

RESSALVA

Atendendo solicitação do(a)
autor(a), o texto completo desta tese
será disponibilizado somente a partir
de 22/10/2022.

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA – UNESP
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**EFEITO DA PROTEÍNA BALANCEADA SOBRE A
OTIMIZAÇÃO BIOLÓGICA E ECONÔMICA DE FRANGOS DE
CORTE E MATRIZES PESADAS**

Jefferson Moraes Azevedo
Zootecnista

2020

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA – UNESP
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**EFEITO DA PROTEÍNA BALANCEADA SOBRE A
OTIMIZAÇÃO BIOLÓGICA E ECONÔMICA DE FRANGOS DE
CORTE E MATRIZES PESADAS**

Msc. Jefferson Moraes Azevedo

Orientadora: Profa. Dra. Nilva Kazue Sakomura

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

2020

A994e Azevedo, Jefferson Moraes
 Efeito da proteína balanceada sobre a otimização
 biológica e econômica de frangos de corte e matrizes
 pesadas / Jefferson Moraes Azevedo. -- Jaboticabal, 2021
 100 p. : tabs.

 Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista
 (Unesp), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias,
 Jaboticabal
 Orientadora: Nilva Kazue Sakomura

 1. Nutrição animal. 2. Aminoácidos na nutrição animal.
 3. Aves domésticas Alimentação e rações. I. Título.

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

Essa ficha não pode ser modificada.

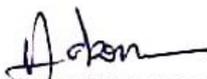
CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA TESE: EFEITO DA PROTEÍNA BALANCEADA SOBRE A OTIMIZAÇÃO BIOLÓGICA E ECONÔMICA DE FRANGOS DE CORTE E MATRIZES PESADAS

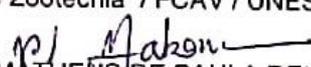
AUTOR: JEFFERSON MORAES AZEVEDO

ORIENTADORA: NILVA KAZUE SAKOMURA

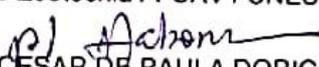
Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Doutor em ZOOTECNIA, pela Comissão Examinadora:



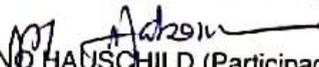
Profa. Dra. NILVA KAZUE SAKOMURA (Participação Virtual)
Departamento de Zootecnia / FCAV / UNESP - Jaboticabal



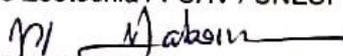
Pós-doutorando MATHEUS DE PAULA REIS (Participação Virtual)
Departamento de Zootecnia / FCAV / UNESP - Jaboticabal



Ph.D. JULIANO CESAR DE PAULA DORIGAM (Participação Virtual)
Evonik Nutrition & Care GmbH / Evonik - Alemanha



Prof. Dr. LUCIANO HAUSCHILD (Participação Virtual)
Departamento de Zootecnia / FCAV / UNESP - Jaboticabal



Dra. NAYARA TAVARES FERREIRA (Participação Virtual)
Trouw Nutrition / Guelph/Canadá

Jaboticabal, 22 de outubro de 2020

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

JEFFERSON MORAES AZEVEDO, filho de Gilson azevedo e Ivonete Chagas de Moraes, nascido no dia 31 de janeiro de 1988 em Tabira, Pernambuco. Ingressou no curso de Zootecnia na Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), Campus de Serra Talhada em março de 2009, recebendo em agosto de 2014 o título de Zootecnista. Em setembro do mesmo ano ingressou em nível de mestrado no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) Campus do Recife, obtendo o título de mestre em Zootecnia em 2016. Em 2017 ingressou em nível de doutorado do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Campus de Jaboticabal, tendo sua pesquisa financiada pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq, sob orientação da Profa. Dra. Nilva Kazue Sakomura, submetendo-se à defesa da tese em outubro de 2020.

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 – Considerações gerais.....	1
Introdução	1
Revisão de literatura	3
Importância da proteína balanceada para as aves	3
Otimização econômica da densidade nutricional	5
Composição corporal na vida produtiva de matrizes pesadas	10
Referências bibliográficas	12
CAPÍTULO 2 - Response of broilers to dietary balanced protein 1. Feed intake and growth	18
Abstract.....	20
Introduction	21
Materials and methods.....	23
Results	26
Discussion.....	29
References.....	34
CAPÍTULO 3 - Response of broilers to dietary balanced protein 2. Determining the optimum economic level of protein	49
Abstract.....	51
Introduction	52
Materials and methods.....	55
Results	58
Discussion.....	60
References.....	65
CAPITULO 4 - Balanced protein for broiler breeder hens from 55 to 65 weeks of age	73
Abstract.....	75
Introduction	76
Materials and Methods.....	78
Results	80
Discussion.....	83
References.....	88
CAPÍTULO 5 - Implicações	100

