

	MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA	
---	--	---

NÍVEIS ENERGÉTICOS E CORREÇÃO DE NUTRIENTES EM DIETAS PARA FRANGOS DE CORTE

VICTOR EMANUEL MENESES FEITOSA

Mestrado

2019

**PROZOOTEC – PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
ZOOTECNIA**



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA**



VICTOR EMANUEL MENESES FEITOSA

**NÍVEIS ENERGÉTICOS E CORREÇÃO DE NUTRIENTES EM
DIETAS PARA FRANGOS DE CORTE**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal de Sergipe, como exigências para obtenção do título de Mestre em Zootecnia.

Orientador:

Prof. Dr. Claudson Oliveira Brito

Coorientador:

Prof. Dr. Valdir Ribeiro Junior

**SÃO CRISTÓVÃO-SE
2019**

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE

F311n Feitosa, Victor Emanuel Meneses
Níveis energéticos e correção de nutrientes em dietas para frangos de corte / Victor Emanuel Meneses Feitosa ; orientador Claudson Oliveira Brito. – São Cristóvão, 2019.
34 f.

Dissertação (mestrado em Zootecnia) –Universidade Federal de Sergipe, 2019.

1. Zootecnia. 2. Nutrição animal. 3. Frango de corte – Alimentação e rações. 4. Aminoácidos na nutrição animal. I. Brito, Claudson Oliveira, orient. II. Título

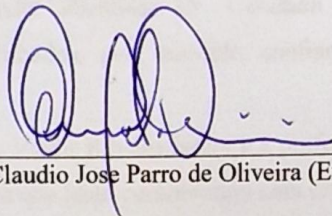
CDU: 636.52.033

VICTOR EMANUEL MENESES FEITOSA

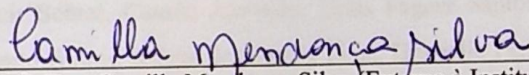
**NÍVEIS ENERGÉTICOS E CORREÇÃO DE NUTRIENTES EM
DIETAS PARA FRANGOS DE CORTE**

Dissertação apresentada à Universidade
Federal de Sergipe como parte das
exigências para obtenção do título de
Mestre em Zootecnia

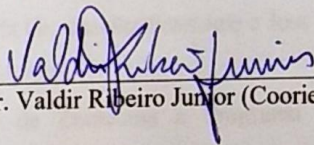
APROVADA em 22 de fevereiro de 2019



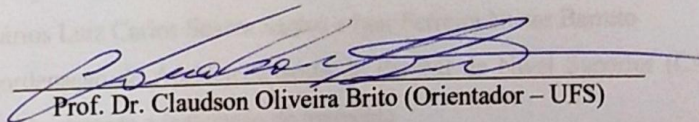
Prof. Dr. Claudio Jose Parro de Oliveira (Externo ao Programa)



Profª. Dra. Camilla Mendonça Silva (Externo à Instituição)



Prof. Dr. Valdir Ribeiro Junior (Coorientador – UFS)



Prof. Dr. Claudson Oliveira Brito (Orientador – UFS)

SÃO CRISTÓVÃO/SE
2019

AGRADECIMENTOS

Agradeço,

A Deus por ser meu amparo durante todas as fases da minha vida.

Aos meus pais, Manoel Feitosa Santos Neto e Maria Angela Meneses Alves Santos, pelos incentivos constantes, pelo apoio para seguir meus sonhos, incentivo e pela educação recebida.

A minha esposa Carla Lima Feitosa por ser peça fundamental no meu crescimento pessoal.

A todos os familiares, em especial: Maria Alaíde Alves Santos, Alcione de Menezes Sales, Adriana de Menezes Alves, Cintia de Menezes Lima, Silvania Menezes, Francisca dos Santos Teles, Fernando Teles, Danilo Teles, Gustavo Teles, Guilherme Teles, pelo companheirismo e por acreditarem em mim.

Ao meu orientador Professor Dr. Claudson de Oliveira Brito por todos os ensinamentos compartilhados, pela amizade, confiança em meu trabalho, paciência e motivação.

Ao professor Dr. Valdir Ribeiro Junior e a professora Dra. Camilla Mendonça Silva pelas valiosas sugestões que tanto contribuíram com este trabalho.

A todos os laços de amizade que foram criados e/ou fortalecidos durante o mestrado, em especial: Acir Sobral, Camilo Azevedo, Urias Fagner Santos Nascimento, Pryanka Thuyra Nascimento Fontes, Arlene dos Santos Lima, Grazielle Ferreira Rocha, Alan Silva Cerqueira, Maria do Socorro Almeida Arnaldo Santos, Marcos Felipe, Luiz Paulo de Souza Santos e Carlos Adriano Rocha Silva Moraes.

Aos meus amigos da Graduação: Franciele e José Uellington do Nascimento Lima.

Aos colegas do NEAAVI.

Ao Departamento de Zootecnia e Programa de Pós-Graduação em Zootecnia representados pelos professores Bráulio Maia de Lana Sousa e Claudson Oliveira Brito e pelos secretários Luiz Carlos Soares Santos e Igor Ferreira Nunes Barreto

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela bolsa concedida, durante a realização de mestrado.

A todos que direta ou indiretamente fizeram parte desse trabalho favorecendo minha realização profissional.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Composição centesimal das dietas experimentais para frangos de corte de 8 a 21 dias de idade.....	30
Tabela 2. Composição essencial centesimal das dietas experimentais para frangos de corte de 22 a 42 dias de idade.....	31
Tabela 3. Coeficientes de digestibilidade da matéria seca (CDMS), da proteína bruta (CDPD), da energia bruta (CDEB) e retenção de nitrogênio (RN) em frangos de corte submetidos a dietas com diferentes energias metabolizável e correção de nutrientes.....	32
Tabela 4. Ganho de peso (GP), consumo de ração (CR) e conversão alimentar (CA) de frangos de corte, de 8 a 21 dias de idade, submetidos a dietas com níveis de energia metabolizável e correção de nutrientes.....	33
Tabela 5. Ganho de peso (GP), consumo de ração (CR) e conversão alimentar (CA) de frangos de corte, de 22 a 42 dias de idade, submetidos a dietas com níveis de energia metabolizável e correção de nutrientes.....	34

SUMÁRIO

RESUMO GERAL	I
ABSTRACT	II
1.INTRODUÇÃO	1
2.OBJETIVOS	3
2.1.OBJETIVO GERAL	3
2.2.OBJETIVOS ESPECÍFICOS	3
3. REFERENCIAL TEÓRICO	4
3.1. Valores Energéticos para frangos de corte	4
3.2. Métodos usuais para determinação dos valores energéticos do alimento em aves	5
3.3. Fatores que interferem na exigência energética para frangos de corte	7
3.4. Relação energia e nutrientes	8
3.4.1. Relação energia: aminoácidos para frangos de corte	8
3.4.2. Relação energia: minerais em dietas para frangos de corte	10
REFERÊNCIAS	12
ARTIGO-NÍVEIS ENERGÉTICOS E AJUSTES DE LISINA, CÁLCIO E FÓSFORO SOBRE A DIGESTIBILIDADE DE NUTRIENTES E DESEMPENHO DE FRANGOS DE CORTE	16
RESUMO	17
ABSTRACT	18
INTRODUÇÃO	19
MATERIAIS E MÉTODOS	20
RESULTADOS	23
DISCUSSÕES	24
REFERÊNCIAS	27

RESUMO GERAL

FEITOSA, V. E. M. Níveis energéticos e correção de nutrientes em dietas para frangos de corte. 2019. 34f. Dissertação. Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, SE, 2019.

A oferta dietética de energia, lisina, cálcio e fósforo podem favorecer a digestão, absorção e utilização desses nutrientes, refletindo sobre a nutrição e saúde esquelética de frangos de corte. Portanto, objetivou-se avaliar a oferta de níveis de energia metabolizável com ou sem a correção dos nutrientes lisina digestível, cálcio e fósforo disponível, sobre a digestibilidade de nutrientes, desempenho e rendimento de carcaça de frangos de corte, machos, no período de 8 a 42 dias de idade. Foram realizados três experimentos, sendo no experimento I (digestibilidade de nutrientes) utilizado 210 pintos de corte da linhagem *Cobb* 500, com peso médio de 490g, na idade de 14 a 21 dias. As aves foram distribuídas em delineamento inteiramente casualizado em arranjo fatorial 3x2+1, sendo três níveis de energia metabolizável (3.050, 3.125 e 3.200 kcal/kg) com ou sem a correção dos nutrientes lisina digestível, cálcio e fósforo disponível, nas proporções de 2,5%; 5% e 7,5%, respectivamente ao nível de energia e um tratamento controle com 2.975 kcal/kg, totalizando sete tratamentos com seis repetições e cinco aves por unidade experimental. No experimento II (desempenho) foram utilizados 1.120 frangos de corte, com 8 a 21 dias de idade, com peso médio de 190 g. As aves foram submetidas ao mesmo delineamento e tratamentos utilizados no experimento I, no entanto, foram utilizadas oito repetições com 20 aves por unidade experimental. No experimento III (desempenho) foram utilizados 1.008 frangos de corte com peso médio de 855 g. As aves foram distribuídas em delineamento igual ao experimento II, sendo os níveis de energia metabolizável de 3.100, 3.175 e 3.250 kcal/kg com as mesmas correções de nutrientes e tratamento controle com 3025kcal/kg, totalizando sete tratamentos, oito repetições e 18 aves por unidade experimental. Os coeficientes de digestibilidade da matéria seca e proteína bruta foram melhorados significativamente ($P \leq 0,05$), sendo a dieta com maior nível energético (3.200 kcal/kg) e a respectiva correção 7,5 % nos nutrientes proporcionou maior digestibilidade em relação as demais dietas. Foi observado que a energia bruta apresentou maior digestibilidade quando houve correção dos nutrientes ($P \leq 0,05$), mas não houve resposta significativa ($P > 0,05$) sobre a retenção de nitrogênio. Esses resultados refletiram no desempenho das aves no período de 8 a 21 dias de idade, as quais apresentaram maior ganho de peso e melhor conversão alimentar com o aumento do nível energético da dieta. A partir dos 22 dias de idade até o abate (42 dias), não foram observadas interações ($P > 0,05$) entre a energia e correção dos nutrientes sobre o desempenho das aves, mas o aumento do nível energético e a correção melhoraram de forma significativa a conversão alimentar. Dessa forma, a maior alteração energética e correção dos principais nutrientes proporcionou melhorias no aproveitamento dos nutrientes e consequentemente no desempenho.

Palavras-chave: aminoácidos; densidade energética; lisina; minerais; nutrição animal.

ABSTRACT

FEITOSA, V.E.M. Energetic levels and correction of nutrients in diets for broiler chickens. 2019. 34p. Dissertation. Graduate Program in Animal Science, Federal University of Sergipe, São Cristovão, SE, 2019.

