UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE ZOOTECNIA E ENGENHARIA DE ALIMENTOS

VINÍCIUS CAMARGO CAETANO

**Relações Valina:Lisina Digestíveis em Dietas com Nível
de Proteína Bruta Reduzido em Frangos de Corte**

Pirassununga
2013

VINÍCIUS CAMARGO CAETANO

**Relações Valina:Lisina Digestíveis em Dietas com Nível de
Proteína Bruta Reduzido em Frangos de Corte
(Versão corrigida)**

Dissertação apresentada à Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para a obtenção do Título de Mestre em Zootecnia.

Área de Concentração: Qualidade e Produtividade Animal

Orientador: Prof. Dr. Douglas Emygdio de Faria

Pirassununga
2013

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação

Serviço de Biblioteca e Informação da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos
da Universidade de São Paulo

C128r

Caetano, Vinícius Camargo

Relação valina : lisina digestíveis em dietas com
nível de proteína bruta em frangos de corte / Vinícius
Camargo Caetano. -- Pirassununga, 2013.

53 f.

Dissertação (Mestrado) -- Faculdade de Zootecnia e
Engenharia de Alimentos - Universidade de São Paulo.
Departamento de Zootecnia.

Área de Concentração: Qualidade e Produtividade
Animal.

Orientadora: Prof. Dr. Douglas Emygdio de Faria.

1. Aminoácido 2. Cama de Frango 3. Desempenho
Produtivo 4. Exigência 5. Rendimento de Carcaça.
I. Título.

DEDICATÓRIA

*Aos meus pais,
Jane Franco de Camargo e Edson Caetano
À toda minha família,
À minha companheira,
Thais Mantovani Canan
Aos meus amigos,*

Pelos ensinamentos e por estarem ao meu lado durante esta caminhada, com muito amor, dedico.

“Todas as vitórias ocultam uma abdicação” Simone de Beauvoir

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, por toda a dedicação em minha criação, pela paciência em todos os momentos de minha vida e todo o amor sem precedentes que me cederam,

À minha família, pelos momentos de alegria e apoio,

Ao Prof. Dr. Douglas Emygdio de Faria pelos ensinamentos, amizade e confiança depositada em mim e neste trabalho,

À minha amiga e companheira Thais, pela cumplicidade, amor e carinho em todos os momentos,

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de mestrado,

À Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo e seus funcionários pelo suporte na realização do curso de mestrado,

À Empresa Ajinomoto do Brasil Indústria e Comércio de Alimentos LTDA., pela doação de aminoácidos industriais e pela realização de aminogramas, parte essencial para a realização deste trabalho,

À toda a equipe do Laboratório de Avicultura que participou deste trabalho, sem vocês nada disso teria se realizado: Vanessa, Cláudio, Amanda, Renata, Paulo, Leandro, Lucas, Bruna, Mariana, Graziela, Bianca e Letícia,

Aos companheiros da República Pocilga Henrique (Meia), André (Marreco), Vitor (Neura), Pedro (Xuca), Ubiratan (Yara), Diego (Marrento), Felipe (Marofa), Felipe (Fininho), Felipe (Margareth), Gerson (Zé), Jorge (Codorna), Rafael (Come), e a todos os ex-moradores que compartilharam de momentos de descontração seja durante a graduação ou mestrado,

Aos amigos de Campinas, pelos momentos de alegria imprescindíveis que “recarregaram as energias”,

À todos que ajudaram, direta ou indiretamente, para que este trabalho fosse realizado.

RESUMO

CAETANO, V. C. **Relações Valina:Lisina Digestíveis em Dietas com Nível de Proteína Bruta Reduzido em Frangos de Corte**. 2013, 53p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2013.

Este estudo teve como objetivo avaliar relações de valina:lisina digestíveis em dietas com teor reduzido de proteína bruta e os efeitos desta redução sobre desempenho e rendimento de carcaça em frangos de corte. Foram utilizados 1200 pintos machos de um dia de idade, seguindo modelo inteiramente casualizado, com seis tratamentos de seis repetições (exceto controle, com 10 repetições), compostos por 30 aves cada. O tratamento controle (T1) foi formulado seguindo os níveis de proteína bruta (PB) e aminoácidos (AAs) recomendados e os demais tratamentos (T2 a T6) tiveram seus níveis de PB reduzidos (4% em relação ao controle) e variaram em função da relação valina:lisina digestíveis, com 5 níveis equidistantes com intervalos de 0,07:1, variando de 0,63:1 e 0,91:1 em dietas até 21 dias, e 0,64:1 e 0,92:1 em dietas após 21 dias, respectivamente. Foram mensurados as seguintes características de desempenho: ganho de peso, consumo de ração, conversão alimentar, viabilidade criatória e índice de eficiência produtiva. Aos 46 dias de idade seis animais por repetição foram abatidos para determinação de rendimento de carcaça e de cortes comerciais. A cama também foi colhida no começo e final do experimento e seus níveis de nitrogênio analisados para determinação do nitrogênio excretado. As diferentes relações valina:lisina digestíveis não influenciaram o desempenho dos animais ($P>0,05$), porém afetaram o rendimento de peito, com relação ótima de valina:lisina digestíveis de 0,75. A redução proteica piorou o desempenho dos animais ($P\leq 0,05$) durante as primeiras três semanas de criação. Porém após este período tal prejuízo no desempenho não é visualizado.

Palavras – chave: Aminoácido, Cama de Frango, Desempenho, Exigência, Rendimento de Carcaça

ABSTRACT

CAETANO, V. C. **Relations Valine:Lysine Digestible in Diets with Reduced Crude Protein Level in Broilers**. 2013, 89p. M. Sc Dissertation – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2013.

This study aimed to evaluate relationships valine: lysine in diets with reduced content of crude protein and the effects of this reduction on performance and carcass yield of broiler chickens. Male chicks were used in 1200 than a day old, following complete randomized design with six treatments with six replications (except control, with 10 repetitions), composed of 30 chicks each. The control treatment (T1) was formulated following levels of crude protein (CP) and amino acids (AAs) and other recommended treatments (T2 to T6) had reduced levels of CP (4% compared to control) and varied according the ratio valine: lysine with 5 levels of 0,07:1 equidistant intervals ranging from 0,63:1 and 0,91:1 in the diet up to 21 days, and 0.92 0,64:1: 1 after 21 days on diets, respectively. We measured the following performance characteristics: weight gain, feed intake, feed conversion, viability and productive efficiency. At 46 days of age six animals per replicate were slaughtered for determination of carcass and commercial cuts. The bed was also collected at the beginning and end of the experiment and their levels of nitrogen analyzed for nitrogen excreted. The different relationships valine: lysine did not affect animal performance ($P > 0.05$), but they affected breast yield, compared with optimal valine: lysine 0.75. Reducing protein worsened performance of animals ($P \leq 0.05$) during the first three weeks of creation. But after this period such impairment in performance is not displayed.

Keywords: Amino acids, Carcass Yield, Litter, Performance, Requirement

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Sala 1 do galpão experimental	25
Figura 2 - Box de 2,47m ²	26
Figura 3 – Cortes comerciais obtidos: asa (A), peito (B), coxa (C), sobrecoxa (D)	35
Figura 4 - Efeito de diferentes relações valina:lisina digestível na dieta sobre o rendimento de peito em frangos de corte abatidos com 46 dias de idade	43

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Recomendações do Perfil da Proteína Ideal para frangos de corte	18
Tabela 2 - Diferenças entre os tratamentos experimentais.....	24
Tabela 3 - Temperaturas (°C) máximas, mínimas e médias registradas no interior do Aviário Experimental durante o Experimento.....	26
Tabela 4 - Umidade relativa do ar (%) máxima, mínima e média registradas no interior do Aviário Experimental durante o Experimento.....	27
Tabela 5 - Composição percentual e calculada das dietas experimentais pré-iniciais (1 a 7 dias de idade) para frangos de corte machos	28
Tabela 6 - Composição percentual e calculada das dietas experimentais iniciais (8 a 21 dias de idade) para frangos de corte machos	29
Tabela 7 - Composição percentual e calculada das dietas experimentais de crescimento I (22 a 35 dias de idade) para frangos de corte machos	30
Tabela 8 - Composição percentual e calculada das dietas experimentais de crescimento II (36 a 42 dias de idade) para frangos de corte machos	31
Tabela 9 - Composição percentual e calculada das dietas experimentais de abate (43 a 46 dias de idade) para frangos de corte machos	32
Tabela 10 - Valores calculados e analisados de proteína bruta nas dietas experimentais.....	33
Tabela 11 - Valores calculados e analisados de lisina digestível nas dietas experimentais.....	33
Tabela 12 - Valores calculados e analisados de valina digestível nas dietas experimentais	34
Tabela 13 - Médias de ganho de peso (GP), consumo de ração (CR), conversão alimentar (CA) e viabilidade criatória (VC) de frangos de corte na fase pré-inicial, inicial e no período (1-7, 8-21 e 1-21 dias de idade)	38
Tabela 14 - Médias de ganho de peso (GP), consumo de ração (CR), conversão alimentar (CA), viabilidade criatória (VC) e índice de eficiência produtiva (IEP) de frangos de corte nas fases crescimento I, crescimento 2 e no período (22-35, 36-42, 1-42 dias de idade)	40
Tabela 15 - Médias de ganho de peso (GP), consumo de ração (CR), conversão alimentar (CA), viabilidade criatória (VC) e índice de eficiência produtiva (IEP) de frangos de corte na fase final e em todo o período (43-46, 1-46 dias de idade)	41
Tabela 16 - Médias de rendimento de carcaça, asa, peito, coxa e sobrecoxa (%) de frangos machos abatidos com 46 dias de idade	42

Tabela 17 - Resultados (em base seca) das análises de nitrogênio na cama final de frangos de corte aos 46 dias de idade, descontado valor inicial de nitrogênio na cama 44

LISTA DE ABREVIATURAS, SÍMBOLOS E SIGLAS

AA – Aminoácido

AAs – Aminoácidos

CA – Conversão alimentar

Cis – Cistina

CR – Consumo de ração

CV – Coeficiente de variação

GP – Ganho de peso

g - Gramas

IEP – Índice de eficiência produtiva

Kcal – Kilocaloria

Kg – Kilograma

Lis – Lisina

Met – Metionina

Mg – Miligrama

MS – Matéria Seca

M² - Metros quadrados

Mcg - Microgramas

N – Nitrogênio

NH₃ – Amônia

PB – Proteína Bruta

PUSP-P - Matadouro-Escola da Coordenadoria do Campus de Pirassununga

RP – Rendimento de peito

URA – Umidade relativa do ar

SAS – Statistical Analysis System

Val – Valina

VC – Viabilidade criatória

® - Marca Registrada

± - Mais ou menos

% - Porcentagem

X – Sinal de multiplicação

- - Sinal de subtração

+ - Sinal de adição

/ - Sinal de divisão

= - Sinal de Igualdade

> - Maior

< - Menor

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	14
2. OBJETIVO GERAL	16
2.1 Objetivos Específicos.....	16
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	17
3.1 Proteína Bruta e Proteína Ideal.....	17
3.2 Valina.....	19
3.3 Redução proteica	20
4. MATERIAL E MÉTODOS	23
4.1 Local e Período	23
4.2 Animais e Delineamento Experimental.....	23
4.3 Instalações e Manejo	25
4.4 Dietas Experimentais.....	27
4.5 Características avaliadas	34
4.6 Análise estatística.....	36
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES	37
5.1 Desempenho	37
5.2 Rendimento de Carcaça	42
5.3 Excreção de Nitrogênio na Cama	43
6. CONCLUSÃO	45
7. REFERÊNCIAS.....	46

1. INTRODUÇÃO

A avicultura apresentou nas últimas décadas avanços extraordinários em genética, sanidade, manejo e nutrição, que lhe renderam posição de destaque no agronegócio brasileiro e mundial. Tendo visto que a alimentação representa aproximadamente 70% dos custos totais de produção avícola (LEANDRO et al., 2003) e possui papel fundamental no desempenho dos animais, estudos que buscam uma nutrição de baixo custo com o melhor desempenho animal são de enorme importância para o contínuo desenvolvimento do setor.