EFEITO DA PROTEÍNA BALANCEADA SOBRE A OTIMIZAÇÃO BIOLÓGICA E ECONÔMICA DE FRANGOS DE CORTE E MATRIZES PESADAS

RESUMO – O objetivo do estudo é avaliar as respostas de frangos de corte e matrizes pesadas submetidos a diferentes níveis de proteína balanceada de acordo com o conceito de proteína ideal e, baseado nestas respostas, propor uma abordagem para otimização econômica, avaliando os impactos entre as estratégias nutricionais que se fundamentam no máximo desempenho biológico em comparação a uma que busque máximo retorno econômico. Para isso, dois experimentos foram realizados. No primeiro experimento, foi avaliado a resposta de frangos de corte das linhagens Ross e Cobb em função de diferentes concentrações proteína balanceada na dieta e, divididas em quatro fases de alimentação (Inicial) 1 a 14; (Crescimento) 15 a 28; (Final I) 29 a 42 e (Final II) 43 a 56 dias de idade. Foram utilizados seis tratamentos (concentrações de proteína balanceada na ração), arranjados em esquema fatorial (6 níveis de proteína balanceada x 2 linhagens x 2 sexos) perfazendo 24 tratamentos com quatro repetições de 26 aves, totalizando 2.496 aves distribuídas em 96 parcelas experimentais. As rações foram produzidas utilizando a técnica da diluição, onde uma ração com alto conteúdo proteico (A=283 g/kg) foi diluída com uma ração de baixo conteúdo de proteína (B=117g/kg), produzindo os seis níveis crescentes de proteína balanceada para cada fase. As duas dietas foram elaboradas para conter igual teor de energia metabolizável (EMAn), atendendo as exigências de vitaminas, minerais e a relação ideal dos aminoácidos. Foram avaliadas as variáveis de desempenho (peso corporal, ganho de peso, consumo de ração e ingestão de proteína), composição química (água, proteína, gordura e cinzas), rendimento de cortes (carcaça, peito, pernas (coxa+sobrecoxa), asas e restante). O consumo de ração em todos os períodos, em ambas as linhagens e sexos, aumentou à medida que o nível de proteína na dieta diminuiu e, em seguida, diminuiu acentuadamente nos níveis mais baixos de proteína. Somente aos 14 dias o consumo de ração diferiu entre as linhagens e os sexos, apresentando assim interação significativa; em todos os outros casos, o consumo de ração diferiu apenas entre os sexos. Aos 14 dias, a resposta no peso corporal diferiu entre as linhagens e o sexo, enquanto em todas as outras amostragens eles diferiram apenas entre os sexos. A resposta na produção de carcaça, peito e asa aos 14 dias foi a mesma para ambas as linhagens e sexos, mas diferiu entre linhagens e sexos aos 28 dias. Aos 42 e 56 dias, a resposta diferiu apenas entre os sexos. A resposta no peso da perna (coxa mais sobrecoxa) aos 14 dias foi a mesma para ambas as linhagens e sexos, mas depois disso diferiu apenas entre os sexos. O conteúdo de lipídios corporais aumentou linearmente inicialmente e depois quadraticamente conforme o conteúdo de proteína da dieta foi reduzido. A análise econômica identificou que, usando como base os valores de mercado atuais, o conteúdo de proteína da dieta que maximizou a margem sobre o custo da ração foi sempre maior para machos do que para fêmeas e para aves vendidas processadas em relação àquelas vendidas vivas. Usando lisina como aminoácido de referência, o ótimo econômico no período inicial para machos vendidos vivos foi obtido com uma concentração de 12,1 g lisina/kg sendo 14,1 g/kg quando essas aves são vendidas abatidas; para as fêmeas os valores equivalentes foram 11,3 e 13,7 g/kg, respectivamente. Quando o custo dos ingredientes que contêm proteína foi

