da lista, principalmente em relação a isoleucina. Este estudo avaliou níveis associados destes dois aminoácidos (valina e isoleucina) em dietas a base de milho e farelo de soja, já que trabalhos anteriores

indicaram estes sendo o quarto ou quinto aminoácido limitante neste tipo de dieta. A grande maioria dos trabalhos com limitação de valina e isoleucina testaram estes aminoácidos separadamente, para indicar suas relações ideais em relação à lisina, não considerando a relação que pode haver entre os aminoácidos de cadeia ramificada durante a absorção destes (CORZO et al., 2008; CAMPOS et al., 2009; POTENÇA et al., 2009).

Corzo et al. (2009) conduziram um trabalho com a suplementação de valina e isoleucina com o objetivo de definir qual aminoácido seria o quarto limitante em dietas à base de milho e farelo de soja durante a fase inicial dos animais e concluíram que a valina é o quarto aminoácido limitante, no entanto, estes citaram uma possibilidade de co – limitância entre estes aminoácidos.

Como já foi descrito anteriormente, os aminoácidos valina e isoleucina estão entre os últimos na ordem de limitação dos aminoácidos para frangos de corte, sendo assim, a exigência e consequentemente a suplementação destes aminoácidos se torna muito mais específica em relação a linhagem, lote, temperatura, idade dos animais ou até mesmo a qualidade do aminoácido utilizado podem interferir na exigência de um experimento para o outro. Outro fator seria a maior dificuldade de mistura destes aminoácidos, pois a quantidade por batida de ração é muito baixa e a diferença entre a quantidade destes aminoácidos de um tratamento para o outro é ainda menor, aumentando as chances de erro.

Além disso, algumas características destes aminoácidos podem indicar o possível motivo desta alta variabilidade de resultado nas exigências, a correlação que existe entre os aminoácidos de cadeia ramificada durante a absorção, os indicativos de co-limitância destes aminoácidos encontrados por Corzo et al. (2008), podendo desta forma, a exigência de valina ser dependente da exigência de isoleucina, por exemplo.

A tabela 10 apresenta resultados de rendimento de peito de frangos de corte machos dos 22 aos 42 dias de idade suplementados com diferentes associações de suplementação de valina e isoleucina. Os resultados isolados dos níveis de valina e isoleucina diferiram estatisticamente, porém, houve efeito de interação para todos os fatores e, portanto, desconsiderou-se os resultados de níveis isolados. Os melhores níveis de valina associados a isoleucina para rendimento de peito aos 42 dias dos

frangos de corte, assim como para rendimento de carcaça foram os maiores níveis de isoleucina e valina (0,75 e 0,83) respectivamente em relação a lisina da dieta. Estes valores diferiram numericamente em relação aos menores níveis de valina e isoleucina utilizados (0,75 e 0,67) respectivamente. Sendo assim, os melhores níveis encontrados para rendimento de peito foram os maiores níveis suplementados e os menores níveis suplementados. As associações intermediárias destes aminoácidos consequentemente obtiveram os piores resultados para rendimento.

Tabela 10 - Rendimento de peito (%) de frangos de corte machos de 42 dias de idade alimentados com valina e isoleucina

Valina	Isoleucina		
	0,67	0,71	0,75
0,75	19.78aA	18.56b	18.32bB
0,79	18.73AB	18.75	19.38B
0,83	18.56bB	19.27b	23.42aA
X Isoleucina	19.02b	18.86b	20.37a

Legendas: Médias seguidas de mesma letra (minúsculas na mesma linha e maiúsculas na mesma coluna) diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (0,05).

Hale et al. (2004) encontrou melhores resultados de rendimento de peito para frangos de corte fêmeas utilizando 0,63% de isoleucina na dieta, no entanto, o nível de valina da dieta neste estudo não foi avaliado. Este nível não foi tão discrepante em relação aos valores encontrados nos resultados de rendimento de carcaça. Os níveis de isoleucina encontrados para melhores resultados de rendimento de peito do presente estudo foram 0,75 e 0,67%, porém, não é possível haver comparação, pois estes resultados são para frangos machos. Ademais, Corzo et al. (2008) encontraram melhor rendimento de peito para o nível de 0,82% de valina em uma dieta à base de milho e amendoim, desconsiderando os níveis de isoleucina na dieta. Este resultado é muito próximo aos achados do estudo em questão que foi de 0,83% de valina.