Por ser a proteína um dos componentes mais caros nas dietas das aves (CANCHERINI et al., 2005), uma formulação que ofereça um balanço exato dos aminoácidos (AAs), pode reduzir o nível de proteína bruta (PB) na formulação da dieta, resultando numa possível redução de custo da mesma (HISANO; PORTZ, 2007) e excreção de nitrogênio (N) na cama (FERGUSON et al., 1998). A formulação de dietas com este conceito, chamado de proteína ideal, só foi possível após o início da produção de aminoácidos industriais, no qual se conseguiu incluir níveis destes mais próximos às exigências dos animais.

Outro fato que deve ser salientado é que as aves não possuem requerimentos nutricionais essencialmente para PB, e sim para os AAs essenciais e para uma quantidade de nitrogênio suficiente para a biossíntese de AAs não-essenciais (COSTA; GOULART, 2010).

A metionina, lisina e treonina, os três primeiros AAs limitantes para frangos de corte, assim como o triptofano, já são amplamente utilizados com sucesso na formulação das dietas. Segundo Corzo, Loar e Kidd (2009), a valina vem sendo apontada como o quarto aminoácido (AA) limitante em dietas para frangos de corte a base de milho e farelo de soja, principalmente devido à sua baixa concentração em alimentos de origem vegetal e sua grande importância no empenamento, sistema imune, ganho de peso e conversão alimentar.

Com a suplementação de aminoácidos industriais consegue-se diminuir os teores de PB reduzindo custos de formulação principalmente com a menor inclusão de farelo de soja. Até a suplementação do terceiro aminoácido essencial (treonina), grandes avanços foram feitos na nutrição de frangos de corte no que diz respeito à redução proteica. Porém, para o quarto AA essencial, mais estudos precisam ser realizados, pois a redução mais severa de PB normalmente causa perdas de desempenho e rendimento de carcaça.

Estudos visando avaliar e/ou atualizar as exigências tanto de proteína quanto de aminoácidos em frangos de corte tornam-se imprescindíveis para que a nutrição continue acompanhando e reforçando os recentes avanços da avicultura.

2. OBJETIVO GERAL

O objetivo deste trabalho foi avaliar o melhor nível de valina em dietas com teor reduzido de proteína bruta sobre o desempenho e rendimento de carcaça em frangos de corte.

2.1 Objetivo Específico

Verificar o efeito da redução de proteína sobre o desempenho e rendimento de carcaça;

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.2 Proteína Bruta e Proteína Ideal

Uma das primeiras técnicas de formulação utilizadas para atender as necessidades de proteína e de aminoácido da dieta foi a da Proteína Bruta. A referida proteína é estimada pelo conteúdo total de nitrogênio do alimento a ser avaliado, porém nela estão presentes substâncias com estruturas semelhantes, mas com funções fisiológicas distintas. Além disto, esse conceito de formulação considera outros componentes nitrogenados, como ureia ou sulfato de amônio, como proteína, além de ignorar o fato de que ao ser digerida, libera peptídeos e aminoácidos (TAVERNARI, 2010).

Este conceito de formulação ainda causa um excesso ou deficiência de determinados aminoácidos, que são necessários em quantidades diferentes para a manutenção e crescimento satisfatório do animal. O equilíbrio entre a oferta de 20 aminoácidos essenciais nos níveis exatos da sua exigência, sem deficiências ou excessos, geraria uma deposição proteica com máxima eficiência (PARSONS; BAKER, 1994). Seria a chamada Proteína Ideal (MITCHELL, 1964; PENZ, 1996).

De acordo com Zaviezo (1998), a proteína ideal é definida como o balanço exato de AA capazes de promover as necessidades absolutas de todos os AA necessários para manutenção e aumento máximo da proteína corporal. Ainda se está distante de uma formulação baseada em proteína ideal economicamente viável, porém a aproximação desta proteína ideal pode ser alcançada formulando dietas que minimizem os excessos de AAs indispensáveis e nitrogênio proteico não-específico. Desta maneira, é reduzida a utilização de referidos aminoácidos como fonte de energia, além de ser restringida a excreção de produtos residuais nitrogenados, reduzindo assim a poluição ambiental consequente (PARSONS; BAKER, 1994; SUIDA, 2001).

A proposta, então, é de que cada AA se expresse em relação à um de referência, por meio de proporções ou porcentagens ideais. O aminoácido escolhido para ser referência foi a lisina, e normalmente é utilizado a proporção

aminoácido digestível por lisina digestível, ao invés de aminoácidos totais por lisina total. Trabalhos demonstram que a utilização de AAs digestíveis se mostra mais apropriado para maximizar a eficiência do ganho, principalmente quando utilizados ingredientes alternativos (ALBINO et al., 1992; SALVADOR et al., 2003).

Segundo Faria Filho e Torres (2007), dentre os motivos da escolha da lisina como AA de referência, pode-se destacar: ser o primeiro aminoácido limitante em dietas para suínos e o segundo limitante em dietas para aves; tratar-se de um aminoácido estritamente essencial, ou seja, não há síntese endógena; ter análise relativamente simples quando comparado a outros AAs; sua exigência é bastante conhecida sobre diversas condições de ambientes e de genética; vasta informação sobre sua concentração e digestibilidade nos ingredientes; aminoácido envolvido exclusivamente com a síntese proteica; apresentar suplementação economicamente viável.

Na Tabela 1 são apresentadas algumas relações aminoácido digestível/lisina digestível para frangos de corte.

Tabela 1 - Recomendações do Perfil da Proteína Ideal para frangos de corte			
Aminoácido¹	Geraert (2005) 1994-1999²	Rostagno et al. (2005) Inicial/Crescimento	Rostagno et al. (2011) Inicial/Crescimento
Lisina	100	100/100	100/100
Met + Cis	74	71/72	72/73
Treonina	68	65/65	65/65
Valina	80	75/77	77/78
Isoleucina	69	65/67	67/68
Arginina	116	105/105	108/108
Triptofano	17	16/17	17/18

Adaptado de Tavernari (2010). ¹ % de aminoácido digestível em relação à lisina digestível. ² Média das publicações entre 1994 e 1999 de cinco autores, citados por Geraert et al. (2005).

Uma das vantagens consideráveis da proteína ideal é que as relações de aminoácidos essenciais digestíveis/lisina digestível não são influenciadas por fatores que normalmente afetam as exigências de aminoácidos (FARIA FILHO; TORRES, 2007), tais como a densidade energética, nível proteico e potencial genético do animal (BAKER; CHUNG, 1992; PARSONS; BAKER, 1994; CUARÓN, 2000; BUTOLO et al., 2000). O processo de formulação também passa a ser mais simples, necessitando tão somente definir as

exigências da lisina digestível para estes fatores de produção, e obter os demais níveis de AAs por proporção.

2.3 Valina

A valina é um aminoácido essencial, reconhecido atualmente como o quarto aminoácido limitante em dietas a base de milho e farelo de soja (CORZO et al., 2007), sendo esta limitação mais aparente com o avanço da idade dos animais, quando o nível de PB da dieta diminui, reduzindo assim os níveis de farelo de soja e aumentando a inclusão de milho.

Assim como a leucina e a isoleucina, a valina é hidrofóbica, e se encontra quase sempre no interior das proteínas, sendo responsáveis pela sua estrutura tridimensional (CHAMPE; HARVEY, 1996). Suas fontes mais importantes na nutrição de frangos de corte são farinha de soja, pescados e carne.

Níveis inadequados de valina na dieta de frangos de corte podem ser responsáveis por reduzir a taxa de crescimento, diminuir o ganho de peso e a conversão alimentar (LECLERCQ, 1998), além de causarem anormalidades nas penas e nas pernas dos animais (CORZO; MORAN; HOEHLER, 2004). Também foi relatado por Farran e Thomas (1992) que a deficiência de valina gerou penas de formato côncavo anormal, além de redução do peso da ave e pior conversão alimentar. Este efeito sobre o empenamento e a diminuição do conteúdo proteico nas penas também é relatado quando se utiliza níveis em excesso de leucina (PENZ et al., 1984).

A recomendação de níveis de aminoácidos deve ser feita de maneira a ser o mais próximo possível da real exigência do animal, ou seja, atendendo os níveis mínimos, porém sem um excesso além do nível de tolerância do animal. Isso se deve ao fato de que alguns aminoácidos são antagônicos, como é o caso dos AAs de cadeia ramificada (valina, leucina e isoleucina) (PEGANOVA; EDER, 2002). A competição por sítios de absorção no intestino delgado, além de serem degradados pelas mesmas enzimas (THORNTON et al., 2006), são os principais fatores que caracterizam este antagonismo.

Quando comparada com outros aminoácidos, como a lisina, trabalhos que se ocupam do estudo de níveis recomendados de valina digestível, ou da relação valina:lisina digestíveis para dietas de frango de corte são escassos. Segundo Baker et al. (2002), a melhor relação valina:lisina digestíveis para frangos de corte para a fase inicial (08 a 21 dias) seria de 77,50%, com base no ganho de peso e da eficiência alimentar. Este valor é similar aos encontrados por Baker (1997) e Mack et al. (1999) que se situam entre 77 e 76%, respectivamente. Rostagno et al. (2011) propõe recomendações de relação valina:lisina digestível para frango de corte na fase inicial (01-21 dias) de 77%, e final (22-42 dias) de 78%.

Protença (2011) não encontrou diferenças significativas entre as relações valina:lisina digestíveis avaliadas (66, 70, 74, 78 e 82%) para frangos de corte entre 28 e 42 dias de idade sobre o desempenho. Porém houve aumento linear do rendimento de coxa e empenamento, e menor rendimento de peito conforme aumento da relação valina:lisina digestível fornecida.

A utilização dos aminoácidos industriais possibilita redução do nível de PB da dieta suplementando-os ao nível adequado, evitando o excesso ou sua deficiência sem perda de desempenho, e ainda podendo reduzir custos na formulação e excreções de compostos nitrogenados (PARSONS; BAKER, 1994; SUIDA, 2001).