The dietary supply of energy, lysine, calcium and phosphorus can favor the digestion, absorption and utilization of these nutrients, reflecting on the nutrition and skeletal health of broilers. The objective of this study was to evaluate the supply of metabolizable energy levels with or without the correction of available digestible lysine, calcium and phosphorus nutrients, on the nutrient digestibility, performance and carcass yield of male broilers in the period of 8 to 42 days of age. Three experiments were carried out, in experiment I (nutrient digestibility), using 210 COBB 500 broiler chicks, with a mean weight of 490 g, at the age of 14 to 21 days. The birds were distributed in a completely randomized design in factorial arrangement $3 \times 2 + 1$, with three levels of metabolizable energy (3,050, 3,125 and 3,200 kcal / kg) with or without the correction of nutrients digestible lysine, calcium and phosphorus available, in the proportions of 2,5%; 5% and 7.5% respectively at the energy level and a control treatment with 2,975 kcal / kg, totaling seven treatments with six replicates and five birds per experimental unit. In experiment II (performance), 1,120 broilers were used, with 8 to 21 days of age, with an average weight of 190 g. The birds were submitted to the same design and treatments used in experiment I, however, eight replicates were used with 20 birds per experimental unit. In Experiment III (performance), 1,008 broiler with a mean weight of 855 g. The birds were distributed in a similar design to experiment II, with metabolizable energy levels of 3,100, 3,175 and 3,250 kcal / kg with the same nutrient corrections and control treatment with 3,025 kcal / kg, totaling seven treatments, eight replicates and 18 birds per experimental unit. The dry matter and crude protein digestibility coefficients were significantly improved ($P \leq 0.05$), the diet with the highest energy level (3,200 kcal / kg) and the respective nutrient correction 7.5% provided higher digestibility in relation to the other diets. It was observed that crude energy showed higher digestibility when nutrients were corrected ($P \leq 0.05$), but there was no significant response ($P > 0.05$) on nitrogen retention. These results reflected the performance of the birds in the period from 8 to 21 days of age, which presented higher weight gain and better feed conversion with the increase of the dietary energy level. From the 22 days of age until slaughter (42 days), there were no interactions ($P > 0.05$) between energy and nutrient correction on poultry performance, but the increase in energy level and correction improved feed conversion ratio. Thus, the greater energy change and correction of the main nutrients provided improvements in the use of nutrients and consequently in the performance.

Keywords: amino acids; energy density; lysine; minerals; animal nutrition.

1. INTRODUÇÃO

No Brasil a avicultura é a cadeia produtiva da pecuária com maior destaque no agronegócio. O país é o segundo maior produtor mundial de frangos de corte com 13,05 milhões de toneladas, ocupando a primeira colocação em exportação de carne e cortes de frangos com 4,32 milhões de toneladas, representando 33,1% do total produzido até o ano de 2017 (ABPA, 2018).

O intenso crescimento da avicultura brasileira deve-se aos constantes investimentos em pesquisas nas áreas do melhoramento genético e nutrição animal, bem como aos avanços tecnológicos. O ganho genético nas atuais marcas comerciais, as quais tem maior expressão no potencial produtivo, demandam mais nutrientes. No entanto é necessário encontrar o equilíbrio entre desempenho e custo da dieta, visto que nem sempre o melhor resultado de desempenho é acompanhado com o melhor custo. É sabido que a nutrição é de fundamental importância para o sucesso da atividade, a qual deverá atender as exigências nutricionais das aves em cada fase de criação, visando proporcionar a expressão do máximo potencial genético para maior ganho produtivo.

A nutrição trabalha em diferentes linhas, como nas recomendações de energia metabolizável, do uso de aminoácidos industriais dentro do conceito de proteína ideal, as relações cálcio e fósforo disponível, bem como suas interações (ROSTAGNO *et al.*, 2017).

A energia metabolizável é uma estimativa da energia dietética disponível para manutenção e crescimento do tecido corporal, que nas aves tem a melhora da digestibilidade da energia com a idade e o aproveitamento de nutrientes devido ao desenvolvimento do seu sistema digestivo (MELLO *et al.*, 2009). Pesquisas demonstraram que a utilização de níveis energéticos mais altos nas dietas de frangos de corte alteram seu desempenho, relacionado a ganho de peso e conversão alimentar, porém quando em excesso, pode acarretar no aumento da gordura abdominal (LIMA *et al.*, 2003; SAKOMURA *et al.*, 2004; MENDONÇA, *et al.*, 2008).

A formulação de dietas com base na proteína ideal visa atender as exigências de aminoácidos com base em um aminoácido referência. A lisina tem sido usada como esse tipo de aminoácido, por ser utilizada quase que exclusivamente para acréscimo da proteína corporal (PACK, 1995). Segundo Valério, *et al.* (2003) o nível de lisina abaixo da exigência das aves aumentou o percentual de gordura abdominal, porém o adequado nível de lisina digestível possibilitou maior ganho de peso aos animais, desde que seja feita a correção com

os outros aminoácidos. No entanto, em excesso pode ocasionar aumento do nitrogênio excretado pela urina (SUIDA, 2001).

A relação cálcio e fósforo é outro fator determinante para o correto manejo nutricional dos frangos de corte. Segundo Rostagno *et al.* (2017) altos níveis de cálcio e de fósforo nas rações de frangos de corte, afetam negativamente o desempenho das aves. O autor sugere que a relação Ca: P disponível deve ser mantida em 2,13:1.

Segundo Lesson e Summers (2001), o fornecimento de dietas com maior nível energético sem o adequado ajuste de nutrientes como proteína, aminoácidos, vitaminas e minerais, causa desequilíbrio dos nutrientes, provocando diminuição da taxa de crescimento. Além disso, esse excesso de energia afeta o rendimento de carcaças e cortes, devido à maior deposição de gordura no abdômen e, no momento da evisceração, esta será desprezada (SCHEUERMANN *et al.*, 1995).

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GERAL

Avaliação do efeito de níveis de energia metabolizável com e sem correções dos nutrientes, lisina digestível, cálcio e fósforo disponível, sobre digestibilidade de nutrientes e desempenho de frangos de corte machos.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Determinar a digestibilidade de nutrientes de dietas formuladas com diferentes níveis energéticos, com e sem correção dos nutrientes lisina digestível, cálcio e fósforo disponível.

Determinar o desempenho de frangos de corte de 8 a 21 e 22 a 42 dias de idade, alimentados com dietas com diferentes níveis energéticos, com e sem correção dos nutrientes.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1. Valores Energéticos para frangos de corte

A determinação dos valores energéticos de um alimento ou dieta são fundamentais para o atendimento das exigências energéticas dos animais, objetivando a maior taxa de deposição de proteína e menor deposição de gordura na carcaça. Desse modo, o estudo do desdobramento do teor de energia do alimento expresso em energia bruta até o aproveitamento do animal na forma de energia líquida é crucial.

A energia bruta, expressa em kcal/kg de matéria seca é obtida da queima dos componentes carbônicos presente numa dieta, porém não é totalmente utilizada devido à perda de digestibilidade da matéria seca. Após os processos digestórios e metabólicos, as excretas são produzidas, a partir da sua queima na bomba calorimétrica obtêm-se a energia fecal e urinária. A energia metabolizável aparente (EMA) é obtida pela diferença entre energia bruta e a energia fecal.

Quando contabilizadas as perdas endógenas, provenientes do organismo animal como células de descamação das paredes do trato gastrointestinal e resíduo das secreções (LAWRENCE e FOWLER, 2002), e subtraída da energia metabolizável aparente, teremos a energia metabolizável verdadeira (EMV). Entretanto, as excretas das aves são compostas por fezes e urina, de difícil separação, o nitrogênio excretado pelas aves via urina está na forma de ácido úrico. Portanto, para a quantificação dos valores energéticos disponíveis para o metabolismo animal é necessária a correção através do uso do balanço de nitrogênio, uma vez que o valor da energia metabolizável aparente não leva em consideração a fase do animal, pois animais em crescimento retêm mais nitrogênio que um animal adulto, reduzindo-se a confiabilidade no valor gerado (SAKOMURA *et al.*, 2016).

Hill e Anderson (1958) propuseram a correção dos valores de energia metabolizável utilizando balanço de nitrogênio (EMAn), com valor igual a zero, de forma a permitir melhor comparação entre aves com diferentes exigências proteicas (por exemplo, crescimento x adultas), essa correção é feita através da adição ou subtração de 34,4 KJ por g de N retido ou perdido ou 8,22kcal/g de N, sendo contabilizada a energia requerida na excreção do N urinário (SAKOMURA, *et al.* 2014).

Novas propostas para quantificar energia são sugeridas a partir da utilização da energia metabolizável subtraída da energia utilizada para a produção de calor decorrente do consumo de alimento ou também chamado de incremento calórico, gerado a partir do metabolismo

basal, atividades, digestão e absorção, fermentação, formação de produtos metabólicos, regulação térmica, formação e excreção de metabólitos, sendo essa diferença nomeada de energia líquida (NOBLET *et al.*, 2010), forma de energia obtida do alimento e utilizada pelos animais para a manutenção e produção (retenção lipídica e proteica, produção de ovos e leite) (SAKOMURA *et al.*, 2016).

A determinação da energia líquida (EL) do alimento é dificultada por alguns fatores que podem reduzir sua acurácia, a exemplo de erros nos experimentos e/ou nas análises quando mensurada a energia líquida de produção ou incremento calórico e a dificuldade em quantificar a variação no uso metabólico de energia para diversas funções corporais (DE LANGE *et al.*, 2005).

3.2. Métodos usuais para determinação dos valores energéticos do alimento em aves

Na experimentação, a determinação de energia metabolizável aparente e metabolizável aparente corrigida para nitrogênio em aves é tradicionalmente feito pelo método de coleta total de excretas proposto por Sibbald e Slinger (1963).

Essa metodologia de avaliação energética apresenta como característica primária a utilização de uma dieta basal administrada à vontade para um grupo de aves controle, na qual uma parcela dessa dieta será substituída pelo ingrediente teste. (BORGES *et al.*, 2003).

A quantificação por esse método baseia-se na quantidade de energia consumida via dieta menos a quantidade excretada durante o período de coleta. Para a utilização desse método, as aves devem passar por um período de adaptação às dietas e ao ambiente de 4 a 7 dias, em seguida, inicia-se o período de coleta e o controle do consumo de ração de 4 a 5 dias. Sendo imprescindível a precisão na coleta, estabelecendo-se o mesmo horário de início e final da coleta, ou utilizando marcadores, a exemplo do óxido férrico (SAKOMURA *et al.*, 2016).

A avaliação da energia metabolizável verdadeira em aves proposto por Sibbald (1976) é feito através da alimentação forçada, através dele consegue-se corrigir as perdas endógenas e metabólicas. Segundo o autor, quando o nível de consumo é alto, a influência das perdas metabólicas é pequena, entretanto, quando o consumo é baixo, essas perdas podem diminuir consideravelmente a EMA.

Segundo Sakomura, *et al.* (2016) a avaliação é feita através da utilização de dois grupos de aves, um grupo ficará em jejum por 96 horas e o outro receberá alimento, esse método visa a quantificação precisa do consumo da ave e a posterior coleta das excretas.

Nas aves do jejum, procede-se a coleta de excretas nas últimas 48 horas para a quantificação das perdas endógenas. Já os galos alimentados passarão pela técnica de alimentação forçada, onde os galos são submetidos a um período de jejum (48 horas) para garantir o esvaziamento do conteúdo de todo o trato digestório, em seguida o alimento é introduzido por funil apropriado no bico da ave, evitando regurgitação.

Após a alimentação a coleta de excretas é feita em 48 horas em intervalos de 12 horas, para que essa coleta seja feita sem contaminações, o pesquisador utiliza bolsas plásticas presas a uma argola costurada ao redor da cloaca da ave. Em seguida, procedem-se as análises laboratoriais nos alimentos e nas excretas analisadas (matéria seca, proteína bruta e energia bruta) para determinação de energia metabolizável.