aumentado em 25%, ou a receita gerada com a venda do produto reduzida em 25%, o nível econômico ideal de proteína dietética aumentou em comparação com o valor do preço base, sendo este aumento maior para as aves vendidas vivas. O oposto ocorreu quando os custos foram aumentados ou as receitas diminuíram 25%. Em síntese, a análise econômica identificou que, dependendo do cenário econômico, preconizar o máximo desempenho poderá originar perdas econômicas, e que buscar ajustar os níveis de proteína da dieta de acordo com as mudanças do cenário econômico parece ser a estratégia mais viável para o aumento da rentabilidade de um sistema de produção de frangos de corte. No segundo experimento, foi avaliado o desempenho produtivo e composição corporal de matrizes pesadas submetidas a 5 níveis de proteína balanceada em duas quantidades diárias de oferta de ração. Para isso um total de 200 de aves reprodutoras (Ross 308) com 55 semanas de idade foram distribuídas aleatoriamente em gaiolas individuais. Os tratamentos foram constituídos por cinco diferentes concentrações de proteína balanceada ofertadas em duas quantidades diárias (150 a 170 g/dias) perfazendo um delineamento inteiramente casualizado alocado em arranjo fatorial com 10 tratamentos de 20 repetições. Não houve interação ($p > 0,05$) entre a quantidade de ração ofertada (FA) e a proteína balanceada da dieta (BP) para nenhuma variável avaliada. A produção de ovos (EP) não foi influenciada ($p > 0,05$) pelos tratamentos, mas o peso dos ovos (EW) e a massa de ovo (EO) aumentaram com os níveis de BP, mas não foram afetados pela FA. O ganho de peso corporal (BWG) e a retenção de proteína corporal (BPR) também aumentaram com a BP, mas não foram afetados pela FA, enquanto a retenção de gordura corporal (BFG) teve um incremento apenas com a FA. Conseqüentemente, a energia total retida no corpo (BPRt) aumentou tanto com PA quanto AF, enquanto a energia corporal retida como proteína (BPRp) e gordura (BPRg) foram influenciadas apenas pela BP e FA, respectivamente. A energia total retida (TER) também aumentou com os dois fatores, enquanto a produção total de calor (THP) reduziu com a BP e aumentou com a FA. Mesmo no final da vida produtiva, as matrizes de corte são capazes de manter seu desempenho reprodutivo alterando a composição corporal e conseqüentemente afetando a partição de energia.

Palavras chave: Aminoácidos na nutrição, Aves domésticas alimentação e rações, Nutrição animal

EFFECT OF BALANCED PROTEIN ON THE BIOLOGICAL AND ECONOMIC OPTIMIZATION OF BROILER CHICKENS AND BROILER BREEDER HENS

ABSTRACT - The objective of the study is to evaluate the responses of broiler chickens and broiler breeders subjected to different levels of balanced protein according to the ideal protein concept and, based on these responses, to propose an approach for economic optimization, evaluating the impacts between the nutritional strategies that are based on maximum biological performance compared to one that seeks maximum economic return. For this, two experiments were carried out. In the first one, the response of broilers from Ross and Cobb strains was evaluated according to different concentrations of balanced protein in the diet and divided into four feeding phases (Initial) 1 to 14; (Growth) 15 to 28; (Final I) 29 to 42 and (Final II) 43 to 56 days of age. Six treatments (balanced protein concentrations in the ration) were used, arranged in a (6 balanced protein levels x 2 strains x 2 sexes) factorial scheme, making 24 treatments with four replications of 26 birds, totaling 2,496 birds distributed in 96 experimental plots. The diets were produced using the dilution technique, where a diet with a high protein content (A = 283 g / kg) was diluted with a diet with a low protein content (B = 117g / kg), producing the six increasing levels of protein balanced for each phase. Both diets were designed to contain an equal content of metabolizable energy (AME_n), meeting the requirements of vitamins, minerals and the ideal ratio among amino acids. The performance variables (body weight, weight gain, feed intake and protein intake), chemical composition (water, protein, fat and ash), cut-up performance (carcass, breast, legs (thigh + drumstick), wings and remainder). Feed intake in all periods, in both strains and sexes, increased as the level of protein in the diet decreased and then decreased markedly at the lowest levels of protein. Only at 14 days did feed consumption differ between strains and sexes, thus showing significant interaction; in all other cases, feed consumption differed only between the sexes. At 14 days, the response in body weight differed between strain and sex, while in all other samples they differed only between sexes. The response in carcass, breast and wing production at 14 days was the same for both strains and sexes, but differed between strains and sexes at 28 days. At 42 and 56 days, the response differed only between the sexes. The response in the weight of the leg (thigh plus thigh) at 14 days was the same for both strains and sexes, but after that it differed only between the sexes. The body lipid content increased linearly initially and then quadratically as the protein content of the diet was reduced. The economic analysis identified that, based on the current labelled values, the protein content of the diet that maximized the margin over feeding cost was always higher for males than for females and for poultry sold processed in relation to those sold alive. Using lysine as a reference amino acid, the optimum economic in the initial period for males sold live was obtained with a concentration of 12.1 g lysine/kg, and 14.1 g/kg when these birds are sold slaughtered; for females, the equivalent values were 11.3 and 13.7 g/kg, respectively. When the cost of protein-containing ingredients was increased by 25%, or the revenue generated by selling the product reduced by 25%, the ideal economic level of dietary protein increased compared to the base price, this increase being greater for the birds sold alive. The opposite occurred when costs were increased or revenues decreased by 25%. In summary, the economic analysis identified that,