2.4 Redução proteica

Diminuindo os níveis de proteína bruta podemos melhorar a eficiência da utilização do nitrogênio, diminuindo o *turnover* proteico que gera maior produção de calor (VAN MILGEN et al., 2001), piorando assim a capacidade dos frangos se desenvolverem em ambientes com temperaturas mais elevadas. A maior excreção de nitrogênio, com superiores quantidades de amônia na cama (KIDD; KERR, 1996) e maior gasto energético devido à metabolização do excesso de nitrogênio (LE TUTOUR, 1994), pode afetar negativamente a deposição de tecidos nos animais.

Conforme esta redução proteica vai sendo feita, maior deve ser a preocupação em atender aos níveis adequados de exigência dos aminoácidos essenciais, e paralelamente um número maior deles deverá ser suplementado de forma individual. Conforme citado por Corzo et al. (2007), a valina se encontra como quarto limitante em dietas a base de milho e farelo de soja, seguida pela isoleucina.

Segundo Hansen et al. (1993) e Ferreira et al. (2006), em suínos reduções de até 3 a 4 pontos percentuais no conteúdo proteico de rações não afetam desempenho e qualidade de carcaça quando suplementados com AA industriais. Deve-se destacar que isso não condiz com o encontrado em frangos de corte, já que pesquisas que avaliam reduções proteicas indicam redução do ganho de peso, piora na eficiência alimentar e maior gordura abdominal (SABINO et al., 2004; BERRES et al., 2007).

Rostagno et al. (2002) observaram piora no desempenho de frangos de corte submetidos a dietas com 18% de PB de 08 a 21 dias de idade, contudo com 19% o desempenho foi semelhante ao grupo controle quando suplementado com glicina. Em trabalho utilizando frangos de corte de 1 a 21 dias, Silva et al. (2006) encontraram resultados de desempenho semelhantes quando comparada a dieta controle (21,4% de PB suplementada com lisina e metionina industrial) com as dietas contendo 19% de PB (adição dos AA anteriores e valina industrial) e 17% de PB (adição dos AA anteriores e arginina, treonina e isoleucina). Porém ao nível de 15% de PB (adição dos AA anteriores e triptofano e fenilalanina industrial) houve piora no consumo de ração e ganho de peso. Os mesmos autores não encontraram diferenças no teor de nitrogênio presente na cama entre os tratamentos.

Waldroup (2000) afirma que as aves alimentadas com dietas possuindo níveis de PB muito reduzidos não obtém desempenho similar às dietas com proteína recomendada por fatores como: níveis reduzidos de potássio e/ou balanço iônico alterado, graças a uma redução da quantidade farelo de soja nessas dietas, sendo ele a principal fonte de tal mineral nas dietas; falta de nitrogênio para realizar a síntese de aminoácidos não-essenciais; desbalanço entre determinados aminoácidos como arginina/lisina ou aminoácidos de

cadeia ramificada; possíveis níveis tóxicos de certos aminoácidos; e relação inadequada de triptofano e outros aminoácidos neutros (isoleucina, valina, leucina, fenilalanina e tirosina), que podem inibir a ingestão de alimentos nestas dietas, pois o triptofano é um precursor da serotonina, neurotransmissor envolvido na regulação do consumo de alimentos.

A redução proteica também favorece a menor excreção de nitrogênio e umidade da cama (ROSTAGNO et al., 2002). Ferguson et al. (1998) e Gates (2000) encontraram menores concentrações de amônia na cama de frangos de corte alimentados com dietas reduzidas em PB e suplementadas com AAs essenciais, sem no entanto, afetar o desempenho dos animais. Neste sentido, Rodrigues (2006) também reduziu a PB da dieta de frangos de corte e encontrou resultados de desempenho que não diferiram das dietas controle com o teor recomendado de PB. O mesmo autor afirma que, em dietas com 18,5% de PB para frangos de corte de 1 a 21 dias de idade, o nível de nitrogênio excretado foi reduzido em 24%, correspondendo a 8% de redução para cada ponto percentual de redução proteica da dieta.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local e Período

O experimento foi realizado de abril a maio de 2012 no Aviário Experimental do Laboratório de Avicultura da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo, localizado no *Campus* Administrativo de Pirassununga.

3.2 Animais e Delineamento Experimental

Foram utilizados 1200 pintos machos de um dia de idade, da linhagem comercial Cobb 500®, com peso inicial de $46,22 \pm 0,51$ g. Os animais foram alojados seguindo o modelo inteiramente casualizado, com seis tratamentos e seis repetições, à exceção do tratamento controle, com 10 repetições, totalizando 40 parcelas experimentais de 30 aves cada. Os frangos permaneceram em experimento por 46 dias.

Os tratamentos variaram em função da proteína bruta e níveis de relação valina:lisina (Tabela 2), sendo: T1 – tratamento controle com níveis nutricionais recomendados por Rostagno et al. (2011), T2 ao T6 – tratamentos com 4% de redução na proteína bruta com diferentes níveis de relações valina:lisina digestíveis:

- T2: 2 níveis abaixo do recomendado (-0,14) da relação valina:lisina digestíveis (0,63:1 até 21 dias, e 0,64:1 após 21 dias);
- T3: 1 nível abaixo do recomendado (-0,07) da relação valina:lisina digestíveis (0,70:1 até 21 dias, e 0,71:1 após 21 dias);
- T4: nível recomendado da relação valina:lisina digestíveis (0,77:1 até 21 dias, e 0,78:1 após 21 dias);
- T5: 1 nível acima do recomendado (+0,07) da relação valina:lisina digestíveis (0,84:1 até 21 dias, e 0,85:1 após 21 dias);

- T6: 2 níveis acima do recomendado (+0,14) da relação valina:lisina digestíveis (0,91:1 até 21 dias, e 0,92:1 após 21 dias) (Tabela 2).

Tabela 2 - Diferenças entre os tratamentos experimentais

Tratamentos	Valina:lisina ¹	Valina:lisina ²	Proteína Bruta ³
1	0.77:1	0.78:1	100%
2	0.63:1	0.64:1	96%
3	0.70:1	0.71:1	96%
4	0.77:1	0.78:1	96%
5	0.84:1	0.85:1	96%
6	0.91:1	0.92:1	96%

¹Relação valina:lisina nas dietas até 21 dias. ²Relação valina:lisina nas dietas após 21 dias. ³Valores de proteína bruta em relação ao recomendado por Rostagno et al. (2011).

Os níveis dos demais nutrientes e energia metabolizável foram calculados seguindo recomendação de Rostagno et al. (2011). Os aminoácidos lisina, metionina+cistina, treonina, triptofano, arginina e isoleucina foram suplementados às dietas em sua forma industrial, para atender pelo menos 105%, da recomendação sugerida por Rostagno et al. (2011). Para a formulação realizou-se as análises de umidade, proteína bruta e aminoácidos totais dos principais alimentos em termos de composição das rações (milho e farelo de soja) via HPLC (*High-performance liquid chromatography*), no LABTEC – Laboratório de Análises Químicas LTDA. A composição dos demais nutrientes do milho e soja, além dos demais ingredientes, foi estabelecida de acordo com as Tabelas de Composição Química e Valores Energéticos dos Alimentos para Aves e Suínos de Rostagno et al. (2011).

Também foram colhidas de cinco pontos de cada parcela experimental amostras de cama no início e no fim do experimento, a fim de avaliar a quantidade de nitrogênio excretado pelas aves. As amostras foram homogeneizadas por tratamento e posteriormente analisada a quantidade de N usando os procedimentos descritos pelo AOAC (1996).

3.3 Instalações e Manejo

As aves foram alojadas com 1 dia de idade no Aviário Experimental, com dimensões de 6 x 32 metros, com 2 salas de 20 boxes cada (Figura 1) previamente limpo e desinfetado. O alojamento foi realizado sobre cama de maravalha reutilizada, em boxes experimentais de 2,47 m² cada (Figura 2).

Figura 1 - Sala 1 do galpão experimental

Para o aquecimento das aves na fase inicial foram instaladas lâmpadas infravermelho nas campânulas de cada box (unidade experimental) e utilizadas campânulas à gás nos corredores. O programa de luz adotado foi contínuo (24 horas de luz/dia) durante todo o experimento.

O Aviário Experimental dispunha de cortinas laterais e dois ventiladores acionados manualmente de acordo com a necessidade. O monitoramento da temperatura e umidade relativa do ar (URA) no interior do aviário foi realizado através de termohigrômetros digitais, sendo as leituras efetuadas no início da

manhã e no final da tarde. Os valores médios semanais estão indicados nas Tabelas 3 e 4.

Figura 2 - Box de 2,47m²

Tabela 3 - Temperaturas (°C) máximas, mínimas e médias registradas no interior do Aviário Experimental durante o Experimento

Semana	Máxima	Mínima	Média
1	31,8 ± 2,2	27,0 ± 2,3	29,4 ± 2,2
2	29,7 ± 1,6	24,9 ± 2,0	27,3 ± 1,4
3	27,2 ± 2,1	22,3 ± 1,6	24,7 ± 1,4
4	24,9 ± 2,6	21,0 ± 2,8	22,9 ± 2,6
5	25,9 ± 1,7	18,9 ± 2,2	22,4 ± 1,0
6	23,5 ± 2,9	18,9 ± 1,4	21,2 ± 1,5
7	21,0 ± 0,9	19,1 ± 2,2	20,2 ± 0,6
Média	26,0 ± 2,2	22,0 ± 1,9	24,0 ± 1,5

Tabela 4 - Umidade relativa do ar (%) máxima, mínima e média registradas no interior do Aviário Experimental durante o Experimento

Semana	Máxima	Mínima	Média
1	50,6 ± 10,5	38,1 ± 9,7	44,4 ± 9,7
2	57,4 ± 8,1	41,8 ± 10,2	49,6 ± 9,2
3	64,0 ± 9,7	47,3 ± 15,0	55,7 ± 11,2
4	72,3 ± 5,0	58,3 ± 7,5	65,3 ± 11,0
5	63,6 ± 9,1	39,7 ± 11,3	51,7 ± 9,3
6	76,7 ± 11,2	57,4 ± 19,0	67,0 ± 13,3
7	66,1 ± 7,7	44,7 ± 12,5	55,4 ± 8,2
Média	64,4 ± 8,8	46,8 ± 12,1	55,6 ± 10,3

A vacinação contra Gumboro e Newcastle ocorreu no 8º dia de idade das aves e foi realizada por via ocular. Todas as aves foram previamente vacinadas contra Marek no incubatório. Ração e água foram fornecidas à vontade durante todo o período experimental.

3.4 Dietas Experimentais

Foram oferecidos seis programas de alimentação, divididos em cinco fases cada (pré-inicial, inicial, crescimento I, crescimento II e abate). As rações experimentais foram à base de milho e farelo de soja. Foram utilizados o farelo de glúten de milho 60% e um inerte (caulim) para alcançar a redução proteica necessária mantendo os níveis de aminoácidos digestíveis, em exceção da valina, iguais em todos os tratamentos. A composição percentual e calculada das dietas experimentais encontram-se nas Tabelas 5, 6, 7, 8 e 9.