Contudo, observou-se a necessidade de modificações nessa metodologia. Uma modificação significativa foi a correção da EMV pelo balanço de nitrogênio (BN) (SIBBALD E WOLYNETZ, 1985; SIBBALD E WOLYNETZ, 1988), denominado energia metabolizável verdadeira corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMVn). Sibbald e Wolynetz (1985) afirmaram ser a EMVn a estimativa de maior precisão para o conteúdo energético dos alimentos, uma vez que independe dos níveis de ingestão.

A alimentação forçada em aves, quando comparada com a tradicional (coleta total) é mais rápida e menos onerosa. No entanto, dificilmente encontraremos os valores de EMV dos alimentos na formulação de ração para aves, todos os padrões nutricionais são baseados em EMAn e nem todos os alimentos têm seus valores de EMV conhecidos (BORGES *et al.*, 2003). Além disso, essa metodologia é exclusivamente utilizada com aves adultas, porém sabe-se que a idade das aves pode influenciar os valores de EM isto é, aves adultas aproveitam melhor a energia dos alimentos (HARTEL, 1986). Consequentemente, a utilização de valores de energia metabolizável verdadeira para aves jovens será de menor confiabilidade.

Borges *et al.* (2003) avaliando as diversas energias metabolizáveis e comparando as metodologias tradicional e de alimentação forçada, demonstram que a EMA representa bem a energia disponível nos alimentos, no entanto, a influência dos níveis de consumo impossibilita a mensuração tanto da EMA quanto da EMV, quando a metodologia de alimentação forçada é utilizada. No entanto, a EMVn não é alterada pelas metodologias, sugerindo ser a melhor forma de estimar o conteúdo energético dos alimentos para aves.

Observou-se que a excreção proteica e o balanço de nitrogênio possuem relação direta com o nível de ingestão, gerando resultados irreais e maior possibilidade de erros experimentais com a utilização metodologia de alimentação forçada. Com isso, a técnica

tradicional destacou-se por possuir uma maior precisão na estimativa de energia metabolizável para aves, sendo pouco influenciada pela energia fecal metabólica e urinária endógena.

3.3. Fatores que interferem na exigência energética para frangos de corte

Os valores energéticos exigidos pelos frangos de corte são influenciados por diversos fatores dentre eles: idade, sexo, peso corporal, taxa de crescimento, grau de empenamento e principalmente a temperatura (LONGO *et al.*, 2006). É notado que as aves em período de crescimento possuem menores exigências energéticas que aves adultas. Segundo Mello *et al.* (2009), a digestibilidade da energia aumenta com a idade da ave devido ao desenvolvimento do trato digestório que conduz à melhoria de sua capacidade de aproveitamento dos nutrientes e da energia dos alimentos.

O controle da temperatura ambiental para a criação das aves deve ser respeitado, visando sua homeotermia. As aves possuem dificuldade em perder calor corporal para o ambiente, quando comparada a outros animais, por não possuírem glândulas sudoríparas e apresentarem uma camada isolante de penas. O aumento da taxa respiratória e a vasodilatação periférica são os únicos mecanismos para perda calórica. Com isso, em situação de estresse térmico por calor o animal precisará de um maior aporte energético para eliminar o calor corporal. As aves, quando criadas em ambientes de altas temperaturas apresentaram redução no consumo de ração na tentativa de reduzir a produção de calor metabólico, conseqüentemente, esse menor consumo resultará em piora no ganho de peso e na conversão alimentar (OLIVEIRA *et al.*, 2006).

Oliveira Neto *et al.* (2000), testando diferentes níveis energéticos (3075 e 3300 kcal) em diferentes temperaturas ambientais com e sem estresse térmico (32,3 e 23,3 °C) obtiveram valores de conversão alimentar de 2,26 e 1,91, respectivamente.

Muitas vezes, apenas o ajuste na dieta melhora o desempenho das aves, a exemplo da substituição do sebo pelo óleo vegetal. Segundo Bou *et al.* (2005) a inclusão de óleo vegetal nas rações de aves mantidas em estresse por calor reduz os efeitos depressivos da temperatura sobre seu desempenho.

O óleo de soja é frequentemente incluído em dietas de frangos de corte para aumentar a densidade energética da dieta, melhorar a eficiência e aumentar a digestibilidade de nutrientes em frangos de corte (MONFAREDI *et al.* 2011). Além do uso nas rações dos animais em estresse térmico por calor está associado a modificações na fisiologia

gastrointestinal e principalmente, ao menor incremento calórico verificado nos processos de digestão, absorção e assimilação de nutrientes (BETERCHINI, 2012).

3.4. Relação energia e nutrientes

O correto balanço energético e nutricional de uma dieta, principalmente aminoácidos, cálcio e fósforo, permitem melhor desempenho e características de carcaça dos frangos de corte, aumentando sua taxa de crescimento e reduzindo o teor de gordura depositado na carcaça (LESSON e SUMMERS, 2001).

3.4.1. Relação energia: aminoácidos para frangos de corte

A busca dos consumidores modernos por produtos cárneos com menor quantidade de gordura e o constante melhoramento genético das linhagens de frangos de corte induz a realização de testes periódicos com as rações visando atender essa demanda e melhorar o plano nutricional das dietas fornecidas aos frangos de corte.

As combinações dos aminoácidos formam as proteínas, responsáveis pela formação dos tecidos muscular, para que isso ocorra à quantidade de aminoácidos fornecidos via dieta deverá estar em concentrações adequadas (LESSON e SUMMERS, 2001).

A correta relação entre energia metabolizável e proteína bruta (EM: PB) permite o adequado ajuste na dieta, evitando a falta ou o desperdício de nutrientes, principalmente o de maior valor na formulação, os aminoácidos. O excesso de aminoácidos na dieta será desaminado, uma vez que essa fração proteica não é armazenada no organismo do animal. Para que esse processo ocorra haverá gasto energético que implicará em perda da eficiência do animal (ANDRIGUETTO *et al.*, 2002).

Quando os níveis de proteína são reduzidos em dietas isoenergéticas, ocorre aumento da relação energia: proteína, favorecendo uma maior deposição de gordura corporal (REGINATTO, 2000).

As formulações de rações com base na proteína ideal objetivam o melhor atendimento das exigências aminoacídicas dos frangos de corte para expressão do maior desempenho. Dentre os aminoácidos destaca-se a lisina, aminoácido essencial utilizada como referência para determinação dos outros aminoácidos. Além disso, a lisina é o aminoácido mais exigido para a deposição proteica (TRINDADE NETO, 2004). Trindade Neto *et al.* (2009), avaliando níveis de lisina (0,90; 0,95; 1,0; 1,05 e 1,10%) no desempenho de frangos de corte

na fase de 37 a 49 dias observaram efeito linear no ganho de peso e melhor na conversão alimentar com aumento da lisina digestível até o nível de 1,10%.

O processo de deposição proteica ocorre através do turnover proteico, ou seja, da síntese e degradação dessas moléculas. Segundo Lesson e Summers (2001), as aves jovens de rápido crescimento, consumindo dietas adequadas de aminoácidos podem alcançar taxa de degradação entre 30 a 40% da taxa de síntese proteica. Contudo, a ocorrência desse processo gera um gasto energético de 0,7 kcal para a deposição de um grama de proteína (BUTTERRY, *et al.* 1976), então é necessário que o animal tenha maior aporte energético, obedecendo a relação EM: PB para o maior ganho de peso.

Várias relações energia: aminoácidos têm sido testadas nas formulações de rações e, geralmente, são acompanhadas de mudanças na composição corporal, especialmente deposição de proteína e de gordura (SILVA *et al.*, 2003), pois, ao se estabelecer a relação energia: nutrientes da dieta, o consumo de proteína ou aminoácidos e de outros nutrientes pode ser afetado (PENZ JR. *et al.*, 1999).

Nascimento *et al.* (2004), avaliando efeito da energia e da relação energia: proteína sobre o desempenho e a deposição de gordura abdominal em frangos de corte na fase de 1 a 21 dias, utilizando tratamentos com relação EM:PB de 125,0; 136,9 e 151,5, com energia de 2.850; 3.000 e 3.150 kcal, observaram que a relação EM: PB de 136,9 (21,91% de PB) com 3000 kcal de energia metabolizável é a que melhor atendeu as exigências das aves, obtendo o maior ganho de peso (724 gramas), valores acima dessa relação aumentaram a porcentagem de gordura abdominal dos frangos de corte. Para Leeson *et al.* (1996) quando a relação EM: PB é aumentada ocorre redução no rendimento de carne, tanto em machos como em fêmeas, no contrário, as rações com conteúdo proteico crescente proporcionam maior ingestão proteica e rendimento de carne mais elevado.

Kamran *et al.* (2008), avaliaram o efeito de dietas com baixa proteína com constante relação EM: PB sobre o desempenho e rendimento de carcaça de frangos de corte de 1 a 35 dias de idade, na fase inicial utilizaram relação EM: PB de 132 (PB 23%, 22%, 21%, 20%: EM 3036, 2904, 2772 e 2640 de EM), para a fase de crescimento relação de 143 (PB 22%, 21%, 20%, 19%: EM 3146, 3003, 2860, 2717) e na fase final relação de 155 (PB 20%, 19%, 18%, 17%: EM 3100, 2945, 2790, 2635). Os autores observaram que houve queda linear no ganho de peso à medida que reduzia a proteína e a energia da dieta, a ingestão e a conversão alimentar foram aumentadas linearmente e as características de carcaça não foram alteradas.

3.4.2. Relação energia: minerais em dietas para frangos de corte

Os minerais são nutrientes de extrema importância para os frangos de corte, porém, por não serem sintetizados pelos organismos vivos, deverão ser suplementados via dieta (LAGANÁ e RIBEIRO, 2007). Dentre eles, o cálcio e o fósforo desempenham papel vital no crescimento, mineralização óssea e nos processos fisiológicos, como a transmissão de impulsos nervosos, contração muscular, coagulação sanguínea e ativação de sistemas enzimáticos.

O macromineral cálcio é o mais encontrado nas aves, representa 99% do seu esqueleto ósseo (SÁ *et al.*, 2004), quando em déficit no organismo, pode causar retardo no crescimento, desenvolvimento ósseo (LESSON e SUMMERS, 2001), deformação esquelética, raquitismo e discondroplasia tibial, fratura óssea e falta de plumagem (ABDOLLAHI *et al.*, 2015). Por outro lado, concentrações excessivamente altas de Ca na dieta podem impedir a disponibilidade de nutrientes, especificamente de outros minerais e lipídios, pela formação de complexos não absorvíveis (DRIVER *et al.*, 2005; DE MATOS, 2008; SELLE *et al.*, 2009), causando redução no desempenho de frangos de corte, reduzindo a digestibilidade de nutrientes, especialmente a gordura. Segundo Atteh e Leeson (1983) após a digestão da gordura, existe a possibilidade dos ácidos graxos liberados se ligarem ao cálcio e magnésio, originando os sabões insolúveis no lúmen intestinal.

O fósforo é um mineral essencial para a formação da estrutura óssea, além de participar de inúmeros processos metabólicos, como formação de fosfolipídeos das membranas celulares, síntese de carboidratos, lipídios e proteínas, no metabolismo de energia, na forma de ATP, ADP e AMP e na regulação do equilíbrio ácido-base (SUTTLE, 2010). Deficiências de fósforo em aves resultam em problemas semelhantes aos problemas da deficiência de Ca e incluem perda de integridade esquelética, redução do apetite, crescimento anormal em animais jovens e perda de peso em animais mais velhos (CHRISTENSEN *et al.*, 2003; NARCY *et al.*, 2009).