depending on the economic scenario, supporting maximum performance may result in economic losses, and that seeking to adjust the dietary protein levels according to the changes in the economic scenario seems to be the most viable strategy for the increased profitability of a broiler production system. In the second experiment, the productive performance and body composition of broiler breeders subjected to 5 levels of balanced protein in two daily amounts of feed offer were evaluated. For this, a total of 200 broiler breeder hens (Ross 308) at 55 weeks of age were randomly assigned to individual cages. The treatments consisted of five different concentrations of balanced protein offered in two daily quantities (150 or 170 g/days) making a completely randomized design allocated in a factorial arrangement with 10 treatments of 20 replicates. There was no interaction ($p > 0.05$) between the amount of feed offered (FA) and the balanced diet protein (BP) for any variable evaluated. Egg production (EP) was not influenced ($p > 0.05$) by treatments, but egg weight (EW) and egg mass (EO) increased with BP levels, but were not affected by FA. Body weight gain (BWG) and body protein retention (BPR) also increased with BP, but were not affected by FA, while body fat retention (BFR) increased only with FA. Consequently, the total energy retained in the body (BER) increased with both BP and FA, while the body energy retained as protein (BERp) and fat (BERf) were influenced only by BP and FA, respectively. Total retained energy (TER) also increased with both factors, while total heat production (THP) decreased with BP and increased with FA. Even at the end of the productive life, the broiler breeders are able to maintain their reproductive performance by changing the body composition and consequently affecting the energy partition.

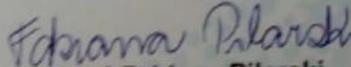
Keywords: Amino acids in nutrition, Poultry food and feed, Animal nutrition

CERTIFICADO

Certificamos que o projeto de pesquisa intitulado "Efeito da proteína balanceada sobre a otimização biológica e econômica em frangos de corte", protocolo nº 001592/18, sob a responsabilidade da Prof.^a Dr.^a Nilva Kazue Sakomura, que envolve a produção, manutenção e/ou utilização de animais pertencentes ao Filo Chordata, subfilo Vertebrata (exceto o homem), para fins de pesquisa científica (ou ensino) - encontra-se de acordo com os preceitos da lei nº 11.794, de 08 de outubro de 2008, no decreto 6.899, de 15 de julho de 2009, e com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal (CONCEA), e foi aprovado pela COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS (CEUA), da FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS, UNESP - CÂMPUS DE JABOTICABAL-SP, em reunião ordinária de 08 de fevereiro de 2018.

Vigência do Projeto	02/03/2017 a 02/03/2020
Espécie / Linhagem	Gallus gallus domesticus / Cobb 500, Ross 308
Nº de animais	2.880
Peso / Idade	45g / 1 dia
Sexo	Ambos os sexos
Origem	Pluma Agrovicula - Descalvado - SP

Jaboticabal, 08 de fevereiro de 2018.

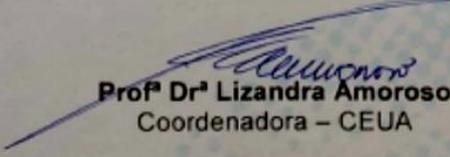

Prof^a Dr^a Fabiana Pilarski
Coordenadora - CEUA

CERTIFICADO

Certificamos que o projeto intitulado "**Efeito da ingestão de proteína balanceada sobre o desempenho produtivo e composição corporal de matrizes pesadas**", protocolo nº 015231/17, sob a responsabilidade da Profª. Drª. Nilva Kazue Sakomura, que envolve a produção, manutenção e/ou utilização de animais pertencentes ao Filo Chordata, subfilo Vertebrata (exceto o homem), para fins de pesquisa científica (ou ensino) - encontra-se de acordo com os preceitos da lei nº 11.794, de 08 de outubro de 2008, no decreto 6.899, de 15 de julho de 2009, e com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal (CONCEA), e foi aprovado pela COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS (CEUA), da FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS, UNESP - CÂMPUS DE JABOTICABAL-SP, em reunião ordinária de 05 de outubro de 2017.