Os níveis de proteína bruta e aminoácidos totais foram analisados pelo Laboratório da Ajinomoto Animal Nutrition®, através da técnica de Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (*HPLC: High-performance liquid chromatography*). A proteína bruta também foi analisada no Laboratório de Avicultura da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos USP-Pirassununga, pela metodologia da AOAC (1996). Os níveis de aminoácidos digestíveis do milho e farelo de soja, para fins de comparação com os níveis formulados, foram calculados a partir dos níveis de digestibilidade de aminoácidos totais (Rostagno et al., 2011) de ambos os ingredientes. Os resultados médios estão representados nas Tabelas 10, 11 e 12.

Tabela 5 - Composição percentual e calculada das dietas experimentais pré-iniciais (1 a 7 dias de idade) para frangos de corte machos

Ingredientes (%)	Tratamentos*					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Milho	57,88	61,50	61,50	61,50	61,50	61,50
Farelo de soja 45%	35,27	31,40	31,40	31,40	31,40	31,40
Farelo de glúten de milho 60%	0,000	0,558	0,421	0,285	0,148	0,012
Óleo de soja	1,458	0,677	0,728	0,780	0,831	0,883
Fosfato bicálcico	1,928	1,949	1,949	1,950	1,951	1,952
Calcário calcítico	0,812	0,827	0,827	0,826	0,826	0,825
Bicarbonato de sódio	0,450	0,454	0,454	0,454	0,454	0,454
L-lisina HCl	0,349	0,482	0,483	0,485	0,486	0,488
DL-metionina	0,301	0,342	0,345	0,348	0,351	0,354
L-treonina	0,260	0,300	0,303	0,305	0,308	0,310
L-triptofano	0,000	0,018	0,018	0,019	0,019	0,019
L-valina	0,241	0,090	0,194	0,299	0,403	0,508
L-isoleucina	0,275	0,330	0,330	0,330	0,330	0,330
L-argina	0,332	0,429	0,432	0,434	0,437	0,440
Cloreto de colina	0,030	0,030	0,030	0,030	0,030	0,030
Antioxidante	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015
Suplemento ¹	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400
Inerte (caulim)	0,000	0,203	0,172	0,142	0,112	0,081
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Níveis nutricionais calculados (%)						
Energia metabolizável (kcal/kg)	2960	2960	2960	2960	2960	2960
Proteína bruta	22,40	21,50	21,50	21,50	21,50	21,50
Ácido linoleico	2,147	1,766	1,794	1,822	1,850	1,877
Cálcio	0,920	0,920	0,920	0,920	0,920	0,920
Fósforo disponível	0,470	0,470	0,470	0,470	0,470	0,470
Sódio	0,220	0,220	0,220	0,220	0,220	0,220
Cloro	0,301	0,304	0,304	0,304	0,304	0,304
Potássio	0,823	0,764	0,763	0,763	0,763	0,762
Aminoácidos digestíveis (%)						
Lisina	1,390	1,390	1,390	1,390	1,390	1,390
Metionina	0,635	0,658	0,659	0,661	0,662	0,663
Metionina+cistina	1,001	1,006	1,006	1,006	1,006	1,001
Treonina	0,904	0,904	0,904	0,904	0,904	0,904
Triptofano	0,238	0,236	0,236	0,236	0,236	0,236
Valina	1,070	0,876	0,973	1,071	1,168	1,265
Valina:lisina ²	0,770	0,630	0,700	0,770	0,840	0,910
Isoleucina	0,931	0,931	0,931	0,931	0,931	0,931
Arginina	1,502	1,502	1,502	1,502	1,502	1,502

* Tratamentos: T1: dieta controle; T2: dieta com PB reduzida e relação valina:lisina digestíveis de 0,63:1; T3: dieta com PB reduzida e relação valina:lisina digestíveis de 0,70:1; T4: dieta com PB reduzida e relação valina:lisina digestíveis de 0,77:1; T5: dieta com PB reduzida e relação valina:lisina digestíveis de 0,84:1; T6: dieta com PB reduzida e relação valina:lisina digestíveis de 0,91:1.

¹ Composição da suplementação vitamínica e mineral (kg do produto): Vitamina A: 2.204.000,00 UI, Vitamina D3: 550.000,00 UI, Vitamina E: 8.250,00 UI, Vitamina K3: 440,00 mg, Vitamina B1: 590,00 mg, Vitamina B2: 1.470,00 mg, Vitamina B6: 823,00 mg, Vitamina B12: 3.500,00 mcg, Niacina: 8.750,00 mg, Ac. Pantotênico: 3.250,00 mg, Ácido Fólico: 200,00 mg, Colina: 78,12 g, Ferro: 12,50 g, Manganês: 20,00 g, Zinco: 25,00 g, Iodo: 300,00 mg, Selênio: 75,00 mg, BHT: 25,00 g.

² Resultado da divisão das quantidades de valina digestível pela de lisina digestível.

Tabela 6 - Composição percentual e calculada das dietas experimentais iniciais (8 a 21 dias de idade) para frangos de corte machos

Ingredientes (%)	Tratamentos*					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Milho	61,14	63,50	63,50	63,50	63,50	63,50
Farelo de soja 45%	31,05	29,00	29,00	29,00	29,00	29,00
Farelo de glúten de milho 60%	0,919	0,560	0,434	0,309	0,183	0,058
Óleo de soja	1,981	1,645	1,693	1,740	1,787	1,835
Fosfato bicálcico	1,578	1,592	1,592	1,593	1,594	1,595
Calcário calcítico	0,863	0,870	0,870	0,869	0,869	0,869
Bicarbonato de sódio	0,429	0,431	0,431	0,431	0,431	0,431
L-lisina HCl	0,347	0,424	0,425	0,427	0,428	0,429
DL-metionina	0,257	0,293	0,296	0,299	0,301	0,304
L-treonina	0,224	0,257	0,259	0,262	0,264	0,266
L-triptofano	0,000	0,012	0,012	0,013	0,013	0,013
L-valina	0,200	0,058	0,154	0,250	0,346	0,442
L-isoleucina	0,257	0,285	0,285	0,285	0,285	0,285
L-argina	0,304	0,367	0,369	0,372	0,374	0,377
Cloreto de colina	0,030	0,030	0,030	0,030	0,030	0,030
Antioxidante	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015
Suplemento ¹	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400
Inerte (caulim)	0,000	0,263	0,235	0,207	0,179	0,151
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Níveis nutricionais esperados (%)						
Energia metabolizável (kcal/kg)	3050	3050	3050	3050	3050	3050
Proteína bruta	21,20	20,35	20,35	20,35	20,35	20,35
Ácido linoleico	2,461	2,310	2,336	2,361	2,387	2,412
Cálcio	0,841	0,841	0,841	0,841	0,841	0,841
Fósforo disponível	0,401	0,401	0,401	0,401	0,401	0,401
Sódio	0,210	0,210	0,210	0,210	0,210	0,210
Cloro	0,289	0,292	0,292	0,292	0,292	0,292
Potássio	0,757	0,726	0,725	0,725	0,725	0,724
Aminoácidos digestíveis (%)						
Lisina	1,278	1,278	1,278	1,278	1,278	1,278
Metionina	0,577	0,595	0,596	0,597	0,598	0,600
Metionina+cistina	0,920	0,920	0,920	0,920	0,920	0,920
Treonina	0,831	0,831	0,831	0,831	0,831	0,831
Triptofano	0,217	0,217	0,217	0,217	0,217	0,217
Valina	0,984	0,805	0,895	0,984	1,073	1,163
Valina:lisina ²	0,770	0,630	0,700	0,770	0,840	0,910
Isoleucina	0,857	0,857	0,857	0,857	0,857	0,857
Arginina	1,381	1,381	1,381	1,381	1,381	1,381

* Tratamentos: T1: dieta controle; T2: dieta com PB reduzida e relação valina:lisina digestíveis de 0,63:1; T3: dieta com PB reduzida e relação valina:lisina digestíveis de 0,70:1; T4: dieta com PB reduzida e relação valina:lisina digestíveis de 0,77:1; T5: dieta com PB reduzida e relação valina:lisina digestíveis de 0,84:1; T6: dieta com PB reduzida e relação valina:lisina digestíveis de 0,91:1.

¹ Composição da suplementação vitamínica e mineral (kg do produto): Vitamina A: 2.204.000,00 UI, Vitamina D3: 550.000,00 UI, Vitamina E: 8.250,00 UI, Vitamina K3: 440,00 mg, Vitamina B1: 590,00 mg, Vitamina B2: 1.470,00 mg, Vitamina B6: 823,00 mg, Vitamina B12: 3.500,00 mcg, Niacina: 8.750,00 mg, Ac. Pantotênico: 3.250,00 mg, Ácido Fólico: 200,00 mg, Colina: 78,12 g, Ferro: 12,50 g, Manganês: 20,00 g, Zinco: 25,00 g, Iodo: 300,00 mg, Selênio: 75,00 mg, BHT: 25,00 g.

² Resultado da divisão das quantidades de valina digestível pela de lisina digestível.

Tabela 7 - Composição percentual e calculada das dietas experimentais de crescimento I (22 a 35 dias de idade) para frangos de corte machos

Ingredientes (%)	Tratamentos*					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Milho	63,28	66,50	66,50	66,50	66,50	66,50
Farelo de soja 45%	28,99	25,50	25,50	25,50	25,50	25,50
Farelo de glúten de milho 60%	0,000	0,522	0,405	0,289	0,172	0,056
Óleo de soja	3,234	2,537	2,581	2,625	2,669	2,713
Fosfato bicálcico	1,342	1,361	1,361	1,362	1,363	1,364
Calcário calcítico	0,816	0,830	0,830	0,829	0,829	0,829
Bicarbonato de sódio	0,406	0,410	0,410	0,410	0,410	0,410
L-lisina HCl	0,315	0,435	0,436	0,437	0,439	0,440
DL-metionina	0,253	0,289	0,292	0,294	0,297	0,300
L-treonina	0,208	0,244	0,246	0,248	0,251	0,253
L-triptofano	0,011	0,028	0,029	0,029	0,029	0,030
L-valina	0,199	0,072	0,161	0,250	0,340	0,429
L-isoleucina	0,233	0,282	0,282	0,282	0,282	0,282
L-argina	0,273	0,360	0,363	0,365	0,367	0,370
Cloreto de colina	0,030	0,030	0,030	0,030	0,030	0,030
Antioxidante	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015
Suplemento ¹	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400
Inerte (caulim)	0,000	0,186	0,160	0,134	0,108	0,082
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Níveis nutricionais esperados (%)						
Energia metabolizável (kcal/kg)	3150	3150	3150	3150	3150	3150
Proteína bruta	19,80	19,01	19,01	19,01	19,01	19,01
Ácido linoleico	3,164	2,824	2,847	2,871	2,895	2,919
Cálcio	0,758	0,758	0,758	0,758	0,758	0,758
Fósforo disponível	0,354	0,354	0,354	0,354	0,354	0,354
Sódio	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200
Cloro	0,277	0,280	0,280	0,280	0,280	0,280
Potássio	0,723	0,670	0,670	0,669	0,669	0,669
Aminoácidos digestíveis (%)						
Lisina	1,188	1,188	1,188	1,188	1,188	1,188
Metionina	0,548	0,568	0,569	0,570	0,572	0,573
Metionina+cistina	0,867	0,867	0,867	0,867	0,867	0,867
Treonina	0,772	0,772	0,772	0,772	0,772	0,772
Triptofano	0,214	0,214	0,214	0,214	0,214	0,214
Valina	0,926	0,760	0,843	0,926	1,009	1,093
Valina:lisina ²	0,780	0,640	0,710	0,780	0,850	0,920
Isoleucina	0,808	0,808	0,808	0,808	0,808	0,808
Arginina	1,282	1,282	1,282	1,282	1,282	1,282

* Tratamentos: T1: dieta controle; T2: dieta com PB reduzida e relação valina:lisina digestíveis de 0,63:1; T3: dieta com PB reduzida e relação valina:lisina digestíveis de 0,70:1; T4: dieta com PB reduzida e relação valina:lisina digestíveis de 0,77:1; T5: dieta com PB reduzida e relação valina:lisina digestíveis de 0,84:1; T6: dieta com PB reduzida e relação valina:lisina digestíveis de 0,91:1.