Tancharoenrat e Ravindran (2014) estudando a digestibilidade de dietas com diferentes níveis de cálcio (7; 10 e 13g/kg) e sebo (0; 40; 80g/kg) sobre o desempenho de frangos de corte, observaram a queda no desempenho com o aumento nas concentrações de cálcio na dieta e formação dos sabões de cálcio na digesta e excretas à medida que aumentava a relação cálcio e gordura na dieta.

Segundo Rostagno *et al.* (2017) a relação recomendada de cálcio: fósforo disponível nas dietas para frangos de corte é de 2.13:1. O autor ressalta que a exigência de fósforo disponível é calculada em função peso metabólico e das taxas de ganho de peso e

consequentemente a de cálcio. Desse modo, o atendimento dessa relação favorecerá a resistência esquelética das aves quando os níveis energéticos da dieta forem aumentados objetivando o maior ganho de peso.

REFERÊNCIAS

- ABPA- Associação Brasileira de Proteína Animal. **Relatório Anual**, 2018.
- ANDRIGUETTO, J.M.; PERLY, L.; MINARDI, I. **Nutrição animal: bases e fundamentos**. São Paulo, 396 p., 2002.
- ATTEH, J. O.; LEESON, S. Effects of dietary fatty acids and calcium levels on performance and mineral metabolism of broiler chickens. **Poultry Science**. 62:2412–2419, 1983.
- BETERCHINI, A. G. **Nutrição de monogástricos**. Lavras: Ed. UFLA, 373 p., 2012.
- BORGES, F.M.O., ROSTAGNO, H.S., SAAD, C.E.P. Comparação de métodos de avaliação dos valores energéticos do grão de trigo e seus subprodutos para frangos de corte. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, vol.55, n.6, 2003.
- BOU, R., GUARDIOLA, F., BARROETA, A. C.; CODONY, R. Effect of dietary fat sources and zinc and selenium supplements on the composition and consumer acceptability of chicken meat. **Poultry Science**. 84, 1129-1140, 2005.
- CHRISTENSEN, J.W., NIELSEN, B.L., YOUNG, J.F. and NODDEGAARD, F. Effects of calcium deficiency in broilers on the use of outdoor areas, foraging activity and production parameters. *Applied Animal Behaviour Science* 82: 229-240, 2003.
- DE LANGE, C.F.M.; BIRKETT, S.H. Characterization of useful energy content in swine and poultry feed ingredients. **Canadian Journal of animal Science**, Ottawa, v. 85, n.3, p. 269-280, 2005.
- DE MATOS, R. Calcium metabolism in birds. **Vet Clin North Am Exotc Anim Pract**. 11, 59–82, 2008.
- DRIVER, J.P., PESTI, G.M., BAKALLI, R.I., EDWARDS, H.M. Effects of calcium and nonphytate phosphorus concentrations on phytase efficacy in broiler chicks. **Poultry Science** 84, 1406–1417, 2005.
- MONFAREDI, A., REZAEI, M.; SAYYAHZADEH H. Effect of supplemental soy oil in low energy diets on some blood parameters and carcass characteristics of broiler chicks. **South African Journal Animal Science** v.41, p.24-32, 2011.
- HARTEL, H. Influence of food input and procedure of determination on metabolizable energy and digestibility of a diet measured with young and adult birds. *Br. Poultry Science*., v.27, p.1139, 1986.
- HILL, F. W.; ANDERSON, D. L. Comparison of metabolizable energy and productive energy determinations with growing chicks. **Journal of Science Nutrition**, v.64, p. 587-603, 1958.
- KAMRAN, Z.; SARWAR, M.; NISA, M. et al. Effect of Low-Protein Diets Having Constant Energy-to-Protein Ratio on Performance and Carcass Characteristics of Broiler Chickens from One to Thirty-Five Days of Age. **Poultry Science**, p. 468-474, 2008.

- LAGANÁ, C.; RIBEIRO, A. M. L. Uso de vitaminas e minerais em dietas para frangos de corte em ambientes quentes. *Revista de Ciência da Produção Animal*, **Boletim de Indústria Animal**. Nova Odessa, v. 64, n. 2, p. 159-166, abr./jun., 2007.
- LAWRENCE, T.L.J.; FOWLER, V.R. **Growth of farm animals**. 2 ed. Wallingford: CAB International, 347p., 2002.
- LEESON, S.; CASTON, L.; SUMMERS, J. D. Broiler response to diet energy. **Poult Sci**, v. 75, n. 4, p. 529-535, 1996.
- LESSON, S.; SUMMERS, J.D. **Nutrition of the chicken**. 4.ed. Guelph: University Books, 413p, 2001.
- LIMA, A.C.F; JUNIOR, J.M.P; MACARI, M.; et al. Efeito do Uso de Probiótico sobre o Desempenho e Atividade de Enzimas Digestivas de Frangos de Corte. **Rev Bras Zoot.**, v.32, n.1, p.200-207, 2003.
- LIMA, L.M.B.; LARA, L.J.C.; BAIÃO, N.C. et al. Efeitos dos níveis de energia, lisina e metionina + cistina sobre o desempenho e o rendimento de carcaça de frangos de corte. **Rev Bras Zoot**, v.37, n.8, p.1424-1432, 2008.
- LONGO, F. A., SAKOMURA, N. K., RABELLO, C. BOA-VIAGEM. et al. Exigências energéticas para manutenção e crescimento de frangos de corte. **Rev Bras Zoot**, Viçosa, v. 35, n. 1, p. 119-125, 2006.
- MELLO, H.H.C.; GOMES, P.C.; ROSTAGNO, H.S. et al. Valores de energia metabolizável de alguns alimentos obtidos com aves de diferentes idades, **Rev. Bras. Zoot.**, v.38, n.5, p.863-868, 2009.
- MENDONÇA, M.O.; SAKOMURA, N.K.; DOS SANTOS, R.F. et al. Níveis de energia metabolizável para machos de corte de crescimento lento criados em semiconfinamento. **Rev. Bras. Zoot.**, v.37, n.8, p.1433-1440, 2008.
- NARCY, A., LETOURNEAU-MONTMINY, M.P., MAGNIN, M. et al. Phosphorus utilisation in broilers. **Proceedings 17th European Symposium on Poultry Nutrition**, Edinburgh, UK, pp. 14-20, 2009.
- NASCIMENTO, A. H.; SILVA, J. H. V., ALBINO, L. F. T. et al. Energia Metabolizável e relação energia: proteína bruta nas fases pré-inicial e inicial de frangos de corte. **Rev. Bras. Zoot.**, v. 33, n. 4, p. 911-918, 2004.
- NOBLET, J.; VAN MILGEN, J.; DUBOIS, S. Utilisation of metabolisable energy of feeds in pigs and poultry: Interest of net energy systems? In: **21 st Annual Australian Poultry Science Symposium, Sydney**, New South Wales, p. 26-35, 2010.
- OLIVEIRA, G. A, OLIVEIRA, R. F. M., DONZELE, J. L. *et al*. Efeitos da temperatura ambiente sobre o desempenho e as características de carcaça de frangos de corte dos 22 aos 42 dias de idade. **Rev. Bras. Zoot.**, v. 35, n. 4, p. 1398-1405, 2006.
- OLIVEIRA NETO, A. R; DE OLIVEIRA, R.F.M. DONZELE, J.L *et al*. Efeito da Temperatura Ambiente sobre o Desempenho e Características de Carcaça de Frangos de

Corte Alimentados com Dieta Controlada e Dois Níveis de Energia Metabolizável. **Rev. Bras. Zoot.**, v. 29(1), p.183-190, 2000.

PENZ, JR., A. M.; KESSLER, A. M.; BRUGALLI, I. Novos conceitos de energia para aves. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE NUTRIÇÃO DE AVES, Campinas. **Anais**. Campinas:Facta, p. 1-24, 1999.

PACK, M. Proteína ideal para frangos de corte: conceitos e posição atual. Conferência apinco de ciências e tecnologia avícolas, 1995, Curitiba. Anais... Curitiba: APINCO, p. 95-110,1995.

REGINATTO, M. F.; RIBEIRO, A.M.; PENZ JR., A. M. *et al.* Efeito da energia, relação energia: proteína e fase de crescimento sobre o desempenho e composição de carcaça de frangos de corte. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v.2, n. 3, p. 229-237, Campinas, 2000.

RICHARDS, M. P.; PROSZKOWIEC-WEGLARZ, M. Mechanisms Regulating Feed Intake, Energy Expenditure, and Body Weight in Poultry. **Poultry Science** 86:1478–1490, 2007.

ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; HANNAS, M.I. *et al.* **Tabelas Brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 252p, 2011.

ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; HANNAS, M.I. *et al.* **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 4. Ed- Viçosa; Departamento de Zootecnia, UFV, 488 p., 2017.

SÁ, L.M; GOMES, P.C.; ROSTAGNO, H. S. Exigência Nutricional de Cálcio para Frangos de Corte, nas Fases de Crescimento e Terminação. **Rev. Bras. Zoot.**, v.33, n.2, p.397406, 2004.

SAKOMURA, N.K.; LONGO, F.A.; RABELLO, C. BOA-VIAGEM; et al. Efeito do Nível de Energia Metabolizável da Dieta no Desempenho e Metabolismo Energético de Frangos de Corte. **Rev. Bras. Zoot.**, v.33, n.6, p.1758-1767, 2004.

SAKOMURA, N. K.; ROSTAGNO, H.S. **Métodos de pesquisa em nutrição de monogátricos**. 2.ed. Jaboticabal: Funep, p. 262, 2016.

SAKOMURA, N. K.; SILVA, J.H.V.; COSTA, F.G.P. et al. **Nutrição de não-ruminantes**. Unesp Jaboticabal: Funep, p.678, 2014.

SELLE, P.H., COWIESON, A.J., RAVINDRAN, V. Consequences of calcium interactions with phytate and phytase for poultry and pigs. **Livestock Science**. 124, 126–141, 2009.

SIBBALD, I. R.; SLINGER, S. J. A. Biological assay for metabolizable energy in poultry feed ingredients together with findings which demonstrate some of the problems associated with the evaluation of fats. **Poultry Science**, v.42, p. 313-325, 1963.

SIBBALD, I.R.; WOLYNETZ, M.S. Comparisons of bioassays for true metabolizable energy adjusted to zero nitrogen balance. **Poultry Science**, v.67, p.1192-1202, 1988.