Estão representados na tabela 5 os resultados obtidos de rendimento de pernas de frangos de corte aos 42 dias de idade. Houve interação significativa entre os níveis de aminoácidos estudados. Os melhores valores do desdobramento da interação entre os fatores para rendimento de perna aos 42 dias foram 0,83 de valina e 0,75 de isoleucina (os maiores níveis), estes não diferiram estatisticamente 0,79 de valina e 0,75 de isoleucina (nível intermediário de valina associado ao maior

nível de isoleucina). O rendimento mais baixo foi para os níveis de 0,79 de valina associado ao nível de 0,67 de isoleucina, ou seja, o nível intermediário de valina associado ao menor nível de isoleucina. Diferentemente dos resultados encontrados por Tavernari et al. (2013), estes não encontraram diferença estatística entre os tratamentos para rendimento de pernas em relação a suplementação de valina na dieta. É possível que esta diferença de resultados está relacionada ao fato do autor ter considerado apenas níveis de valina na dieta, não suplementando e desconsiderando os valores de isoleucina.

Os resultados estatísticos do rendimento de pernas de frangos de corte aos 42 dias de idade alimentados com três valores de suplementação de valina e três valores de isoleucina estão apresentados na tabela 11.

Tabela 11 - Rendimento de pernas (%) de frangos de corte machos de 42 dias de idade alimentados com valina e isoleucina

Valina	Isoleucina		
	0,67	0,71	0,75
0,75	20.84AB	20.93	20.64B
0,79	19.93cB	21.26b	22.70aA
0,83	21.61bA	21.25b	23.00aA
X Isoleucina	20.74b	21.14b	22.11 ^a

Notas: Médias seguidas de mesma letra (minúsculas na mesma linha e maiúsculas na mesma coluna) diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (0,05).

7 CONCLUSÕES

Nas condições em que se realizou o presente estudo, observa-se os níveis recomendados para consumo de ração são de 0,83% de valina associado a 0,75% de isoleucina, para as características ganho de peso e peso corporal recomenda-se os níveis de 0,83% de valina associado a 0,67% de isoleucina. Para todas as características de rendimento avaliadas, o melhor nível de associação é de 0,83% de valina com 0,75% de isoleucina.

Vale ressaltar que há uma escassez e uma discrepância de resultados de trabalhos envolvendo a exigência dos aminoácidos de cadeia ramificada. Este foi o primeiro trabalho realizado em que os fatores apresentaram interação entre eles. Os melhores resultados foram observados para as maiores suplementações de valina e isoleucina.

REFERÊNCIAS

ANDRIGUETTO, J.M.; PERLY, L.; MINARDI, I. et al. **Nutrição Animal Volume I: as bases e os fundamentos da nutrição animal**. São Paulo: Nobel, 2002. 395p.

AVISITE (Org.). Carne de Aves: **Para USDA, exportação brasileira cresce próximo de 30% nestes 10 anos**. Disponível em: <http://www.avisite.com.br/noticias/index.php?codnoticia=14992>. Acesso em: 25 abr. 2014.

AMBROZINI, B. L.; PERDERSEN, A. B.; ENGBERG, R. M. The influence of whole wheat feeding on Salmonella infection and gut flora composition in broilers. **Avian Diseases**, v. 49, p. 9-15, 2005.

ARAÚJO, L. F. Redução do nível protéico da dieta, através da formulação baseada em aminoácidos digestíveis. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 4, n. 34, p. 1197-1201, 2004.

BAKER, D. H. Amino acid nutrition for pigs and poultry. In: HARESIGN, W.; COLE, D. J. A. **Recent advances in animal nutrition**. London: Butterworths, 1989. p. 245–260.

BERRES, J. **Estratégias para redução proteica de dietas para frangos de corte**. 2010. 148 f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Santa Maria, Porto Alegre, 2012.

BRAGA, J. P.; BAIÃO, N.C. Suplementação lipídica no desempenho de aves em altas temperaturas. **Cadernos Técnicos de Veterinária e Zootecnia**, n. 31, p. 23-28, 2001.

CAMPOS, A. M. A.; ROSTAGNO, H. S.; NOGUEIRA, E. T.; ALBINO, L. F. T.; PEREIRA, J. P. L.; MAIA, R. C. Atualização da proteína ideal para frangos de corte: arginina, isoleucina, valina e triptofano. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa - MG, v. 2, n. 41, p. 326-332, 2012.

CANCHERINI, L. C.; DUARTE, K. F.; JUNQUEIRA, O. M.; FILARDI, R. S.; LAURENTIZ, A. C.; ARAÚJO, L. F. Desempenho e rendimento de carcaça de frangos de corte alimentados com dietas contendo subprodutos do arroz formuladas com base nos conceitos de proteína bruta e ideal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa - MG, v. 4, n. 37, p. 616-623, 2008.

CARVALHO, G. J. L.; FRANCA, A. S.; CLARTON, L.; AZEVEDO, J. L. M. Uso de enzimas na alimentação de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 6, p. 2369-2375, 2005.