¹ Composição da suplementação vitamínica e mineral (kg do produto): Vitamina A: 1.640.000,00 UI, Vitamina D3: 415.000,00 UI, Vitamina E: 6.125,00 UI, Vitamina K3: 330,00 mg, Vitamina B1: 440,00 mg, Vitamina B2: 1.100,00 mg, Vitamina B6: 620,00 mg, Vitamina B12: 1.280,00 mcg, Niacina: 6.560,00 mg, Ac. Pantotênico: 2.200,00 mg, Ácido Fólico: 150,00 mg, Colina: 60,00 g, Ferro: 11,00 g, Manganês: 17,00 g, Zinco: 20,00 g, Iodo: 220,00 mg, Selênio: 65,00 mg, BHT: 25,00 g.

² Resultado da divisão das quantidades de valina digestível pela de lisina digestível.

Tabela 8 - Composição percentual e calculada das dietas experimentais de crescimento II (36 a 42 dias de idade) para frangos de corte machos

Ingredientes (%)	Tratamentos*					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Milho	67,73	70,50	70,50	70,50	70,50	70,50
Farelo de soja 45%	24,87	20,70	20,70	20,70	20,70	20,70
Farelo de glúten de milho 60%	0,000	1,112	1,003	0,893	0,784	0,675
Óleo de soja	3,102	2,499	2,540	2,581	2,623	2,664
Fosfato bicálcico	1,122	1,146	1,146	1,147	1,148	1,148
Calcário calcítico	0,742	0,757	0,757	0,757	0,757	0,756
Bicarbonato de sódio	0,398	0,403	0,403	0,403	0,403	0,403
L-lisina HCl	0,366	0,506	0,507	0,508	0,509	0,510
DL-metionina	0,252	0,287	0,290	0,292	0,295	0,297
L-treonina	0,211	0,247	0,249	0,251	0,253	0,255
L-triptofano	0,019	0,040	0,040	0,040	0,041	0,041
L-valina	0,206	0,089	0,173	0,257	0,340	0,424
L-isoleucina	0,236	0,298	0,298	0,298	0,298	0,298
L-argina	0,301	0,399	0,401	0,403	0,405	0,407
Cloreto de colina	0,030	0,030	0,030	0,030	0,030	0,030
Antioxidante	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015
Suplemento ¹	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400
Inerte (caulim)	0,000	0,574	0,549	0,525	0,501	0,476
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Níveis nutricionais esperados (%)						
Energia metabolizável (kcal/kg)	3200	3200	3200	3200	3200	3200
Proteína bruta	18,40	17,66	17,66	17,66	17,66	17,66
Ácido linoleico	3,148	2,845	2,867	2,890	2,912	2,934
Cálcio	0,663	0,663	0,663	0,663	0,663	0,663
Fósforo disponível	0,309	0,309	0,309	0,309	0,309	0,309
Sódio	0,195	0,195	0,195	0,195	0,195	0,195
Cloro	0,274	0,277	0,277	0,277	0,277	0,277
Potássio	0,661	0,595	0,595	0,595	0,594	0,594
Aminoácidos digestíveis (%)						
Lisina	1,113	1,113	1,113	1,113	1,113	1,113
Metionina	0,522	0,543	0,544	0,545	0,546	0,547
Metionina+cistina	0,813	0,813	0,813	0,813	0,813	0,813
Treonina	0,724	0,724	0,724	0,724	0,724	0,724
Triptofano	0,201	0,201	0,201	0,201	0,201	0,201
Valina	0,868	0,712	0,790	0,868	0,946	1,024
Valina:lisina ²	0,780	0,640	0,710	0,780	0,850	0,920
Isoleucina	0,757	0,757	0,757	0,757	0,757	0,757
Arginina	1,202	1,202	1,202	1,202	1,202	1,202

* Tratamentos: T1: dieta controle; T2: dieta com PB reduzida e relação valina:lisina digestíveis de 0,63:1; T3: dieta com PB reduzida e relação valina:lisina digestíveis de 0,70:1; T4: dieta com PB reduzida e relação valina:lisina digestíveis de 0,77:1; T5: dieta com PB reduzida e relação valina:lisina digestíveis de 0,84:1; T6: dieta com PB reduzida e relação valina:lisina digestíveis de 0,91:1.

¹ Composição da suplementação vitamínica e mineral (kg do produto): Vitamina A: 1.640.000,00 UI, Vitamina D3: 415.000,00 UI, Vitamina E: 6.125,00 UI, Vitamina K3: 330,00 mg, Vitamina B1: 440,00 mg, Vitamina B2: 1.100,00 mg, Vitamina B6: 620,00 mg, Vitamina B12: 1.280,00 mcg, Niacina: 6.560,00 mg, Ac. Pantotênico: 2.200,00 mg, Ácido Fólico: 150,00 mg, Colina: 60,00 g, Ferro: 11,00 g, Manganês: 17,00 g, Zinco: 20,00 g, Iodo: 220,00 mg, Selênio: 65,00 mg, BHT: 25,00 g.

² Resultado da divisão das quantidades de valina digestível pela de lisina digestível.

Tabela 9 - Composição percentual e calculada das dietas experimentais de abate (43 a 46 dias de idade) para frangos de corte machos

Ingredientes (%)	Tratamentos*					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Milho	69,56	72,50	72,50	72,50	72,50	72,50
Farelo de soja 45%	22,87	19,80	19,80	19,80	19,80	19,80
Farelo de glúten de milho 60%	0,000	0,435	0,331	0,227	0,124	0,020
Óleo de soja	3,495	2,852	2,891	2,930	2,969	3,008
Fosfato bicálcico	1,010	1,026	1,027	1,028	1,028	1,029
Calcário calcítico	0,702	0,714	0,714	0,713	0,713	0,713
Bicarbonato de sódio	0,388	0,390	0,391	0,391	0,391	0,391
L-lisina HCl	0,365	0,470	0,472	0,473	0,474	0,475
DL-metionina	0,237	0,269	0,272	0,274	0,277	0,279
L-treonina	0,200	0,232	0,234	0,236	0,238	0,240
L-triptofano	0,019	0,035	0,035	0,036	0,036	0,036
L-valina	0,195	0,081	0,161	0,240	0,320	0,399
L-isoleucina	0,223	0,266	0,266	0,266	0,266	0,266
L-argina	0,290	0,367	0,369	0,371	0,373	0,375
Cloreto de colina	0,030	0,030	0,030	0,030	0,030	0,030
Antioxidante	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015
Suplemento ¹	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400
Inerte (caulim)	0,000	0,118	0,094	0,071	0,048	0,025
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Níveis nutricionais esperados (%)						
Energia metabolizável (kcal/kg)	3250	3250	3250	3250	3250	3250
Proteína bruta	17,60	16,90	16,90	16,90	16,90	16,90
Ácido linoleico	3,381	3,067	3,088	3,109	3,131	3,152
Cálcio	0,614	0,614	0,614	0,614	0,614	0,614
Fósforo disponível	0,286	0,286	0,286	0,286	0,286	0,286
Sódio	0,190	0,190	0,190	0,190	0,190	0,190
Cloro	0,268	0,271	0,271	0,271	0,271	0,271
Potássio	0,630	0,583	0,583	0,582	0,582	0,582
Aminoácidos digestíveis (%)						
Lisina	1,056	1,056	1,056	1,056	1,056	1,056
Metionina	0,495	0,513	0,514	0,515	0,516	0,517
Metionina+cistina	0,771	0,771	0,771	0,771	0,771	0,771
Treonina	0,687	0,687	0,687	0,687	0,687	0,687
Triptofano	0,190	0,190	0,190	0,190	0,190	0,190
Valina	0,824	0,676	0,750	0,824	0,898	0,972
Valina:lisina ²	0,780	0,640	0,710	0,780	0,850	0,920
Isoleucina	0,718	0,718	0,718	0,718	0,718	0,718
Arginina	1,140	1,140	1,140	1,140	1,140	1,140

* Tratamentos: T1: dieta controle; T2: dieta com PB reduzida e relação valina:lisina digestíveis de 0,63:1; T3: dieta com PB reduzida e relação valina:lisina digestíveis de 0,70:1; T4: dieta com PB reduzida e relação valina:lisina digestíveis de 0,77:1; T5: dieta com PB reduzida e relação valina:lisina digestíveis de 0,84:1; T6: dieta com PB reduzida e relação valina:lisina digestíveis de 0,91:1.

¹ Composição da suplementação vitamínica e mineral (kg do produto): Vitamina A: 1.640.000,00 UI, Vitamina D3: 415.000,00 UI, Vitamina E: 6.125,00 UI, Vitamina K3: 330,00 mg, Vitamina B1: 440,00 mg, Vitamina B2: 1.100,00 mg, Vitamina B6: 620,00 mg, Vitamina B12: 1.280,00 mcg, Niacina: 6.560,00 mg, Ac. Pantotênico: 2.200,00 mg, Ácido Fólico: 150,00 mg, Colina: 60,00 g, Ferro: 11,00 g, Manganês: 17,00 g, Zinco: 20,00 g, Iodo: 220,00 mg, Selênio: 65,00 mg, BHT: 25,00 g.

² Resultado da divisão das quantidades de valina digestível pela de lisina digestível.

Tabela 10 - Valores calculados e analisados de proteína bruta nas dietas experimentais

Proteína Bruta							
Fase de Crescimento	Nível	Tratamentos					
		T1	T2	T3	T4	T5	T6
Pré-Inicial	Calculado	22,40	21,50	21,50	21,50	21,50	21,50
	Analisado	22,36	21,5	20,75	22,16	22,65	21,00
Inicial	Calculado	21,20	20,35	20,35	20,35	20,35	20,35
	Analisado	22,45	20,34	20,27	20,64	19,85	20,66
Crescimento I	Calculado	19,80	19,01	19,01	19,01	19,01	19,01
	Analisado	19,50	19,77	18,87	19,95	19,09	19,14
Crescimento II	Calculado	18,40	17,66	17,66	17,66	17,66	17,66
	Analisado	18,40	16,30	17,03	17,42	17,20	16,01
Abate	Calculado	17,60	16,90	16,90	16,90	16,90	16,90
	Analisado	17,52	16,77	16,49	18,23	16,95	17,72

* Tratamentos: T1: dieta controle; T2: dieta com PB reduzida e relação valina:lisina digestíveis de 0,63:1; T3: dieta com PB reduzida e relação valina:lisina digestíveis de 0,70:1; T4: dieta com PB reduzida e relação valina:lisina digestíveis de 0,77:1; T5: dieta com PB reduzida e relação valina:lisina digestíveis de 0,84:1; T6: dieta com PB reduzida e relação valina:lisina digestíveis de 0,91:1.