Vigência do Projeto	08/11/2017 a 17/01/2018
Espécie / Linhagem	<i>Gallus gallus</i> / Ross e Hubbard
Nº de animais	200
Peso / Idade	4 kg / 45 semanas
Sexo	Fêmeas
Origem	Lavinesp – Laboratório de Ciências Avícolas da Unesp

Jaboticabal, 05 de outubro de 2017.


Profª Drª Lizandra Amoroso
Coordenadora – CEUA

CAPÍTULO 1 – Considerações gerais

Introdução

A avicultura de corte é uma das atividades mais importantes do setor agropecuário brasileiro. Somente no ano de 2019 o Brasil produziu 13,25 milhões de toneladas de carne de frango, sendo que 32% deste montante foi destinado ao mercado externo (ABPA, 2020). O que torna a atividade estratégica para o desenvolvimento econômico e geração de renda no país.

Ao mesmo tempo, o sucesso da atividade está ligado ao investimento mútuo entre as esferas pública e privada, no intuito de gerar tecnologias que propiciem o aumento da produtividade de forma cada vez mais sustentável. Para isso, pesquisas na área de genética, sanidade, nutrição, dentre outras, são desenvolvidas com o objetivo de proporcionar a continuidade na busca pelo aumento da eficiência e sustentabilidade.

Nesse sentido, a nutrição das aves exerce papel estratégico na busca por melhores índices produtivos, econômicos e ambientais. A proteína por exemplo, é um dos nutrientes mais caros na formulação de dietas para aves, chegando a contribuir com até 45% do custo total da ração (Sakomura e Silva, 1998). Além do elevado preço dos ingredientes proteicos, a preocupação com o desempenho das aves mediante o fornecimento de rações com excesso ou deficiência de aminoácidos induziu à elaboração de rações baseadas no conceito de proteína ideal também chamada de proteína balanceada, cujo princípio é o atendimento das exigências com base na relação ideal entre os aminoácidos essenciais e a lisina. Assim, a formulação de rações focada no balanceamento do teor aminoacídico da dieta permitiu não somente uma redução dos custos de produção, mas também aumentos expressivos na eficiência de utilização da proteína dietética, assim como a redução na excreção de nitrogênio, atenuando os impactos negativos que essa atividade pode causar ao meio ambiente (Donato, et. al., 2016).

Quando nenhum outro fator está limitante, frangos de corte respondem ao aumento de consumo de proteína até alcançar o seu máximo potencial genético

(Eits et al., 2002). Entretanto, para que o máximo desempenho seja obtido é necessário que o perfil aminoacídico da proteína esteja dentro do conceito de proteína ideal evitando assim limitação ou antagonismo entre os aminoácidos da dieta (Sakomura et al., 2014). Já para matrizes de frangos de corte o efeito da proteína balanceada depende da fase de produção em que essa ave se encontra (Ekmay et al. 2003). Sendo que a deposição proteica corporal, principalmente aquela ligada a deposição no peito, não é um fenômeno desejado para essa categoria animal (Silva, 2017).

Estudos de dose resposta permitem estimar o nível ótimo de concentração de um determinado nutriente na ração por meio do ajuste de uma equação de predição, onde a resposta do animal é utilizada como uma variável dependente e o consumo do nutriente como variável independente (Robbins et al., 1979). Por meio dessa metodologia, é possível estimar a concentração proteica ideal da ração de frangos de corte e matrizes pesadas (Eits et al., 2002; Ekmay, 2011; Pesti et al., 2009; Steenhuisen e Gous, 2016), utilizando um modelo matemático com bom ajuste aos dados observados, permitindo que uma estimativa acurada da resposta das aves à ingestão de proteína seja estimada.

Dependendo do mercado onde estão inseridos, os produtores podem contemplar todas as etapas de produção de frangos de corte, indo desde o início da cadeia até a mesa do consumidor, outros entretanto, podem ficar atribuídos por etapas específicas como a produção e entrega de animais vivos as empresas processadoras, isso faz com que as aves possam ser comercializadas em diferentes formas; ave viva, carcaça ou em partes, portanto, a forma de comercialização deve ser levada em consideração na estimativa do o ótimo econômico pois tem impacto sobre a rentabilidade do sistema (Eits et al., 2005b; Kenny et al., 2005). Dessa forma, a predição do rendimento das partes a serem comercializadas é um importante avanço na determinação de um modelo econômico. Estudos sugerem que o crescimento dos diferentes componentes corporais compartilha, muitas vezes, taxas crescimento correlacionadas entre si podendo assim ser estimadas por meio de equação de crescimento relativo, sejam elas alométricas ou isométricas (Danisman e Gous, 2011; Danisman e Gous, 2013; Sakomura et al., 2011). Entretanto, ainda existe a necessidade de predizer o rendimento da carcaça e das