CAUWENBERGUE, S. V.; BUENHAM D. New developments in amino acid protein nutrition of poultry, as related to optimal performance and reduce nitrogen excretion.

In: EUROPEAN SYMPOSIUM OF POULTRY NUTRITION, 2001.
Blankenberge. **Anais...** Blankenberge, 2001. p. 234.

CHAMP, M.; SZYLIT, O.; RAIBAUD, P.; AIT-ABDELKADER, N. Amylase production by three *Lactobacillus* strains isolated from chicken crop. **Journal of Applied Bacteriology**, v. 55, p. 487-493, 1983.

COLNAGO, L.G. Aminoácidos em rações de frangos e matrizes pesadas. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 1992, Santos, **Anais...** Campinas: FACTA, 1992. p. 45-54.

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

CORZO, A.; DOZIER III, W. A.; KIDD, M. T. Valine nutrient recommendations for Ross x Ross 308 broilers. **Poultry Science**, v. 87, p. 335-338, 2008.

COSTA, F. G. P. Níveis dietéticos de proteína bruta para frangos de corte de 1 a 21 e 22 a 42 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa - MG, v. 5, n. 30, p.1498-1498, 2001.

COSTA, F. G. P.; SILVA, J. H. V.; FIGUEIREDO-LIMA, D. F.; LIMA, R. B.; GOULART, C. C. **Novos avanços da nutrição de aves**. 2012. Disponível em: <<http://pt.engormix.com/MA-avicultura/administracao/artigos/novos-avancos-nutricao-aves-t1051/124-p0.htm>>. Acesso em: 01 fev. 2015.

CUPERTINO, E. S. **Exigências nutricionais de lisina, metionina+cistina e de treonina para galinhas poedeiras no período de 54 a 70 semanas de idade**. 2006. 134 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2006.

DUARTE, K. F. **Crerios de avaliao das exigências em treonina, triptofano, valina e isoleucina para frangos de corte de 22 a 42 dias de idade**. 2009. 118 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2009.

EDMONDS, M. S.; PARSONS, C. M.; BAKER, D. H. Limiting amino acids in low protein corn – soybean meal diets fed to growing chicks. **Poultry Science**, v. 64, p. 1519 – 1524, 1985.

EDUCAÇÃO, Secretaria da. **Química sintética: Valina**. Disponível em: <<http://www.quimica.seed.pr.gov.br/modules/galeria/detalhe.php?foto=1623&evento=5>>. Acesso em: 02 abr. 2015.

FERNANDEZ, S. R.; AOYAGI, S.; HAN, Y.; PARSONS, C. M.; BAKER, D. H. Limiting order of amino acids in corn and soybean meal for growth of the chick. **Poultry Science**, Champaign, v. 73, p. 1887–1896, 1994.

FERREIRA, N. T. **Exigências de valina para frangos de corte**. 2011. 55 f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2011.

HALE, L. L.; BARBER, S. J.; CORZO, A.; KIDD, M. T. Isoleucine needs of thirty- to forty-two-day-old female chickens: growth and carcass responses. **Poultry Science**, Mississippi, v. 12, n. 83, p. 1986-1991, 2004.

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

ITO, N. M. K. Fisiologia do sistema gastroentérico. In: **Patologia do sistema gastroentérico**. Editado por Elanco Saúde Animal, 1997. p. 9-52.

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. **Perspectives in Agriculture, Veterinary Science, Nutrition and Natural Resources**, Wallingford, v. 1, p. 5-6, 2006.

LAZZERI, D. B. **Níveis de isoleucina digestível para suínos machos castrados dos 15 aos 30 Kg**. 2011. 64 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, 2011.

LECLERCQ, B. Les rejets azotés de l'élevage: importance et perspectives envisageables. **INRA Productions Animales**, v. 9, p. 91-101, 1996.

LEESON, S. Nutrição e qualidade de carcaça de frangos de corte. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 1995, Curitiba. **Anais...** Campinas: FACTA, 1995. p. 111-118.

LEESON, S.; SUMMERS, J. D. **Nutrition of the chicken**. 4. ed. 2001. 591 p.

LELIS, G. R. Utilização do conceito de proteína ideal para poedeiras. **Nutritime**, v. 9, n. 4, p. 1879-1887, 2012. Disponível em: <http://www.nutritime.com.br/arquivos_internos/artigos/172_julho_2012_.pdf>. Acesso em: 22 fev. 2015.

FUNDAÇÃO APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS. (FACTA). **Fisiologia da digestão e absorção das aves**. Campinas: FACTA, 1994. 176 p. (Coleção FACTA).

MACARI, M.; FURLAN, R. L.; GONZALES, E. **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. 2. ed. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, 2002. 375 p.