Tabela 11 - Valores calculados e analisados de lisina digestível nas dietas experimentais

Lisina Digestível							
Fase de Crescimento	Nível	Tratamentos					
		T1	T2	T3	T4	T5	T6
Pré-Inicial	Calculado	1,39	1,39	1,39	1,39	1,39	1,39
	Analisado	1,27	1,39	1,32	1,32	1,43	1,45
Inicial	Calculado	1,28	1,28	1,28	1,28	1,28	1,28
	Analisado	1,32	1,17	1,09	1,18	1,16	1,18
Crescimento I	Calculado	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19
	Analisado	0,97	0,99	1,12	1,18	1,07	1,07
Crescimento II	Calculado	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11
	Analisado	1,07	0,87	1,06	1,04	1,03	1,03
Abate	Calculado	1,06	1,06	1,06	1,06	1,06	1,06
	Analisado	1,01	1,16	1,00	1,27	1,09	1,13

* Tratamentos: T1: dieta controle; T2: dieta com PB reduzida e relação valina:lisina digestíveis de 0,63:1; T3: dieta com PB reduzida e relação valina:lisina digestíveis de 0,70:1; T4: dieta com PB reduzida e relação valina:lisina digestíveis de 0,77:1; T5: dieta com PB reduzida e relação valina:lisina digestíveis de 0,84:1; T6: dieta com PB reduzida e relação valina:lisina digestíveis de 0,91:1.

Tabela 12 - Valores calculados e analisados de valina digestível nas dietas experimentais

Valina Digestível							
Fase de Crescimento	Nível	Tratamentos					
		T1	T2	T3	T4	T5	T6
Pré-Inicial	Calculado	1,07	0,88	0,97	1,07	1,17	1,27
	Analisado	0,92	0,90	0,93	1,07	1,17	1,29
Inicial	Calculado	0,98	0,81	0,89	0,98	1,07	1,16
	Analisado	1,11	0,86	0,91	1,03	1,09	1,18
Crescimento I	Calculado	0,93	0,76	0,84	0,93	1,01	1,09
	Analisado	0,82	0,78	0,86	0,96	0,95	1,00
Crescimento II	Calculado	0,87	0,71	0,79	0,87	0,95	1,02
	Analisado	0,89	0,66	0,80	0,82	0,93	0,89
Abate	Calculado	0,82	0,68	0,75	0,82	0,90	0,97
	Analisado	0,98	0,92	0,86	0,96	1,08	1,13

* Tratamentos: T1: dieta controle; T2: dieta com PB reduzida e relação valina:lisina digestíveis de 0,63:1; T3: dieta com PB reduzida e relação valina:lisina digestíveis de 0,70:1; T4: dieta com PB reduzida e relação valina:lisina digestíveis de 0,77:1; T5: dieta com PB reduzida e relação valina:lisina digestíveis de 0,84:1; T6: dieta com PB reduzida e relação valina:lisina digestíveis de 0,91:1.

3.5 Características avaliadas

Foram realizadas pesagens ao primeiro, 7º, 21º, 35º, 42º e 46º dias de idade das aves e das rações experimentais, assim como das sobras de ração, para acompanhar o desenvolvimento dos animais. A quantidade e o peso dos animais mortos foram registrados diariamente, caso houvessem. As variáveis de peso, ganho de peso (GP), consumo de ração (CR), conversão alimentar corrigida (CA) e viabilidade criatória (VC) foram calculadas para as idades de 7, 21 e 35 dias de idade, e aos 42 e 46 dias de idade, mais o índice de eficiência produtiva (IEP). O IEP foi determinado através da fórmula: ((ganho de peso diário (g) x viabilidade)/CA) x 10, em que a viabilidade foi obtida através das mortalidades registradas durante todo o período experimental.

Aos 46 dias de idade foram selecionadas seis aves ao acaso por parcela experimental para avaliação do rendimento de carcaça total e dos cortes comerciais. Após o jejum de alimento de oito horas, os frangos foram insensibilizados por eletrochoque, abatidos por sangria, mediante corte da veia jugular, escaldados, depenados e eviscerados no Matadouro-Escola da Coordenadoria do Campus de Pirassununga (PUSP-P).

As carcaças evisceradas sem cabeça, pés e pescoço foram resfriadas por aproximadamente 6 horas e após este período foram obtidos os cortes

comerciais de asa, coxa, sobrecoxa e peito sem pele e osso (Figura 3). A carcaça eviscerada e os cortes comerciais foram então pesados em balança digital de precisão (0,01 g).

O rendimento de carcaça foi expresso em relação ao peso corporal da ave no momento do abate $[(\text{peso carcaça} \times 100 / \text{peso vivo})]$ e o rendimento das partes, em função do peso da carcaça eviscerada, sem penas pés, cabeça e pescoço $[(\text{peso da parte} \times 100 / \text{peso carcaça})]$, conforme Mendes et al.(2004).

Figura 3 – Cortes comerciais obtidos: asa (A), peito (B), coxa (C), sobrecoxa (D)

As amostras de cama foram colhidas no início e no fim do experimento, com intuito de avaliar a quantidade de nitrogênio excretada pelas aves. Foram colhidas amostras de cada parcela experimental, em 5 pontos distintos, e posteriormente homogeneizadas por tratamento, obtendo-se uma amostra de cada um deles para análise.

3.6 Análise estatística

Os dados obtidos foram submetidos às análises de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey e/ou contrastes das médias, ao nível de 5% de probabilidade utilizando o programa estatístico SAS® (2002). Em caso de diferença significativa ($p < 0,05$) foi realizada a análise de regressão pelo procedimento "PROC REG".

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Desempenho

Os resultados das características de desempenho de frangos de corte machos de 1 a 7 dias, 8 a 21 dias, e 1 a 21 dias encontram-se na Tabela 13. Durante a fase pré-inicial (1 a 7 dias) não foram verificadas diferenças significativas ($P>0,05$) entre as médias para nenhuma variável. Já no período de 8 a 21 dias e de 1 a 21 dias, o contraste entre as médias de CA do tratamento controle e os demais tratamentos foi significativo ($P<0,05$), sendo pior nas dietas com teor proteico reduzido.

Costa et al. (2001), trabalhando com níveis de proteína bruta, encontraram efeito quadrático ($P<0,01$) para CA em frangos de corte macho, com estimativa de nível ótimo de 22,42% de PB para esta variável. Além disso, os mesmos autores relatam efeito linear sobre o consumo de ração ($P<0,05$) pelos frangos de corte machos, entretanto sem que houvesse efeito significativo para ganho de peso ($P>0,05$). Em referido estudo, os autores se utilizam apenas da suplementação de metionina, lisina e treonina, o que pode justificar uma exigência de proteína maior que em dietas suplementadas com um maior número de aminoácidos.

Berres (2010), corroborando com os resultados do presente trabalho, não encontrou diferenças em ganho de peso e consumo de ração em frangos alimentados com dietas contendo níveis reduzidos de PB e suplementados com diferentes AAs, porém para CA, alguns dos tratamentos com níveis reduzidos de PB obtiveram pior desempenho que o controle (PB recomendada).

Dentre os tratamentos com diferentes níveis de valina, não foram encontradas diferenças significativas ($P>0,05$) entre as médias de nenhuma característica avaliada. Resultados que diferem de Corzo, Dozier, Kidd (2008), que encontraram respostas ótimas para ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar com níveis de valina de 1%, 0,98% e 0,99%,

respectivamente, o que corresponde a um nível de valina digestível / lisina digestível de 0,77, 0,75 e 0,76, respectivamente, para frangos de corte até 14 dias de idade. Farran e Thomas (1992) encontraram valores ainda inferiores, de 0,90% de valina total para frangos até 21 dias.

Tabela 13 - Médias de ganho de peso (GP), consumo de ração (CR), conversão alimentar (CA) e viabilidade criatória (VC) de frangos de corte na fase pré-inicial, inicial e no período (1-7, 8-21 e 1-21 dias de idade)

1-7 dias de idade				
Relação (Val:lis)	GP (g/ave)	CR (g/ave)	CA	VC (%)
Controle	137,57	140,17	1,020	100,00
0,63	135,66	143,33	1,058	100,00
0,70	137,76	143,19	1,049	99,45
0,77	139,82	145,88	1,044	100,00
0,84	137,51	142,79	1,040	100,00
0,91	135,75	142,22	1,049	100,00
ANOVA - CONTRASTE - REGRESSÃO				
ANOVA	ns	ns	ns	ns
CV (%)¹	6,07	4,75	2,34	0,52
8-21 dias de idade				
Relação (Val:lis)	GP (g/ave)	CR (g/ave)	CA	VC (%)
Controle	847,18	1171,41	1,385 a	98,66
0,63	818,72	1159,05	1,417 ab	98,33
0,70	815,80	1177,42	1,449 b	98,33
0,77	831,75	1163,97	1,407 ab	98,35
0,84	832,86	1172,96	1,410 ab	99,44
0,91	822,58	1161,40	1,417 ab	98,33
CONTRASTE - ANOVA – REGRESSÃO				
ANOVA	ns	ns	0,006	ns
CONTRASTE	0,038	ns	0,002	ns
QUADRÁTICA	-	-	ns	-
CV (%)¹	3,49	3,18	1,99	1,76
1-21 dias de idade				
Relação (Val:lis)	GP (g/ave)	CR (g/ave)	CA	VC (%)
Controle	984,75	1311,58	1,333 a	98,66
0,63	954,38	1302,38	1,365 ab	98,33
0,70	953,56	1320,62	1,391 b	98,33
0,77	971,57	1309,85	1,354 ab	98,35
0,84	970,36	1315,75	1,358 ab	99,44
0,91	958,33	1303,63	1,364 ab	98,33
ANOVA - CONTRASTE - REGRESSÃO				
ANOVA	ns	ns	0,0032	ns
CONTRASTE	ns	ns	0,0008	ns
QUADRÁTICA	-	-	ns	-
CV (%)¹	3,68	3,20	1,78	1,76

ns: não significativo. 1: Coeficiente de Variação. Médias na mesma coluna, seguidas da mesma letra, não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5% de significância.

Segundo SI et al. (2001), frangos de corte alimentados com níveis marginais de AA tendem a aumentar o consumo de ração para que sejam atendidas tais exigências, porém no presente estudo este fato não foi encontrado até os 21 dias, já que para o consumo de ração não houve diferença significativa ($P>0,05$) entre as dietas com níveis diferentes de valina. Talvez o menor nível de valina no presente estudo não tenha sido baixo suficiente para causar tal resposta nos animais.

Os resultados de desempenho encontrados sugerem que uma dieta com níveis adequados de PB gera uma melhor conversão alimentar até os 21 dias, porém os níveis de valina:lisina digestíveis entre 0,63 e 0,91 não influenciam no desempenho dos animais.