- SIBBALD, I.R.; WOLYNETZ, M.S. Estimates of retained nitrogen used to correct estimates of bioavailable energy, **Poultry Science**, v.64, p.1506-1513, 1985.
- SIBBALD, I.R. A bioassay for true metabolizable energy in feedingstuffs. **Poultry Science**, v.55, p.303-308, 1976.
- SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. Análise de Alimentos: métodos químicos e biológicos. Editora: UFV, 2ª reimpressão, 235 p., 2005.
- SILVA, J.H.V.; ALBINO, L.F.T.; NASCIMENTO, A.H. Estimativas da composição anatômica da carcaça de frangos de corte com base no nível de proteína da ração e peso da carcaça. *Rev. Bras. Zoot.*, v. 32, n. 2, p. 344-352, 2003.
- SUIDA, D. Formulação por proteína ideal e consequências técnicas, econômicas e ambientais. Simpósio Internacional de Nutrição Animal: Proteína Ideal, Energia Líquida e Modelagem, 1., 2001. Santa Maria, RS. Anais... Santa Maria: [s.n.], 2001.
- SUTTLE, N.F. Mineral nutrition of livestock. 4 ed. 587 p., 2010.
- TANCHAROENRAT, P.; RAVINDRAN, P. Influence of tallow and calcium concentrations on the performance and energy and nutrient utilization in broiler starters. **Poultry Science**, v. 93, p. 1453-1462, 2014.
- TRINDADE NETO, M. A.; PETELINCAR, I. M.; BERTO, D.A. *et al.* Níveis de lisina para leitões na fase inicial-1 do crescimento pós-desmame: composição corporal aos 11,9 e 19,0 kg. **Rev. Bras. Zoot.**, v. 33, n.6, p.1777-1789, 2004.
- TRINDADE NETO, M. A.; TAKEARA, P., DE TOLEDO, A. L. *et al.* Níveis de lisina digestível para frangos de corte machos no período de 37 a 49 dias de idade. **Rev. Bras. Zoot.**, v.38, n.3, p.508-514, 2009.
- VALÉRIO, S.R.; DE OLIVEIRA R.F.M.; DONZELE, J.L. *et al.* Níveis de lisina digestível em rações, em que se manteve ou não a relação aminoacídica, para Frangos de Corte de 22 a 42 Dias de Idade, Mantidos em Estresse por Calor. **Rev. Bras. Zoot.**, v.32, n.2, p.372-382, 2003.

VICTOR EMANUEL MENESES FEITOSA

**NÍVEIS ENERGÉTICOS E AJUSTES DE LISINA, CÁLCIO E
FÓSFORO SOBRE A DIGESTIBILIDADE DE NUTRIENTES E
DESEMPENHO DE FRANGOS DE CORTE**

Redigido sob as normas da revista Spanish Journal of Agricultural Research

Resumo

Foi avaliada a digestibilidade e o desempenho de frangos de corte alimentados com diferentes níveis EM, com e sem ajuste dos nutrientes lisina digestível (lis dig), cálcio (Ca) e fósforo disponível (Pd). Para a digestibilidade foram utilizadas 210 aves machos da linhagem *Cobb* 500 (14 aos 21 dias de idade), distribuídas em DIC com arranjo fatorial 3x2+1, com três níveis de EM (3050; 3125; 3200 kcal/kg) com ou sem ajuste de nutrientes e um tratamento controle (2975 kcal EM/kg), totalizando sete tratamentos, seis repetições e cinco aves por unidade experimental. No desempenho (8 aos 21 dias de idade) foram utilizadas 1.120 aves em delineamento e tratamentos semelhantes ao experimento anterior. No desempenho final (22 a 42 dias de idade) foram utilizados 1.008 frangos de corte, distribuídos em DIC com arranjo fatorial 3x2+1, totalizando sete tratamentos com oito repetições e dezoito aves por unidade experimental, os tratamentos consistiram de três níveis de EM (3050; 3125 e 3200 kcal/kg) e um tratamento controle com 2975 kcal EM/kg. Os CDMS e PB foram melhorados ($P \leq 0,05$) conforme o aumento da EM e do ajuste nos nutrientes da dieta. A EB apresentou maior digestibilidade com o ajuste dos nutrientes ($P \leq 0,05$). Os dados de desempenho final não apresentaram interações ($P > 0,05$) entre a energia e o ajuste dos nutrientes, mas o aumento do nível energético melhorou a conversão alimentar ($CA = 1,370$). O aumento na densidade energética seguida de ajuste dos principais nutrientes proporciona melhorias no aproveitamento dos nutrientes e no desempenho das aves.

Palavras-chave adicionais: aminoácidos; caloria; minerais; nutrição animal.

Abreviaturas utilizadas: Ca (cálcio); CA (conversão alimentar); CA (dietas com ajuste de nutrientes); CDMS (Coeficientes de digestibilidade da matéria seca); CDPB (Coeficientes de digestibilidade da proteína bruta); CDEB (Coeficientes de digestibilidade da energia bruta); CR (consumo de ração total); EM (energia metabolizável); GP (ganho de peso total); Lis dig (lisina digestível); Met+Cis dig. (metionina + cistina digestível); Pd (fósforo disponível); Gli+ Ser dig. (glicina + serina digestível); SA (dietas sem ajuste de nutrientes); RN (retenção de nitrogênio).

Abstract

The digestibility and performance of broiler chickens fed at different MS levels were evaluated with and without nutrient adjustment (digestible lysine (lys dig), calcium (Ca) and available phosphorus (Pd)). For the digestibility, 210 male Cobb 500 broilers (14 to 21 days of age) were used, with a $3 \times 2 + 1$ factorial arrangement with three levels of ME (3050; 3125; 3200 kcal / kg) with or without adjustment of nutrients and a control treatment (2975 kcal ME / kg), totaling seven treatments, six replicates and five birds per experimental unit. In performance (8 to 21 days of age) were used 1,120 birds in a design and treatments similar to the previous experiment. In the final performance (22 to 42 days of age), 1,008 broilers were used, distributed in DIC with factorial arrangement $3 \times 2 + 1$, totaling seven treatments with eight replicates and eighteen birds per experimental unit, treatments consisted of three levels of MS 3050, 3125 and 3200 kcal / kg) and a control treatment with 2975 kcal ME / kg. CDMS and PB were improved ($P \leq 0.05$) as the increase in MS and adjustment in dietary nutrients. EB showed higher digestibility with nutrient adjustment ($P \leq 0.05$). The final performance data did not show interactions ($P > 0.05$) between energy and nutrient adjustment, but the increase in energy level improved feed conversion ($CA = 1.370$). The increase in energy density followed by adjustment of the main nutrients provides improvements in nutrient utilization and bird performance.

Keywords: amino acids; calorie; minerals; animal nutrition.

Abbreviations used: Ca (calcium); CA (feed conversion); CA (nutrient-adjusted diets); Dry matter digestibility coefficients (CDMS); CDPB (Crude protein digestibility coefficients); CDEB (Gross energy digestibility coefficients); CR (total ration consumption); MS (metabolizable energy); GP (total weight gain); Lys dig (digestible lysine); Met + Cys. Dig. (methionine + cystine digestible); Pd (available phosphorus); Gly + Ser. (glycine + digestible serine); SA (diets without nutrient adjustment); RN (nitrogen retention).

Introdução

A nutrição dos frangos de corte é uma das áreas que mais tem contribuído para o desenvolvimento da avicultura, nesse sentido, a definição do nível energético utilizado nas dietas das aves é uma importante decisão, visto que a energia corresponde a cerca de 50% do custo total de uma dieta (Scotta et al., 2016), e além disso, o correto equilíbrio caloria:nutriente das rações pode afetar a síntese ou degradação protéica, a qualidade de utilização dos demais nutrientes fornecidos e o rendimento de carcaça (Gonzales & Sartori, 2002).

Nessa perspectiva, a energia metabolizável (EM) é considerada um fator nutricional estratégico, pois o consumo alimentar das aves é regulado principalmente pela densidade calórica das rações, dessa forma, as exigências de aminoácidos e de outros nutrientes, devem ser expressas em função dos níveis de energia metabolizável das rações (Silva *et al.*, 2003), sendo necessário ajustar proporcionalmente estes nutrientes quando se aumenta o nível energético das dietas, evitando a deposição excessiva de gordura e mantendo a taxa de crescimento (Leeson e Summers, 2001).

A literatura científica tem demonstrado o efeito benéfico de dietas com maior densidade energética com ajustes dos nutrientes lisina, cálcio e fósforo sobre as características de desempenho e carcaça das aves (Hidalgo *et al.*, 2004; Venäläinen *et al.*, 2006; Dozier *et al.*, 2011), uma vez que o consumo de rações sem ajustes na relação caloria:aminoácido pode alterar a concentração dos aminoácidos no plasma e nos tecidos, resultando em redução do consumo e no do consumo e no crescimento do animal (Haese *et al.*, 2012). Portanto, este conceito demonstra que existe um equilíbrio ótimo de energia e aminoácidos (Waldroup, 1981).

Da mesma forma, os minerais agem em sinergia com densidade energética, Rostagno et al. (2011), correlacionaram positivamente a taxa de ganho de peso com as exigências de fosforo e cálcio, assim quando se eleva a inclusão de energia metabolizável nas dietas de frangos de corte é importante ajustar os níveis de cálcio e fosforo, para permitir um melhor desenvolvimento esquelético, e suportar o ganho de peso (Leeson e Summers, 2001). Além disso, esses minerais participam de diversas reações metabólicas e estruturais para a manutenção da vida, principalmente em frangos de crescimento rápido, requerendo suprimento nutricional adequado. Segundo Shafey et al. (1990) quando o fornecimento é caracterizado como insuficiente ou em excesso de um ou ambos minerais há interferência na homeostase, resultando em problemas inerentes a taxa de crescimento e mineralização óssea.

Assim diante do exposto, a definição do nível de energia das dietas de frangos de corte é primordial para atender as necessidades energéticas, bem como propiciar ajuste nutricional em função da EM para favorecer o máximo desempenho produtivo. Ao mesmo tempo é necessário determinar o efeito dos valores energéticos sobre a digestibilidade dos nutrientes da dieta. Portanto, objetivou-se determinar a digestibilidade de nutrientes e o desempenho dos frangos de corte alimentados com dietas formuladas com diferentes níveis energéticos, com e sem ajuste dos nutrientes lisina digestível, cálcio e fósforo disponível.

Materiais e Métodos

Considerações Éticas

Todos os procedimentos experimentais utilizados neste estudo foram aprovados pelo Comitê de Ética Animal da Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, Brasil (Aprovação 002/2015).

Ensaio de Digestibilidade

Foram utilizados 210 pintos de corte machos, da linhagem *Cobb* 500, com peso médio inicial de 490 g, submetidos aos tratamentos experimentais na fase de 14 aos 21 dias de idade. As aves foram distribuídas em um delineamento experimental de blocos inteiramente casualizados em arranjo fatorial 3x2+1, sendo três níveis de energia metabolizável com ou sem ajuste de nutrientes (Lis dig+Ca+Pd) e um tratamento controle, totalizando sete tratamentos, seis repetições e cinco aves por unidade experimental, os tratamentos adotados foram:

Tratamento 1: 3050 kcal EM/kg; Sem ajuste de nutrientes;

Tratamento 2: 3125 kcal EM/kg; Sem ajuste de nutrientes;

Tratamento 3: 3200 kcal EM/kg; Sem ajuste de nutrientes;

Tratamento 4: 3050 kcal EM/kg; Com ajuste de 2,5% nutrientes (Lis dig+Ca+Pd);

Tratamento 5: 3125 kcal EM/kg; Com ajuste de 5% nutrientes (Lis+Ca+Pd);

Tratamento 6: 3200 kcal EM/kg; Com ajuste de 7,5% nutrientes (Lis+Ca+Pd);

Tratamento 7: 2975 kcal EM/kg – controle

As dietas experimentais estão dispostas na Tabela 1. As dietas com ajustes de nutrientes tiveram os níveis de lisina digestível, cálcio, fósforo disponível aumentados em 2,5%, 5% e 7,5%, respectivamente para os três níveis de energia metabolizável utilizados,

enquanto que as dietas sem ajuste de nutrientes apresentam os mesmos níveis de lisina digestível, cálcio, fósforo disponível que a dieta controle, exceto para os níveis de energia metabolizável, que tiveram valores 3.050, 3.125 e 3200 kcal EM/kg. A dieta controle continha 2975 kcal EM/kg de ração, 1,174% de lisina digestível, 0,819% de cálcio e 0,391% de fósforo disponível, e foi formulada para atender as exigências nutricionais de frangos de corte de desempenho médio proposta por Rostagno *et al.* (2011).