partes de frangos de corte alimentados com ração contendo diferentes níveis de proteína balanceada. Já para matrizes pesadas, o fator eclodibilidade entra como uma característica importante na determinação do ótimo econômico, uma vez que, o número de pintainhos viáveis por matriz é a variável de maior importância econômica desse tipo de produção (Silva, 2017). O que torna fatores como produção de ovos e eclodibilidade indispensáveis para o cálculo do ótimo econômico.

Nesse sentido, objetiva-se com o presente estudo determinar os níveis ótimos, biológico e econômico, de suplementação de proteína balanceada para o peso vivo, carcaça e cortes de frangos de corte. Pretende-se ainda, avaliar o efeito da proteína balanceada sobre a composição corporal e performance produtiva em matrizes de frangos em fase final de produção.

Referências bibliográficas

ABPA (2020) **Relatório anual 2020**. Disponível em: <http://abpa-br.org/relatorios/>

Aftab U (2009) Response of Broilers to Practical Diets with Different Metabolizable Energy and Balanced. **Brazilian Archives of Biology and Technology** 11: 169-174.

Aho P (2020) **Fast or Slow Return to Normal?** Aviagen, 3 p. (Aviagen. Broiler economics vol. 28)

Awad EA, Fadlullah M, Zulkifli I, Farjam AS, Chwen LT (2014) Amino acids fortification of low-protein diet for broilers under tropical climate: ideal essential amino acids profile. **Italian Journal of Animal Science** 13: 270-274.

Baker DH, Han Y (1994) Ideal amino acid profile for chicks during the first three weeks post-hatching. **Poultry Science** 73: 1441-1447.

Baker DH (Eds. 2) (2003) Ideal Amino Acid Patterns for Broiler Chicks. In: D'Mello JPF. **Amino acids in animal nutrition**. Edinburgh: CABI Publishing, p.187-202.

Bertechini AG (2012) Nutrição de monogátricos. Lavras: UFLA, 392 p.

Basurco V, Vieira SL, Serafini NC, Santiago GO, Angel CR, Gonzalez-Esquerra R (2015) Performance and economic evaluation of feeding programs varying in energy and protein densities for broiler grillers. **Applied poultry research** 24: 304-315.

Caldas JV, Hilton K, Boonsinchai N, England JA, Mauromoustakos A, Coon CN (2018) Dynamics of nutrient utilization, heat production, and body composition in broiler breeder hens during egg production. **Poultry Science** 97: 2845-2853.

Cerrate S, Waldroup PW (2009a) Maximum profit feed formulation of broilers: 1 Development of a feeding program model to predict profitability using non-linear programming. **International Journal of Poultry Science** 8: 205-215.

Cerrate S, Waldroup PW (2009b) Maximum profit feed formulation of broilers: 2 Comparison among different nutritional models. **International Journal of Poultry Science** 8: 216-228.

Cerrate S, Corzo A (2019) Lysine and Energy Trends in Feeding Modern Commercial Broilers. **International Journal of Poultry Science** 18: 28-38.

Corzo A, Moran ET, Hoehler D (2002) Lysine need of heavy broiler males applying the ideal protein concept. **Poultry Science** 81: 1863-1868.

Danisman R, Gous RM (2011) Effect of dietary protein on the allometric relationships between some carcass portions and body protein in three broiler strains. **South African Journal of Animal Science** 41: 194-208.

Danisman R, Gous RM (2013) Effect of dietary protein on performance of four broiler strains and on the allometric relationships between carcass portions and body protein. **South African Journal of Animal Science** 43: 25-37.

Donato DCZ, Sakomura NK, Silva EP, Troni AR, Vargas L, Guanoni MAN, Meda B (2016) Manipulation of dietary methionine + cysteine and threonine in broilers significantly decreases environmental nitrogen excretion. **Animal** 10: 903-910.

Eits RM, Kwakkel RP, Verstegen MWA, Stoutjesdijk P, Greef KH de (2002) protein and lipid deposition rates in male broiler chickens: separate responses to amino acids and protein-free energy. **Poultry Science** 81: 472-480.

Eits RM, Kwakkel RP, Verstegen MWA, den Hartog LA (2005a) Dietary balanced protein in broiler chickens. 1. A flexible and practical tool to predict dose-response curves. **British Poultry Science** 46: 300-309.