Na Tabela 14 se encontram as médias das características de desempenho para frangos de corte de 22 a 35 dias, 36 a 42 dias e 1 a 42 dias, e na Tabela 15 as médias entre 43 e 46 dias, e 1 a 46 dias de idade. Todas as médias das variáveis analisadas nos períodos de 42 e 46 dias, tanto por fase quanto no período total não diferiram ($P>0,05$) entre os tratamentos. A conversão alimentar na fase de 22 a 35 dias de idade, assim como nas duas fases anteriores, apresentou diferença significativa ($P<0,05$) entre o tratamento controle, com nível de PB recomendado (ROSTAGNO et al., 2011) em contraste com os demais tratamentos, que foram formulados com nível reduzido de PB. Porém entre as dietas com diferentes níveis de valina não houve diferença entre nenhuma das variáveis analisadas nos períodos.

Outros autores como Kidd, Burnham e Kerr (2004) e Corzo et al. (2007) e Mack et al. (1999) recomendam um nível de 0,77, 0,77 e 0,81, respectivamente, de valina digestível : lisina digestível, divergindo do encontrado em presente estudo, onde níveis de 0,63 e 0,70 foram suficientes para manter as características de desempenho similares aos demais níveis. Tal resposta pode ter ocorrido pela suplementação, em todos os tratamentos, dos níveis recomendados de outros aminoácidos como isoleucina e arginina, ou da utilização de níveis de valina com uma amplitude baixa entre o menor e o maior nível, não resultando assim diferenças estatísticas entre as médias de desempenho.

Tabela 14 - Médias de ganho de peso (GP), consumo de ração (CR), conversão alimentar (CA), viabilidade criatória (VC) e índice de eficiência produtiva (IEP) de frangos de corte nas fases crescimento I, crescimento 2 e no período (22-35, 36-42, 1-42 dias de idade)

22 – 35 dias de Idade					
Relação (Val:lis)	GP (g/ave)	CR (g/ave)	CA	VC (%)	IEP
Controle	1445,84 a	2296,33	1,610 a	95,66	444,24
0,63	1405,82 ab	2284,88	1,643 ab	95,55	422,05
0,70	1372,08 b	2248,04	1,652 b	96,11	413,78
0,77	1402,29 ab	2268,06	1,619 ab	97,26	437,27
0,84	1410,75 ab	2302,52	1,652 b	97,77	435,07
0,91	1420,27 ab	2287,28	1,630 ab	96,11	429,87
CONTRASTE - ANOVA – REGRESSÃO					
ANOVA	0,0096	ns	0,014	ns	ns
CONTRASTE	0,0016	ns	0,0039	ns	0,038
QUADRÁTICA	ns	-	ns	-	-
CV (%)¹	2,47	2,20	1,59	3,31	4,88
36 - 42 dias de Idade					
Relação (Val:lis)	GP (g/ave)	CR (g/ave)	CA	VC (%)	IEP
Controle	771,74	1512,74	2,011	94,66	447,44
0,63	777,52	1499,44	1,946	95,00	435,78
0,70	835,55	1555,43	1,963	93,36	427,12
0,77	798,12	1523,31	1,996	95,59	444,67
0,84	747,97	1517,91	2,154	96,66	435,87
0,91	793,92	1527,11	1,929	95,55	445,67
CONTRASTE - ANOVA – REGRESSÃO					
ANOVA	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)¹	8,49	3,50	12,89	3,83	5,79
1 - 42 dias de Idade					
Relação (Val:lis)	GP (g/ave)	CR (g/ave)	CA	VC (%)	IEP
Controle	3202,32	5120,65	1,614	94,66	447,44
0,63	3137,72	5086,70	1,630	95,00	435,78
0,70	3161,20	5124,09	1,646	93,36	427,12
0,77	3171,98	5101,22	1,625	95,59	444,67
0,84	3129,08	5136,18	1,656	96,66	435,87
0,91	3172,52	5118,01	1,622	95,55	445,67
CONTRASTE - ANOVA – REGRESSÃO					
ANOVA	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)¹	2,39	1,93	2,53	3,83	5,79

ns: não significativo. 1: Coeficiente de Variação. Médias na mesma coluna, seguidas da mesma letra, não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5% de significância.

Costa et al. (2001), testando níveis de PB na dieta de frangos de corte entre 22 e 42 dias de idade, encontraram efeito linear para conversão alimentar e consumo de ração, em que a medida que o nível de PB aumentava, ocorreu a redução da conversão alimentar, e o aumento do consumo de ração, porém

sem diferenças para ganho de peso. Na fase entre 22 e 42 dias, utilizaram-se no presente estudo a média de 19,1% de PB na dieta controle, e 18,34% nas demais dietas, e apenas a CA na fase de 22 a 35 dias de idade foi afetada, não havendo diferenças no período total de experimento.

Tabela 15 - Médias de ganho de peso (GP), consumo de ração (CR), conversão alimentar (CA), viabilidade criatória (VC) e índice de eficiência produtiva (IEP) de frangos de corte na fase final e em todo o período (43-46, 1-46 dias de idade)

43 - 46 dias de Idade					
Relação (Val:lis)	GP (g/ave)	CR (g/ave)	CA	VC (%)	IEP
Controle	406,29	877,55	2,341	93,67	436,01
0,63	404,03	857,92	2,268	93,89	426,63
0,70	426,90	880,08	2,323	91,70	417,20
0,77	402,84	855,00	2,268	94,48	434,63
0,84	437,69	856,05	2,065	96,67	443,67
0,91	396,78	877,37	2,372	95,00	435,55
ANOVA - CONTRASTE - REGRESSÃO					
ANOVA	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)¹	13,72	3,41	14,54	4,39	5,53
1 - 46 dias de Idade					
Relação (Val:lis)	GP (g/ave)	CR (g/ave)	CA	VC (%)	IEP
Controle	3608,61	5998,20	1,685	93,66	436,01
0,63	3541,75	5944,62	1,696	93,88	426,63
0,70	3588,09	6004,16	1,716	91,70	417,20
0,77	3574,81	5956,22	1,690	94,48	434,63
0,84	3566,78	5992,23	1,690	96,66	443,67
0,91	3569,30	5995,38	1,695	95,00	435,55
ANOVA - CONTRASTE - REGRESSÃO					
ANOVA	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)¹	1,94	1,84	1,96	4,39	5,53

ns: não significativo. 1: Coeficiente de Variação.

Ferguson et al. (1998) também relataram efeitos negativos no rendimento de frangos de corte de até 21 dias de idade com níveis de proteína de 18,8%. Já após este período, até os 42 dias de idade, não se relatou diferenças significativas ($P > 0,05$) nas variáveis de desempenho, resultado semelhante ao observado neste estudo.

Resultados similares foram encontrados por Berres et al. (2010), em que em experimento com frangos de corte encontraram queda de desempenho na primeira metade de vida dos animais, entretanto, no período total de criação as aves não apresentaram prejuízos de desempenho devido à dieta com teores reduzidos de PB, o que mostra que até os 21 dias a quantidade de nitrogênio

adequada ao melhor desempenho dos animais é mais sensível a variações negativas.

4.2 Rendimento de Carcaça

Os resultados de rendimento de carcaça em frangos de corte machos abatidos aos 46 dias de idade encontram-se dispostos na Tabela 16.

Tabela 16 - Médias de rendimento de carcaça, asa, peito, coxa e sobrecoxa (%) de frangos machos abatidos com 46 dias de idade

Relação (Val:lis)	Carcaça (%)	Asa (%)	Peito (%)	Coxa (%)	Sobrecoxa (%)
Controle	72,80	10,61	33,70	13,58	18,73
0,63	72,88	10,61	33,48	13,65	18,60
0,70	73,15	10,56	34,10	13,67	18,41
0,77	73,07	10,62	33,82	13,57	18,64
0,84	73,02	10,46	33,88	13,39	18,72
0,91	73,06	10,62	32,64	13,74	18,85
ANOVA - CONTRASTE - REGRESSÃO					
ANOVA	ns	ns	0,0464	ns	ns
CONTRASTE	ns	ns	ns	ns	ns
QUADRÁTICA	-	-	0,0087	-	-
CV (%)¹	0,98	2,11	2,36	2,00	2,08

ns: não significativo. ¹: Coeficiente de Variação

As aves não apresentaram diferenças significativas ($P > 0,05$) para as características rendimento de carcaça, rendimento de asa, rendimento de coxa e rendimento de sobrecoxa, corroborando com Tavernari et al. (2010) e Berres et al. (2011). Esses resultados diferem, entretanto, de Corzo, Dozier e Kidd (2008), que encontraram efeito quadrático para o rendimento de carcaça com nível ótimo de 0,82% de valina (relação valina:lisina digestível de 0,72). Em outro estudo, Corzo, Moran e Hoehler (2004) avaliaram o efeito de diferentes níveis de valina em frangos de corte de 42 a 56 dias e não observaram diferenças em rendimento de carcaça.

Ferreira (2011), trabalhando com níveis de valina digestível entre 0,264 e 0,953% em frangos de corte encontrou efeito quadrático para rendimento de carcaça e rendimento de peito, com valores ótimos de 0,836 e 0,756, respectivamente, entretanto no referido estudo, a proporção valina:lisina digestível foi a mesma (0,64) em todos os tratamentos.

O contraste entre as médias de rendimento de peito (RP), entre o tratamento controle e os demais tratamentos, não diferiram entre si ($P>0,05$). Porém para a análise de regressão observou-se efeito quadrático ($P=0,0087$) para rendimento de peito ($RP = -49,271\text{val}/\text{lis}^2 + 74,149\text{val}/\text{lis} + 6,2074$; $R^2 = 0,8975$) (Figura 1) entre os tratamentos com níveis de valina, tendo valor ótimo de valina:lisina digestível de 0,75, ao valor superior ao encontrado por Corzo et al. (2007) e Corzo, Dozier e Kidd (2008) que obtiveram valores ótimos de 0,72 e 0,70, respectivamente, para rendimento de peito.

Figura 4 - Efeito de diferentes relações valina:lisina digestível na dieta sobre o rendimento de peito em frangos de corte abatidos com 46 dias de idade

4.3 Excreção de Nitrogênio na Cama

Os resultados das análises de nitrogênio na cama de frangos de corte retirados aos 46 dias de idade estão na Tabela 17.

Tabela 17 - Resultados (em base seca) das análises de nitrogênio na cama final de frangos de corte aos 46 dias de idade, descontado valor inicial de nitrogênio na cama

Tratamento	T1	T2	T3	T4	T5	T6	Média T2-T6
N (%)	2,835	2,650	2,655	2,448	2,709	2,770	2,646

A diferença entre o nitrogênio encontrado na cama do tratamento controle em comparação com as medias dos demais tratamentos foi de 6,7%, com uma redução percentual de 4% dos níveis totais recomendados de PB na dieta. Este valor corrobora com Si et al. (2004), que trabalhando com níveis de 16 a 23% de PB em frangos de corte de 1 a 21 dias de idade, suplementados com aminoácidos industriais, verificaram redução linear na excreção de nitrogênio nas excretas conforme diminuição nos níveis de PB da dieta.