Para o ajuste de energia metabolizável, lisina digestível, cálcio e fósforo disponível, foram utilizados areia lavada (inerte) e amido.

As aves foram alojadas em piso de concreto coberto com maralhave do 1º ao 13º dia de idade e alimentadas com ração e água *ad libitum*. Após esse período foram transferidas para gaiolas metabólicas (dimensões 0,60 x 0,50 x 0,40m), providas de comedouro tipo calha e bebedouro tipo nipple, onde foram mantidas durante todo o período experimental (14 aos 21 dias de idade). Foram adotados cinco dias para a adaptação das aves às dietas e as gaiolas metabólicas, após esse período as coletas das excretas foram realizadas conforme recomendações de Sakomura e Rostagno (2016).

Após o término do período de coleta, as excretas foram descongeladas, homogeneizadas, pré-secas a 55°C por 72 horas em estufa de ventilação forçada, moídas em moinho de bola e preparadas para a realização das análises de matéria seca (Method 934.01; AOAC Int., 2012), nitrogênio (Method 990.03; AOAC Int., 2012), extrato etéreo (Method 920.39; AOAC Int., 2012). A energia bruta (EB) foi determinada em bomba calorimétrica (Calorimeter System C200, IKA) usando ácido benzóico como padrão de calibração. Os coeficientes de metabolizabilidade da MS, EB, PB e Retenção de nitrogênio foram estimados de acordo com Sakomura e Rostagno (2016).

Ensaio de desempenho

O ensaio de desempenho foi dividido em duas fases produtivas, de 8 a 21 dias de idade; e de 22 a 42 dias de idade. As aves foram alojadas em um galpão com piso de concreto coberto por maralhave subdividido em 56 boxes de 2 m² (1,0 m x 2,0 m), contendo comedouro tubular semiautomático, bebedouro *nipple* tipo copo, lâmpadas para aquecimento e cama de maravalha.

No ensaio de desempenho inicial (8 a 21 dias) foram utilizados 1.120 frangos de corte, machos, da linhagem comercial *Cobb* 500, com peso médio inicial de 190 ± 0,19 g. As aves foram distribuídas em delineamento experimental e tratamentos semelhantes ao do ensaio de digestibilidade. Para o ensaio de desempenho na fase final de produção (22 a 42 dias de

idade), foram utilizados 1.008 frangos de corte, com peso médio inicial de 855 ± 6 gramas, distribuídos em um delineamento experimental inteiramente casualizado em arranjo fatorial $3 \times 2 + 1$, totalizando sete tratamentos com oito repetições e dezoito aves por unidade experimental.

Nesta fase as dietas experimentais com ajustes de nutrientes foram compostas por níveis de cálcio, fósforo disponível e lisina digestível aumentados em 2,5%, 5% e 7,5%, respectivamente (Tabela 2). As dietas sem ajustes apresentam os mesmos níveis de cálcio, fósforo disponível e lisina digestível que a dieta controle, com variação apenas nos níveis de energia metabolizável (3100; 3175 e 3250 kcal/kg). Para o ajuste de energia metabolizável, lisina digestível, cálcio e fósforo disponível, foram utilizados areia lavada (inerte) e amido. Enquanto que a dieta consistiu em dieta com 3025 kcal EM/kg, 1,050 % de lisina digestível, 0,685 % de cálcio e 0,320 % de fósforo disponível, seguindo as recomendações nutricionais de Rostagno *et al.* (2011), para frangos de corte de desempenho médio.

Foi adotado um programa de iluminação 23+1 (23 horas de claro e 1 hora de escuro), com alimentação e água à vontade. A mensuração da temperatura ocorreu a partir da utilização do termo-higrômetro na altura das aves.

Semanalmente as aves foram pesadas e o fornecimento de ração registrado, para determinar os parâmetros de desempenho. A mortalidade foi verificada diariamente para ajuste na conversão alimentar.

Os parâmetros de desempenho avaliados em cada período experimental foram: peso final (g/ave), ganho de peso (g/ave), consumo de ração (g/ave) e conversão alimentar (g/g), que foram calculados em função das mortalidades registradas.

Análise Estatística

Os resultados experimentais foram analisados utilizando o SAS 9,0 (SAS Institute Inc. 2004) usando o procedimento GLM com um modelo contendo dois fatores: níveis de energia metabolizável, ajuste de nutrientes e a interação entre os dois fatores. As médias foram comparadas usando o teste Tukey para o nível de 5% de significância. A dieta controle foi comparada com as demais dietas experimentais através do contraste para determinar os efeitos da energia e dos nutrientes.

Resultados

A temperatura média registrada durante o período experimental foi de 27,6°C (mínima de 22,7 °C e máxima de 32,5°C).

Efeito das dietas sobre a digestibilidade

Houve interação ($P \leq 0,05$) do nível de EM e a utilização de ajuste de nutrientes sobre os coeficientes de digestibilidade da matéria seca (CDMS) e proteína bruta (CDPB). É possível observar que conforme ocorreu o aumento no fornecimento de EM com aumento no ajuste de nutrientes da dieta (Lis dig+Ca+Pd) o CDMS e CDPB foram melhorados (Tabela 3).

No contraste, para os tratamentos sem ajuste, apenas a dieta com 3050 kcal EM/kg melhorou a digestibilidade da matéria seca (CDMS). Não obstante, o ajuste de nutrientes proporcionou maior digestibilidade da matéria seca nos três níveis de energia quando comparado ao nível energético da dieta controle.

A maior oferta dos nutrientes através das dietas ajustadas afetou o CDEB ($P \leq 0,05$), aumentando o aproveitamento da energia em relação às dietas sem ajuste (Tabela 4). Não houve resposta ($P > 0,05$) dos tratamentos sobre a retenção de nitrogênio.

Efeito da energia e ajuste de nutrientes sobre o desempenho inicial das aves

Para os dados de desempenho inicial dos frangos de cortes (Tabela 4) é possível verificar não houve interação ($P > 0,05$) entre que os níveis de EM e o ajuste dos nutrientes. Entretanto, as dietas com maior inclusão de EM proporcionaram um aumento ($P \leq 0,05$) no ganho de peso de até 24 g e uma melhora na conversão alimentar das aves alimentadas com essa dieta, em comparação as dietas com inclusão de 3050 kcal EM/kg.

Ao avaliar o contraste do tratamento controle vs teste foi possível verificar que conforme ocorreu o aumento na densidade energética das dietas o ganho de peso foi melhorado (GP= 726 g), dessa forma a conversão alimentar também foi afetada pela maior inclusão de EM das dietas ($P \leq 0,05$).

Efeito da energia e ajuste de nutrientes sobre o desempenho de frangos de corte na fase de crescimento e terminação

Não foi observado interação ($P > 0,05$) entre os níveis de EM e o ajuste de nutrientes (Lis dig+Ca+Pd) sobre o desempenho das aves na fase de crescimento e terminação (Tabela

5). A análise dos fatores isolados demonstrou que houve redução no consumo de ração ($P < 0,05$) com o aumento de EM (3250 kcal/kg), que proporcionalmente acarretou em melhora na conversão alimentar.

A análise de contraste demonstrou que a dieta controle (3025 kcal EM/kg) proporcionou menor ganho de peso, com consumo de ração semelhante em aves alimentadas com as dietas contendo 3100 e 3175 kcal EM/kg com ou sem ajuste de nutrientes. Dentro do contraste, a dieta controle (CR=3347 g) diferiu ($P \leq 0,05$) apenas do maior nível energético (3250 kcal/kg) com ajuste de nutrientes, que apresentou menor consumo de ração (CR=3144 g).

Essas combinações de consumo e ganho refletiram sobre a conversão alimentar das aves, a qual foi piorada ($P \leq 0,05$) na dieta controle com menor energia metabolizável (CA=1,746) em comparação as demais.

Discussões

De maneira geral pode-se observar o efeito positivo das dietas mais energéticas ajustadas nutricionalmente sobre a digestibilidade da matéria seca, uma vez que quando as aves foram alimentadas com a dieta contendo 2975 kcal EM/kg (dieta controle) observou-se menor CDMS em relação às dietas com ajuste de nutrientes. Demonstrando, portanto, o efeito aditivo do aumento de minerais e aminoácidos.

O CDMS reflete a digestibilidade dos nutrientes, ou seja, um aumento indica maior absorção dos nutrientes de uma dieta (Barbosa *et al.*, 2008), este fato pode estar relacionado com o aumento na quantidade de ácidos graxos presentes na dieta, visto que o aumento na densidade energética é obtida principalmente pela inclusão de óleo de soja. Segundo McDonald *et al.*, (2010), os de ácidos graxos presentes na dieta podem agir fisiologicamente inibindo o esvaziamento gástrico quando atingem o duodeno e, conseqüentemente, aumentando o tempo de permanência do alimento dentro do intestino (Honda *et al.*, 2009; Kim *et al.*, 2013), favorecendo a ação de enzimas digestivas e melhorando a digestibilidade dos nutrientes (Danicke *et al.*, 1999). Apesar das diferenças fisiológicas, Mateos *et al.* (1982), também observaram menor taxa de passagem ao aumentar a inclusão de gordura suplementar em dietas fornecidas a poedeiras.

Outro fator que pode influenciar na digestibilidade da matéria seca é a presença de minerais, segundo Schoulten *et al.* (2003), a oferta crescente de cálcio (0,46 a 0,88 %) é favorável ao aumento de digestibilidade da matéria seca em frangos de corte, machos, na

idade inicial. Corroborando com os dados desse experimento que tiveram dieta com cálcio ajustado em 7,5% (0,88%) com maior CDMS que dietas não ajustadas (0,82%).

Os efeitos do aumento dos níveis de EM e dos nutrientes também foram observados sobre o CDPB, indicando que dietas com baixa energia (2975 kcal/kg) e sem ajuste de nutrientes pioram a digestibilidade da proteína e consequentemente do desempenho. A adição de aminoácidos industriais favorece a digestibilidade da proteína da dieta por esses serem praticamente 100% absorvidos (Rostagno *et al.*, 2017).

Em relação ao CDEB pode-se inferir que o melhor aproveitamento dos componentes energéticos das dietas está relacionado com o ajuste da lisina, que alterou todos os aminoácidos das dietas, sendo a glicina um deles. Segundo Ospina-Rojas *et al.* (2013), a suplementação de glicina possibilita o aumento da digestibilidade da gordura dietética, principalmente por ser componente dos sais biliares, o qual constitui aproximadamente 90% do total de aminoácidos da bile (Souffrant, 1991). Outro benefício dessa adição é a melhoria da qualidade das vilosidades, conforme observado por Fernandes *et al.* (2017).

Apesar do aumento dos níveis de ajuste dos nutrientes das dietas (Lis. Dig. + Ca + Pd) e respectivamente os níveis de EM afetarem positivamente o CDMS e CDPB, não resultaram em melhora no desempenho inicial das aves. Segundo Liu *et al.* (2017), o nível energético de uma dieta, obtida a partir dos componentes amido, proteína e lipídios, é influenciador do ganho de peso e da conversão alimentar, entretanto nem sempre digestibilidade e desempenho são semelhantes, visto que em certas dietas a combinação de maiores teores de amido e proteína apresentam melhor resultado sobre o desempenho no animal, mas não podem corresponder a melhor digestibilidade.