MAIORKA A. M. **Efeito da forma física e do nível de energia da ração em dietas formuladas com base em aminoácidos totais e digestíveis sobre o desempenho e a composição de carcaça de frangos de corte, machos dos 21 aos 42 dias de idade**. [Dissertação]. Porto Alegre (RS): Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1998.

MARKHAM, R. A steam distillation apparatus suitable for micro-Kjeldahl analysis. **The Biochemical Society**, Cambridge, v. 10-12, n. 36, p. 790-791, 1942.

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

NAMROUD, N. F.; SHIVAZAD, M.; ZAGHARI, M. Effects of fortifying low crude protein diet with crystalline amino acids on performance, blood ammonia level, and excreta characteristics of broiler chicks. **Poultry Science**, v. 87, p. 2250-2258, 2008.

NEME, R. Determinação da biodisponibilidade da lisina sulfato e lisina HCL com frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa - MG, v. 6, n. 30, p. 1750-1759, 2001.

PALHARES, J. C. P.; KUNZ, A. **Manejo ambiental na avicultura**. Concórdia: Embrapa, 2011.

PARSONS, C. M. **Amino acid digestibility for poultry; feedstuff evaluation and requeriments**. Missouri: Biokiyowa, 1991. (Technical Review – 1).

PEREIRA, L. M. R. **Tópicos atuais na produção de suínos e aves**. Pelotas: Instituto Federal Sul-Rio-Grandense, 2013.

RATHMACHER, J. A. Measurement and significance of protein turnover. In: D'MELO, J. P. F. (Ed.). **Farm animal metabolism and nutrition**. Wallingford: CAB International, 2000. p. 25-48.

RODRIGUES, K. F.; RODRIGUES, P. B.; FREITAS, R. T. F.; BERTECHINI, A. G.; ALBINO, L. F. T.; FASSANI, E. J. Relação lisina digestível:proteína bruta em dietas para frangos de corte no período de 1 a 21 dias de idade. Desempenho e metabolismo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa - MG, v. 3, n. 37, p. 450-457, 2008.

RODRIGUES, P. B.; BRITO, J. A. C.; SILVA, E. L. NASCIMENTO, G. A. J. Manejo da dieta para reduzir o impacto ambiental da excreção de nutrientes na avicultura. In: SEMINÁRIO DE AVES E SUÍNOS, 7., 2007, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: AVISUI Regiões, 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/DZO, 2005. 186 p.

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/DZO, 2011. 252 p.

SÁ, L.; NOGUEIRA, E.; GOULART, C.; COSTA, F. P. **Aminoácidos na nutrição de frangos de corte**. 2012. Disponível em: <http://www.lisina.com.br/publicacoes_detalhes.aspx?id=2189>. Acesso em: 25 jan. 2015.

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

SOBIOLOGIA. **Aves - vertebrados homeotermos com corpo coberto por penas: Digestão e excreção em aves.** Disponível em: <<http://www.sobiologia.com.br/conteudos/Reinos3/bioaves.php>>. Acesso em: 02 abr. 2015.

SI, J.; FRITTS, C. A.; BURNHAM, D. J.; WALDROUP, P. W. Relationship of dietary lysine level to the concentration of all essential amino acids in broiler diets. **Poultry Science**, Champaign, v. 80, n. 10, p. 1472-1479, 2001.

STRADA, E.S.O.; ABREU, R.D.; OLIVEIRA, G.J.C.; COSTA, M.C.M.M.; CARVALHO, G.J.L.; FRANCA, A.S.; CLARTON, L.; AZEVEDO, J.L.M. Uso de enzimas na alimentação de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n.6, p. 2369 – 2375, 2005.

TAVERNARI, F. C. **Atualização da proteína ideal para frangos de corte:** valina e isoleucina. 2010. 61 f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2010.

TAVERNARI, F. C.; LELIS, G. R.; VIEIRA, R. A.; ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F.; OLIVEIRA NETO, A. R. Valine needs in starting and growing Cobb (500) broilers. **Poultry Science**, Oxford, v. 1, n. 92, p. 151-157, 2013.

THOMAS, O. P.; FARRAN, M. T.; TAMPLIN, C. B. Broiler nutrition update. In: MARYLAND NUTRITION CONFERENCE FOR FEED MANUFACTURERS, 1992, Hyatt Regency, Inner Harbor, Baltimore, MD. **Proceedings...** Baltimore, MD, 1992. p. 45–53.

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

UNIÃO BRASILEIRA DE AVICULTURA. **Relatório anual.** 2014. Disponível em: <<http://www.ubabef.com.br/publicacoes>>. Acesso em: 01 abr. 2015.