Eits RM, Giesen G, Kwakkel RP, Verstegen m w a, Hartog LADEN (2005b) Dietary balanced protein in broiler chickens .2. An economic analysis. **British poultry science** 46: 310-317.

Ekmay RD (2011) **Protein utilization and requirements in broiler breeders**. 186 f. Tese (Doctor of Philosophy in Poultry Science) – University of Arkansas, Fayetteville.

Ekmay RD, Beer M de, Mei SJ, Manangi M, Coon CN (2013) Amino acid requirements of broiler breeders at peak production for egg mass, body weight, and fertility. **Poultry Science** 92: 992-1006.

Gonçalves CAI, Almeida MA, Faria-Júnior MJA, Pinto MF, Garcia-Neto M (2015) Accuracy of nonlinear formulation of broiler diets: maximizing profits. **Brazilian Journal of Poultry Science** 17: 173-180.

Gonzalez-Alcorta MJ, Dorfman JH, Pesti GM (1994) Maximizing profit in broiler production as prices change: A simple approximation with practical value. **Agribusiness** 10: 389-399.

Gous RM, Morris TR, Fisher, C (Eds.) (2006) Mechanistic modelling in pig and poultry production. Wallingford: CAB International, 331p.

Gous RM (2014) Modelling as a research tool in poultry science. **Poultry Science** 93: 1-7.

Gous RM, Berhe ET (2006) Modelling Populations for Purposes of Optimization. In.: Gous RM, Morris TR, Fisher C (Eds.) **Mechanistic modelling in pig and poultry production**, Cambridge: CABI Publishing, p. 76-96.

Guevara VR (2004) Use of nonlinear programming to optimize performance response. **Poultry Science** 83: 147-151.

Havenstein GB, Ferket PR, Qureshi MA (2003a) Growth, liveability, and feed conversion of 1957 versus 2001 broilers when fed representative 1957 and 2001 broiler diets. **Poultry Science** 82: 1500-1508.

Havenstein GB, Ferket PR, Qureshi MA (2003b) Carcass composition and yield of 1957 versus 2001 broilers when fed representative 1957 and 2001 broiler diets. **Poultry Science** 82: 1509-1518.

Kemp C, Fisher C, Kenny M (2005) Genotype-nutrition interactions in broilers; response to balanced protein in two commercial strains. In: 15th EUROPEAN SYMPOSIUM ON POULTRY NUTRITION, **Anais...** Balatonfüred: CABI, p. 54-56.

Kenny M, Kemp C, Fisher C (2005) What protein levels will maximise margin? **International Poultry Production** 12: 11-17.

Key DR, Edwards MW, Duffy A P (Eds.8) (2015) Farm management, New York: McGraw-Hill, 466p.

Kumar CB, Gloridoss RG, Singh KC, Prabhu TM, Suresh BN (2016) Performance of broiler chickens fed low protein, limiting amino acid supplemented diets formulated either on total or standardized ileal digestible amino acid basis. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences** 29: 1616-1624.

Lesuisse J, Li C, Schallier S, Leblois J, Everaert N, Buyse J (2017) Feeding broiler breeders a reduced balanced protein diet during the rearing and laying period impairs reproductive performance but enhances broiler offspring performance. **Poultry Science** 1: 1-11.

Marzzoco A, Torres BB (2015) Bioquímica básica. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 404p.

Mlaba PP, Ciacciariello M, Gous RM (2015) The effect of dietary protein on breast meat yield of broilers reared on different daylengths. **South African Journal of Animal Science** 45: 39-48.

Morris TR, Gous RM, Fisher C (1999) An analysis of the hypothesis that amino acid requirements for chicks should be stated as a proportion of dietary protein. *world's poultry science journal* 55: 1-22.

Nonis MK, Gous RM (2012) Broiler breeders utilise body lipid as an energy source. **South African Journal of Animal Science** 42: 369-378

Nonis MK, Gous RM (2016) Changes in the feather-free body of broiler breeder hens after sexual maturity. **Animal Production Science** 56: 1099-1104.

Pack M, Hoehler D, Lemme A (2003) Economic assessment of amino acid responses in growing poultry. In.: D'Mello JBF (Eds.2) **Amino acids in animal nutrition**. Edinburgh, CABI Publishing, p. 459-316.

Pesti GM, Vedenov D, Cason JA, Billard L (2009) A comparison of methods to estimate nutritional requirements from experimental data. **British Poultry Science** 50: 16-32

Robbins KR, Norton HW, Baker DH (1979) Estimation of nutrient requirements from growth data. **The Journal of Nutrition** 109: 1710-1714.