Para os resultados de desempenho nas fases de crescimento e terminação, pode-se observar que o aumento na densidade energética ocasionou redução no consumo de ração. As pesquisas têm mostrado que aumento dos níveis de inclusão de óleo de soja nas dietas, pode ser atribuído a alteração na taxa de passagem e digestibilidade do alimento (Mateos *et al.* 1982), sendo um fator que pode, em parte, justificar o menor consumo de ração pelas aves alimentadas com dietas enriquecidas com maior quantidade de óleo de soja. Nesse sentido, a elevada ingestão de ácidos graxos pode ter ocasionado em maior secreção de colecistoquinina, hormônio que atua inibindo o esvaziamento gástrico quando o bolo alimentar atinge o duodeno (McDonald *et al.*, 2010; Swenson e Reece, 1996). Mendes *et al.* (2004), analisando diferentes níveis de inclusão de energia nas dietas de frangos de corte, obtiveram resultados semelhantes ao do presente estudo, em que a utilização de 3200 kcal EM/kg dos 21 aos 42 dias de idade ocasionou diminuição no consumo de ração.

Essas alterações no consumo interferiram na conversão alimentar, sendo melhorada 0,036 pontos nas dietas de maior nível energético e ajustadas nutricionalmente, quando comparada com as demais. Resultado semelhante foi observado por Hidalgo *et al.* (2004) e Saleh *et al.* (2004). Segundo Bertechini *et al.* (2012), o uso de óleos e gorduras nas rações aumenta a palatabilidade, reduz as perdas de nutrientes e melhora a conversão alimentar, entre outros efeitos positivos.

Conclui-se que para o melhor desempenho dos frangos de corte é fundamental o ajuste dos nutrientes (lisina digestível, cálcio e fósforo disponível) quando os níveis energéticos das dietas são aumentados de 3050 a 3200 kcal EM/kg de ração, com melhora significativa na digestibilidade da matéria seca e proteína.

Referências

- AOAC. AOAC official methods of analysis, 19 ed, Arlington: Association of Official Analytical Chemists, 2012.
- Barbosa NAA, Sakomura N K, Fernandes J BK, Dourado LRB, 2008. Enzimas exógenas no desempenho e na digestibilidade ileal de nutrientes em frangos de corte. *Pesq. Agropec Bras* 43:755-762.
- Beterchini AG, 2012. Nutrição de monogástricos. Lavras: Ed. UFLA, 373 p., 2012.
- Cobb Vantress Brasil. Manual de Manejo de Frangos de Corte 74. Disponível em: <https://cobbstorage.blob.core.windows.net/guides/4aeb26f0-bbd2-11e6-bd5d55bb08833e29.pdf>. Acesso dia 2 de agosto de 2017.
- Danicke S, Vahjen W, Simon S, Jeroch H, 1999. Effects of dietary fat type and xylanase supplementation to rye-based broiler diets on selected bacterial groups adhering to the intestinal epithelium. on transit time of feed, and on nutrient digestibility. *Poult Sci* 78:1292-1299.
- Dozier WA, Gehring CK, Corzo UMA, 2011. Apparent metabolizable energy needs of male and female broilers from 36 to 47 days of age. *Poultry Science*, v. 90, n. 4, p. 804-814, 2011.
- Fernandes JIM, Rorig A, Gottardo ET, *et al*, 2017. Dietas pós-eclosão suplementadas com fontes de gordura e acrescidas de taurina e glicina sobre a morfometria intestinal e o desempenho de frangos de corte de um a 21 dias, **Arquivo Brasileiro Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.69, n.1, p.198-204.
- Gonzales E, Sartori JR. Crescimento e metabolismo muscular, 2002. In: Macari M, Furlan RL; Gonzales E (Eds.). *Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte*. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, p.279-297.
- Haese D, Kill JL, Haddade IR, Saraiva A, Vitoria EL, Puppo DD, Souza EO, 2012. Exigência de lisina digestível e planos de nutrição para frangos de corte machos mantendo as relações metionina + cistina e treonina digestível na proteína ideal. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.42, n.3, p.538-544.
- Hidalgo MA, Dozier WA, Davis AJ, Gordon RW, 2004. Live Performance and Meat Yield Responses of Broilers to Progressive Concentrations of Dietary Energy Maintained at a Constant Metabolizable Energy-to-Crude Protein Ratio. *J Appl Poult Res* 13:319-327.

- Honda K, Kamisoyama H, Isshiki Y, Hasegawa, 2009. Effects of Dietary Fat Levels on Nutrient Digestibility at Different Sites of Chicken Intestines. *J Poult Sci* 46: 291-295.
- Kim JH, Seo S, Kim CH, Kim JW, Lee BB, Lee GI, Shin HS, Kim MC, Kil DY, 2013. Effect of dietary supplementation of crude glycerol or tallow on intestinal transit time and utilization of energy and nutrients in diets fed to broiler chickens. *Livest Sci* 154:165-168.
- Lesson S; Summers JD, 2001. Nutrition of the chicken. 4.ed. Guelph: University Books, 413p, 2001.
- Liu SY, Chrystal PV, Cowieson AJ, Truong HH, Moss AF, Selle PH, 2017. The influence of the selection of macronutrients coupled with dietary energy density on the performance of broiler chickens, *Plos One* 12:e0185480.
- Mateos GG, Vender J L, Eastwood JA, 1982. Rate of food passage (transit time) as influenced by level of supplemental fat. *Poult Sci* 61:94-100.
- Mendes AA, Moreira J, de Oliveira EG, 2004. Efeitos da Energia da Dieta sobre Desempenho, Rendimento de Carcaça e Gordura Abdominal de Frangos de Corte. *Rev Bras Zootec* 33:2300-2307.
- McDonald P, Edwards RA, Greenhalgh JF D, Morgan CA, Sinclair LA, Wilkson RG, 2010. *Animal Nutrition*. 7 ed. London, UK: Prentice Hall, p. 692, 2010.
- Ospina-Rojas IC, Murakami AE, Oliveira CA, Guerra AF, 2013. Supplemental glycine and threonine effects on performance, intestinal mucosa development, and nutrient utilization of growing broiler chickens. **Poultry Science**, v.92, p.2724-273.
- Rostagno HS, Albino LFT, Donzele JL, Gomes PC, Oliveira RF, Lopes DC, Ferreira AS, Barreto SLT, 2017. Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais. 3. ed. Minas Gerais: Viçosa. p. 252.
- Rostagno HS, Albino LFT, Hannas MI *et al.* Tabelas Brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais, 2011. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 252p.
- Sakomura NK, Rostagno HS, 2016. Métodos de pesquisa em nutrição de monogátricos. 2.ed. Jaboticabal: Funep, p. 262.
- Saleh EA, Walkins SE, Waldroup AL, Waldroup PW, 2004. Effects of dietary nutrient density on performance and carcass quality of male broilers grown for further processing. *Int J of Poult Sci* 3:1-10.

- Schoulten NA, Teixeira AS, De Freitas RTF, Bertechini AG, Conte AJ, Silva HO, 2003. Níveis de cálcio em rações de frangos de corte na fase inicial suplementadas com fitase. Rev Bras Zootec 32:1190-1197.
- Scotta BA, Albino LFT, Brustolini PC, Gomide AP, Campos PF, Rodrigues VV, 2016. Determinação da composição química e dos valores de energia metabolizável de alguns alimentos proteicos para frangos de corte. Ciência animal brasileira, v.17, n.4, p. 501-508 out./dez.
- Shafey TM, McDonald MW, Pym RA, 1990. Effects of dietary calcium, available phosphorus and vitamin D on growth rate, food utilisation, plasma and bone constituents and calcium and phosphorus retention of commercial broiler strains. Bras Poult Sci 31:587–602.
- Silva JHV, Silva MB, Silva EL, Filho JJ, Ribeiro MLG, Costa FGP, Dutra Júnior WM, 2003. Energia metabolizável de ingredientes determinada com codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*). Revista Brasileira de Zootecnia, Viçosa, v.32, n.6, p.1912–1918.
- Swenson MJ, Reece WO, 1996. DUKES: Fisiologia dos animais domésticos. Rio de Janeiro: Guanabara, p.856, 1996.
- Venäläinen E, Valaja J, Jalava T, 2006. Effects of dietary metabolisable energy, calcium and phosphorus on bone mineralisation, leg weakness and performance of broiler chickens. British Poultry Science, v. 47, n. 3, p. 301-310.
- Waldroup PW, 1981. Energy levels for broilers. Journal of the American Oil Chemists' Society, 58.

Tabela 1. Ingredientes e composição nutricional calculada das dietas experimentais para frangos de corte de 8 a 21 dias de idade

Ingredientes	Sem ajuste			Com ajuste			Controle
Milho (7,88%)	52,07	52,07	52,07	52,07	52,07	52,07	52,07
Farelo de Soja (45,22%)	33,33	33,33	33,33	33,33	33,33	33,33	33,33
Glúten de milho (60%)	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00
Óleo de Soja	3,85	4,71	5,56	3,92	4,73	5,51	3,00
Fosfato Bicálcico	1,54	1,54	1,54	1,59	1,65	1,70	1,54
Calcário	0,92	0,92	0,92	0,93	0,95	0,97	0,92
Sal Comum	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43
L-Lisina-HCl (78%)	0,23	0,23	0,23	0,27	0,31	0,35	0,23
DL-Metionina (99%)	0,23	0,23	0,23	0,25	0,27	0,29	0,23
L-Treonina (98%)	0,05	0,05	0,05	0,05	0,06	0,08	0,05
L-Arginina (98%)	-	-	-	-	0,03	0,06	-
L-Valina (96,5%)	-	-	-	-	0,02	0,04	-
L-Glicina (99%)	-	-	-	-	0,01	0,06	-
Suplemento Mineral ¹	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11
Suplemento Vitamínico ²	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11
Amido	0,85	0,85	0,85	0,60	0,60	0,60	0,85
Inerte ³	2,27	1,42	0,57	2,33	1,32	0,29	3,13
Composição Calculada							
Energia Met, (Kcal/kg)	3.050	3.125	3.200	3.050	3.125	3.200	2.975
Proteína Bruta, (%)	22,00	22,00	22,00	22,04	22,17	22,36	22,00
Extrato etéreo	6,551	7,400	8,250	6,617	7,426	8,201	5,701
Amido	35,87	35,87	35,87	35,65	35,65	35,65	35,87
Cálcio (%)	0,819	0,819	0,819	0,839	0,860	0,880	0,819
Fósforo Disp. (%)	0,391	0,391	0,391	0,401	0,410	0,420	0,391
Lisina Dig. (%)	1,174	1,174	1,174	1,203	1,233	1,262	1,174
Met+Cist Dig. (%)	0,846	0,846	0,846	0,868	0,888	0,910	0,846
Treonina Dig. (%)	0,789	0,789	0,789	0,789	0,802	0,822	0,789
Valina Dig. (%)	0,936	0,936	0,936	0,936	0,950	0,973	0,936
Glicina+Ser Dig. (%)	1,804	1,804	1,804	1,804	1,814	1,858	1,804
Arginina Dig. (%)	1,309	1,309	1,309	1,309	1,333	1,365	1,309
Sódio (%)	0,188	0,188	0,188	0,188	0,188	0,188	0,188

¹Suplemento mineral contendo por kg de ração: Ferro: 55,0 mg; Cobre: 11,0 mg; Manganês: 77,0 mg; Zinco: 71,5 mg; Iodo: 1,10 mg; Selênio: 0,22mg, ²Suplemento vitamínico contendo por kg de ração: Vitamina A: 8250 U,I; Vitamina D3: 2090 U,I; Vitamina E: 31,0 U,I; Vitamina B1: 2,20 mg; Vitamina B2: 5,50 mg; Vitamina B6: 3,08 mg; Vitamina B12: 0,013 mg; Ácido Pantotênico: 11,0 g; Biotina: 0,077 mg; Vitamina K3: 1,65 mg; Ácido Fólico: 0,77 mg; Ácido nicotínico: 33,0 mg, ³Inerte: Areia lavada.