Resultados semelhantes foram encontrados por Namroud, Shivazad e Zaghari (2008) e Applegate (2008), que verificaram redução de N na excreta e cama, respectivamente, em frangos de corte e perus, concomitantemente, à medida que os animais recebiam menores teores de PB na dieta, sem afetar o desempenho.

Ferguson et al. (1998) relataram efeitos negativos sobre o desempenho quando utilizada uma redução proteica mais acentuada (18,8% de PB) até os 21 dias de idade. Entretanto, no período final o desempenho dos animais não foi afetado negativamente, e os teores de nitrogênio nas excretas foi reduzido significativamente. Os autores ainda comentam que como mais de 75% da quantidade de alimento é consumida na metade final de vida dos animais, uma redução proteica neste período pode ser significativa para diminuir desperdício de nitrogênio no período sem reflexos no desempenho animal.

5. CONCLUSÃO

As diferentes relações valina:lisina digestíveis não influenciaram o desempenho dos animais em nenhuma fase de criação, porém afetaram o rendimento de peito, com relação ótima de valina:lisina digestíveis de 0,75. O nível de 0,63:1 de relação valina:lisina digestíveis foi suficiente para manter o desempenho dos animais.

A redução proteica associada com a suplementação de aminoácidos industriais afeta o desempenho dos animais em sua primeira metade de vida (3 semanas), já após este período tal prejuízo em desempenho não é visualizado. Esta redução proteica não influenciou o rendimento de carcaça e cortes.

6. REFERÊNCIAS

ALBINO, L. F. T. et al. Determinação dos valores de aminoácidos metabolizável e proteína digestiva de alimentos para aves. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 21, n. 6, p. 1059-1068, 1992.

APPLEGATE, T. et al. Effect of amino acid formulation and amino acid supplementation on performance and nitrogen excretion in turkey toms. **Poultry Science**, Savoy, V. 87, p. 514–520, 2008.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. **Official methods of analysis**. 11. ed. Washington, DC.: Association of Official Analytical Chemists, 1996. p.1051, 1996.

BAKER, D. H.; CHUNG, T. K. **Ideal protein for swine and poultry**. St Louis: Biokyowa Publishing, 1992. 117 p.

BAKER, D. H. **Ideal amino acid profiles for swine and poultry and their applications in feed formulation**. St Louis: Biokyowa Technical Review, 1997. v.9, p.1-24.

BAKER, D. H. et al. Ideal ratio (relative to lysine) of tryptophan, threonine, isoleucine, and valine for chicks during the second and third weeks posthatch. **Poultry Science**, Savoy, v. 81, p. 485-494, 2002.

BERRES, J. et al. Broiler responses to graded increases in the threonine to lysine ratio. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 37, n. 2, p. 510-517, 2007.

BERRES, J. et al. Broiler responses to reduced-protein diets supplemented with valine, isoleucine, glycine, and glutamic acid. **Journal of Applied Poultry Research**, Champaign, v. 19, p. 69-79, 2010.

BERRES, J. et al. Digestible valine requirements in high protein diets for broilers from twenty-one to forty-two days of age. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 165, n. 1, p. 120-124, 2011.

BERRES, J. **Estratégias para redução proteica de dietas para frangos de corte**. 2010. 148f. Tese (Doutorado) - Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.

CANCHERINI, L. C. et al. Utilização de subprodutos de origem animal em dietas formuladas com base em proteína bruta e proteína ideal para frangos de corte de 22 a 42 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 4, n. 2, 2005.

CHAMPE, P. C.; HARVEY, R. A. **Bioquímica ilustrada**. 2. ed. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996. 446 p.

CORZO, A. et al. Marginality and needs of dietary valine for broilers fed certain all-vegetable diet. **Journal of Applied Poultry Research**, Champaign, v.16, p. 546-554, 2007.

CORZO, A.; DOZIER III, W. A.; KIDD, M. T. Valine nutrient recommendations for Ross x Ross 308 broilers. **Poultry Science**, Savoy, v. 87, n. 2, p. 335-338, 2008.

CORZO, A.; LOAR II, R. E.; KIDD, M. T. Limitations of dietary isoleucine and valine in broiler chick diets. **Poultry Science**, Savoy, v. 88, n. 9, p.1934-1938, 2009.

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

COSTA, F. G. P. et al. Níveis dietéticos de proteína bruta para frangos de corte de 1 a 21 e 22 a 42 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 30, n. 5, p. 1498-1505, 2001.

COSTA, F. G. P.; GOULART, C. C. Exigências de aminoácidos para frangos de corte e poedeiras. In: WORKSHOP DE NUTRIÇÃO DE AVES, 2., 2010, João Pessoa (PB). **Anais...** João Pessoa (PB): UFPB, 2010.

CUARÓN, J. A. Proteína ideal en la alimentación de cerdos: aspectos prácticos. In: BUTOLO, J. E.; JUNQUEIRA, O. M.; MIYADA, V. S. et al. (ed.). Simpósio sobre manejo e nutrição de aves e suínos. **Anais...** Campinas: CBNA, 2000. p.197-220.

FARIA FILHO, D. E.; TORRES, K. A. A. Proteína ideal para frangos de corte. **Revista Aveworld**, Campinas, p. 58- 63, Dez. 2006- Jan. 2007.

FARRAN, M. T.; THOMAS, O. P. Valine deficiency. 1: the effect of feeding a Valine-Deficient diet during the starter period on performance and feather structure of male broiler chicks. **Poultry Science**, Savoy, v. 71, n. 11, p.1879-1884, 1992.

FERGUSON, N. S. et al. The effect of dietary protein and phosphorus on ammonia concentration and litter composition in broilers. **Poultry Science**, Savoy, v. 77, p.1085-1093, 1998.

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.

FERREIRA, R. A. et al. Redução da proteína bruta da ração e suplementação de aminoácidos para suínos machos castrados dos 15 aos 30 kg mantidos em

ambiente de alta temperatura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 35, n. 3, 2006.

GATES, R. S. Poultry diet manipulation to reduce output of pollutants to environment. In: SIMPÓSIO SOBRE RESÍDUOS DA PRODUÇÃO AVÍCOLA, 2000, Concórdia. **Anais...** Concórdia: EMBRAPA, SC, 2000. p. 62-75.

HANSEN, J. A.; KNABE, D. A.; BURGOON, K. G. Amino acid supplementation of low protein sorghum-soybean meal diets 5 to 20 kilogram swine. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 71, p. 452-458, 1993.

HISANO, H.; PORTZ, L. Redução de custos de rações para tilápia: a importância da proteína. **Bahia Agrícola**, Bahia, v. 8, n.1, p. 42-45, 2007.

KIDD, M. T.; BURNHAM, D. J.; KERR, B. J. Dietary isoleucine response in male broiler chickens. **British Poultry Science**, Abingdon, v. 45, n. 1, p. 45, 67-75, 2004.

KIDD, M. T.; KERR, B. J. Threonine and broiler nutrition. In: MEETING ARKANSAS NUTRITION CONFERENCE, 1996, Fayetteville. **Anais...** Fayetteville: The Poultry Federation, 1996. p. 203-228.

LEANDRO, N. S. M. et al. Plano nutricional com diferentes níveis de proteína bruta e energia metabolizável na ração para frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 32, n. 3, p. 620-631, 2003.

LECLERCQ, B. Lysine: specific effects of lysine on broiler production: comparison with threonine and valine. **Poultry Science**, Savoy, v. 77, p. 118-123, 1998.

LE TUTOUR, L. Applying the concept of ideal protein to piglet diet formulation. In: SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO DE NUTRIÇÃO DE SUÍNOS, 1994, São

Paulo. **Anais...** São Paulo: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, 1994. p. 41-62.

MACK, S. et al. Ideal amino acid profile and dietary lysine specification for broiler chickens of 20 to 40 days of age. **British Poultry Science**, Abingdon, v. 40, n. 2, p. 257-265, 1999.

MITCHELL, H. H. **Comparative nutrition of man and domestic animals**. New York: Academic Press, 1964. 701 p.

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**, Savoy, v. 87, p. 2250–2258, 2008.

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

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

PENZ Jr., A. M. O uso do conceito de proteína ideal para monogástricos. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE ZOOTECNIA, 1996, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre, 1996. p. 71-85.

PENZ, A. M.; KRATZER Jr. F. H.; ROGERS, Q. R. Effect of excess leucine on feather structure and feather composition in the chick. **Nutrition Replacing**, v. 29, p. 991-995, 1984.

PROTENÇA, A. **Relação Valina:Lisina digestível em rações para frangos de corte**. 2011. 90 f. Tese (Doutorado) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Maringá, Maringá, 2011.

RODRIGUES, K. F. **Relação lisina digestível: proteína bruta em dietas para frangos de corte**. 2006. 123f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2006.

ROSTAGNO, H. S. et al. Níveis de proteína e de aminoácidos em dietas de pinto de corte. In: CONFERENCIA APINCO DE CIENCIA E TECNOLOGIA AVICOLAS, 2002, campinas. **Anais...** Campinas: Associação Brasileira de Produtores de Pinto de Corte, 2002, p.49.

ROSTAGNO, H. S. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 2. ed. Viçosa, MG: UFV, DZO, 2005. 186 p.

ROSTAGNO, H. S. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 3. ed. Viçosa, MG: UFV, DZO, 2011. 252 p.

SABINO, H. F. et al. Níveis proteicos na ração de frangos de corte na fase de crescimento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, n. 5, p. 407-412, 2004.

SALVADOR, D. et al. Proteína ideal em dietas com ingredientes alternativos para frangos de corte na fase inicial. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Brasília, p. 27, 2003. Suplemento 5.

STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM - SAS. **User's Guide**: Statistics: version 9.1.4. ed. Cary: NC, 2002.

SI, J. et al. Relationship of dietary lysine level to the concentration of all essential amino acids in broiler diets. **Poultry Science**, Savoy, v. 80, n.10, p.1472-1479, 2001.

SILVA, Y. L. et al. Redução de proteína e fósforo em rações com fitase para frangos de corte no período de 1 a 21 dias de idade: desempenho e teores de minerais na cama. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 3, p. 840-848, 2006.

SUIDA, D. I. Formulação por proteína ideal e conseqüências técnicas, econômicas e ambientais. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE NUTRIÇÃO ANIMAL, 2001, Santa Maria. **Anais...**Santa Maria, RS, 2001. p. 1-17.

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

THORNTON, S. A. et al. Valine requirements for immune and growth responses in broilers from 3 to 6 weeks of age. **British Poultry Science**, Abingdon, v. 47, n. 2, p. 190-199, 2006.

VAN MILGEN, J.; NOBLET, J. DUBOIS, S. Energetic efficiency of starch, protein and lipid utilization in growing pigs. **Journal Nutrition**, Bethesda, v.131, n. 4, p. 1309-1319, 2001.

WALDROUP, P. W. Nutritional approaches to minimizing nitrogen and phosphorus excretion in broilers. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE AVES E SUÍNOS, 2000, Campinas. **Anais...** Campinas: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, 2000. p. 95-108.

ZAVIEZO, D. Proteína ideal - Novo conceito nutricional da formulação de rações para aves e suínos. **Avicultura Industrial**, Porto Feliz, n. 10, p.16-20, 1998.