Rostagno HS, Albino LFT, Hannas MI, Donzele JL, Sakomura NK, Costa FGP (Eds. 4) (2017) Tabelas brasileiras para aves e suínos, Viçosa: UFV, 488p.

SAKOMURA, N.K.; SILVA, R (1998) Conceitos aplicáveis à nutrição de não ruminantes. **Cadernos Técnicos da Escola de Veterinária da UFMG** 22: 125-146.

Sakomura NK, Gous RM, Marcato SM, Fernandes JBK (2011) A description of the growth of the major body components of 2 broiler chicken strains. **Poultry Science** 90: 2888-2896.

Sakomura NK, Rostagno HS (Eds.) (2007) Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos, Jaboticabal: Funep, 262p.

Sakomura NK, Silva JHV, Costa FGP, Fernandez JB, Hauschild L (Eds.) (2014) Nutrição de não-ruminantes, Jaboticabal: Funep, 678p.

Shafey TM (2002) Effects of egg size and eggshell conductance on hatchability traits of meat and layer breeder flocks. **Asian- Australian Journal Animal Science** 15: 1-6.

Silva M (2017) **Alimentação das matrizes pesadas modernas: uma abordagem holística**. Sul América: Aviagen, 16p. (Aviagen, Tech Notes).

Steenhuisen E, Gous RM (2016) The response of broiler breeder hens to dietary balanced protein. **South African Journal of Animal Science** 46: 269-277.

Talpaz H, De-La-Torre JR, Sharpe PJH, Hurwitz S (1986) Dynamic optimization model for feeding of broilers. **Agricultural Systems** 20: 121-132.

Van-Emous RA, Kwakkel RP, van Krimpen MM, Hendriks WH (2015) Effects of dietary protein levels during rearing and dietary energy levels during lay on body composition and reproduction in broiler breeder females. **Poultry Science** 92: 2091-2100.

Vedenov D, Pesti GM (2010) An economic analysis of a methionine source comparison response model. **Poultry Science** 89: 2514-2520.

Vignale K, Caldas J v, England JA, Boonsinchai N, Sodsee P, Putsakum M, Pollock ED, Dridi S, Coon CN (2016) The effect of four different feeding regimens from rearing period to sexual maturity on breast muscle protein turnover in broiler breeder parent stock. **Poultry Science** 96: 1219-1227.

Waller A (2007) **Economic Approach to Broiler Production**. Europe: Aviagen, 4p. (Aviagen, Tech Notes).

Wecke C, Liebert F (2013) Improving the reliability of optimal in-feed amino acid ratios based on individual amino acid efficiency data from n balance studies in growing chicken. **Animals** 3: 558-573.

Wijten PJA, Prak R, Lemme A, Langhout DJ (2004) Effect of different dietary ideal protein concentrations on broiler performance. **British poultry science** 45: 504-511.

Wu G (Eds.) (2013) **Amino acids – biochemistry and nutrition**, Boca Raton: Taylor & Francis Group, 458p.

CAPÍTULO 5 - Implicações

O propósito do presente estudo foi atualizar o entendimento acerca da resposta de frangos de corte a proteína balanceada da dieta e de acordo com essas respostas estimar o ótimo econômico de proteína balanceada, enfatizando as diferenças entre o máximo desempenho biológico e o máximo desempenho produtivo. Além disso, também foi o objetivo do estudo estimar o impacto da proteína balanceada sobre a composição corporal e desempenho produtivo de matrizes de frangos de corte.

Os resultados gerados demonstram que, além de influenciar o ganho de peso e conversão alimentar, a proteína balanceada da dieta tem impacto sobre o consumo de ração de frangos de corte das duas linhagens mais produzidas no Brasil atualmente. Esses resultados quando considerados conjuntamente com as flutuações do mercado possibilitaram entender que; manter um nível fixo de proteína balanceada independente dos preços de compra dos insumos e venda dos produtos na não traz vantagens econômicas.

Já para matrizes de frangos de corte, os resultados demonstraram que essa categoria animal tem uma grande capacidade de retirar nutrientes das reservas corporais para manutenção da produção de ovos, o que torna vantajoso o uso de dieta de baixa proteína bruta desde que mantido os níveis de aminoácidos essenciais de acordo com a recomendações dos manuais.

Ambos os resultados demonstram uma oportunidade de ganhos econômicos para a cadeia produtiva de frangos de corte, e podem ser utilizadas para melhoria da rentabilidade dessa que é uma das mais importantes áreas do agronegócio brasileiro.