Tabela 2. Ingredientes e composição nutricional calculada das dietas experimentais para frangos de corte de 22 a 42 dias de idade

Ingredientes	Sem ajuste			Com ajuste			Controle
Milho (7,88)	57,76	57,76	57,76	57,76	57,76	57,76	57,76
Farelo de Soja (45,22)	30,13	30,13	30,13	30,13	30,13	30,13	30,13
Glúten de milho (60%)	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Óleo de Soja	3,957	4,810	5,663	3,949	4,795	5,644	3,104
Fosfato Bicálcico	1,178	1,178	1,178	1,224	1,267	1,311	1,178
Calcário	0,812	0,812	0,812	0,824	0,841	0,858	0,812
Sal Comum	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400
Amido	0,800	0,800	0,800	0,731	0,639	0,519	0,800
L-Lisina-HCl (78 %)	0,189	0,189	0,189	0,223	0,256	0,289	0,189
DL-Metionina (99 %)	0,216	0,216	0,216	0,234	0,253	0,272	0,216
L-Treonina (98 %)	0,016	0,016	0,016	0,033	0,050	0,068	0,016
L-Arginina (98 %)	-	-	-	-	-	0,029	-
L-Valina (96,5 %)	-	-	-	-	0,023	0,044	-
Premix Mineral ¹	0,110	0,110	0,110	0,110	0,110	0,110	0,110
Premix Vitamínico ²	0,110	0,110	0,110	0,110	0,110	0,110	0,110
Inerte ³	2,317	1,464	0,611	2,267	1,361	0,451	3,170
Composição Calculada							
Energia Met. (Kcal/kg)	3.100	3.175	3.250	3.100	3.175	3.250	3.025
Proteína Bruta (%)	19,70	19,70	19,70	19,75	19,83	19,95	19,70
Extrato etéreo	6,769	7,619	8,468	6,761	7,604	8,449	5,919
Amido	39,02	39,02	39,02	38,96	38,88	38,77	39,02
Cálcio (%)	0,685	0,685	0,685	0,702	0,719	0,736	0,685
Fósforo Disp. (%)	0,320	0,320	0,320	0,328	0,336	0,344	0,320
Lisina Dig. (%)	1,050	1,050	1,050	1,076	1,102	1,128	1,050
Met+Cis Dig. (%)	0,767	0,767	0,767	0,785	0,804	0,823	0,767
Treonina Dig. (%)	0,683	0,683	0,683	0,699	0,716	0,733	0,683
Valina Dig. (%)	0,838	0,838	0,838	0,838	0,86	0,88	0,838
Gli+ Ser Dig. (%)	1,627	1,627	1,627	1,627	1,627	1,627	1,627
Arginina Dig. (%)	1,189	1,189	1,189	1,189	1,189	1,218	1,189
Sódio (%)	0,177	0,177	0,177	0,177	0,177	0,177	0,177

¹Suplemento mineral contendo por kg de ração: Ferro: 55,0 mg; Cobre: 11,0 mg; Manganês: 77,0 mg; Zinco: 71,5 mg; Iodo: 1,10 mg; Selênio: 0,22mg ²Suplemento vitamínico contendo por kg de ração: Vitamina A: 8250 U,I; Vitamina D3: 2090 U,I; Vitamina E: 31,0 U,I; Vitamina B1: 2,20 mg; Vitamina B2: 5,50 mg; Vitamina B6: 3,08 mg; Vitamina B12: 0,013 mg; Ácido Pantotênico: 11,0 g; Biotina: 0,077 mg; Vitamina K3: 1,65 mg; Ácido Fólico: 0,77 mg; Ácido nicotínico: 33,0 mg, ³Inerte: Areia Lavada.

Tabela 3. Coeficientes de digestibilidade da matéria seca (CDMS), da proteína bruta (CDPB), da energia bruta (CDEB) e retenção de nitrogênio (RN) em frangos de corte submetidos a dietas com diferentes energias metabolizável e ajuste de nutrientes¹

		CDMS (%)	CDPB (%)	CDEB (%)	RN (%)
Energia Metabolizável					
3050		79,7	74,7	82,7	75,1
3125		79,4	74,6	82,5	74,6
3200		81,3	76,5	81,9	74,1
EPM ²		0,272	0,032	0,274	0,490
Ajuste de Nutrientes					
AS		79,0	74,0	81,9 B	74,1
CA		81,3	76,5	82,9 A	75,1
EPM ²		0,222	0,414	0,224	0,400
Energia x Ajuste					
3050	SA	79,7 Bbcd	74,2 Bb	82,4	74,5
	CA	79,8 Bbcd	75,2 Bb	83,0	75,7
3125	SA	78,4 Bb d	74,1 Bb	81,6	73,9
	CA	80,4 Bbc	75,0 Bb	83,5	75,4
3200	SA	79,0 Bbcd	73,8 Bb	81,7	73,9
	CA	83,7 Aa	79,2 Aa	82,0	74,4
EPM ²		0,384	0,718	0,388	0,693
P-Valor					
Energia		<,0001	0,0183	0,0798	0,4339
Ajuste		<,0001	0,0003	0,0052	0,0679
Energia x Ajuste		<,0001	0,0046	0,0879	0,7950
Contraste: Controle vs teste³					
2975		78,5	74,4	82,0	75,0
3050	SA	79,7 *	74,2 ns	82,4 ns	74,5 ns
	CA	79,8 **	75,2 ns	83,0 *	75,7 ns
3125	SA	78,4 ns	74,1 ns	81,6 ns	73,9 ns
	CA	80,4 ***	75,0 ns	83,5 **	75,4 ns
3200	SA	79,0 ns	73,8 ns	81,7 ns	73,9 ns
	CA	83,7 ***	79,2 ***	82,0 ns	74,4 ns

Letras maiúsculas referem-se as diferenças significativas entre os níveis de energia metabolizável, ¹Ajuste de nutrientes = aumento de 2,5; 5,0 e 7,5% na lisina digestível, cálcio e fósforo disponível, respectivamente aos níveis de EM de 3050, 3125 e 3200 kcal/kg, ² Erro padrão da média, ³Energia metabolizável da dieta controle (2975 kcal/kg) versus Energia metabolizável das dietas teste, *P≤0,05; **P≤0,01; ***P≤0,001; NS: não significativo pelo teste de Tukey a 5% de significância, SA: sem ajuste de nutrientes CA: com ajuste de nutrientes

Tabela 4. Ganho de peso (GP), consumo de ração (CR) e conversão alimentar (CA) de frangos de corte, de 8 a 21 dias de idade, submetidos a dietas com níveis de energia metabolizável e ajuste de nutrientes¹

		GP(g)	CR(g)	CA(g/g)
Energia Metabolizável				
3050		702 B	1003	1,428 B
3125		714 AB	1004	1,406 B
3200		726 A	995	1,370 A
EPM ²		0,0063	0,0101	0,0085
Ajuste de Nutrientes				
SA		707	993	1,405
CA		721	1007	1,398
EPM ²		0,0051	0,0082	0,0069
Energia x Ajuste				
3050	SA	697	998	1,434
	CA	708	1007	1,422
3125	SA	708	994	1,405
	CA	720	1013	1,407
3200	SA	718	988	1,377
	CA	734	1001	1,364
EPM ²		0,0089	0,0142	0,0129
P-Valor				
Energia		0,0421	0,7780	0,0001
Ajuste		0,0818	0,2451	0,4782
Energia x Ajuste		0,9734	0,9320	0,7716
Contraste: Controle vs teste³				
2975		701	1014	1,446
3050	SA	697 ns	998 ns	1,434 ns
	CA	708 ns	1007 ns	1,422 ns
3125	SA	708 ns	994 ns	1,405 **
	CA	720 ns	1013 ns	1,407 *
3200	SA	718 ns	988 ns	1,377 ***
	CA	734 **	1001 ns	1,364 ***

Letras maiúsculas referem-se as diferenças significativas entre os níveis de energia metabolizável, ¹Ajuste de nutrientes = aumento de 2,5; 5,0 e 7,5% na lisina digestível, cálcio e fósforo disponível, respectivamente aos níveis de EM de 3050, 3125 e 3200 kcal/kg, ² Erro padrão da média, ³Energia metabolizável da dieta controle (2975 kcal/kg) versus Energia metabolizável das dietas teste, *P≤0,05; **P≤0,01; ***P≤0,001; NS: não significativo pelo teste de Tukey a 5% de significância, SA: sem ajuste de nutrientes CA: com ajuste de nutrientes.

Tabela 5. Ganho de peso (GP), consumo de ração (CR) e conversão alimentar (CA) de frangos de corte, de 22 a 42 dias de idade, submetidos a dietas com níveis de energia metabolizável e ajuste de nutrientes¹

		GP(g)	CR(g)	CA(g/g)
Energia Metabolizável				
3050		1986	3298 AB	1,661 B
3125		2005	3330 A	1,661 B
3200		1984	3217 B	1,625 A
EPM ²		16,82	25,715	0,0084
Ajuste de Nutrientes				
SA		1995	3305	1,659 B
CA		1985	3258	1,639 A
EPM ²		13,737	20,996	0,0069
Energia x Ajuste				
3050	SA	1984	3311	1,669
	CA	1987	3285	1,653
3125	SA	1984	3313	1,671
	CA	2026	3346	1,652
3200	SA	2017	3290	1,637
	CA	1951	3144	1,612
EPM ²		0,0089	23,794	36,367
P-Valor				
Energia		0,6296	0,0104	0,0045
Ajuste		0,7180	0,1272	0,0449
Energia x Ajuste		0,0829	0,0537	0,9312
Contraste: Controle vs teste³				
2975		1919	3347	1,746
3050	SA	1984 *	3311 ns	1,669 ***
	CA	1987 *	3285 ns	1,653 ***
3125	SA	1984 *	3313 ns	1,671 **
	CA	2026 **	3346 ns	1,652 ***
3200	SA	2017 **	3290 ns	1,637 ***
	CA	1951 ns	3144 ***	1,612 ***

Letras maiúsculas referem-se as diferenças significativas entre os níveis de energia metabolizável, ¹Ajuste de nutrientes = aumento de 2,5; 5,0 e 7,5% na lisina digestível, cálcio e fósforo disponível, respectivamente aos níveis de EM de 3050, 3125 e 3200 kcal/kg, ² Erro padrão da média, ³Energia metabolizável da dieta controle (2975 kcal/kg) versus Energia metabolizável das dietas teste, *P≤0,05; **P≤0,01; ***P≤0,001; NS: não significativo pelo teste de Tukey a 5% de significância, SA: sem ajuste de nutrientes CA: com ajuste de nutrientes.