

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL  
CURSO DE MESTRADO**

**USO DE LIPASE E EMULSIFICANTE EM RAÇÕES DE  
FRANGOS DE CORTE**

**Lennon Santos de Oliveira**

**CRUZ DAS ALMAS - BAHIA  
2018**

# **USO DE LIPASE E EMULSIFICANTE EM RAÇÕES DE FRANGOS DE CORTE**

**Lennon Santos de Oliveira**

Zootecnista

Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, 2016

Dissertação apresentada ao Colegiado do Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, como requisito para a obtenção do Título de Mestre em Ciência Animal (Nutrição e Alimentação de Não-Ruminantes).

**Orientador:** Prof. Dr. Jerônimo Ávito Gonçalves de Brito

**Coorientador:** Dr. Eric Márcio Balbino

**CRUZ DAS ALMAS - BAHIA  
2018**

O48u	<p>Oliveira, Lennon Santos de. Uso de lipase e emulsificante em rações de frangos de corte / Lennon Santos de Oliveira._ Cruz das Almas, BA, 2018. 68f.; il.</p> <p>Orientador: Jerônimo Ávito Gonçalves de Brito. Coorientador: Eric Marcio Balbino.</p> <p>Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas.</p> <p>1.Frango de corte – Nutrição animal. 2.Frango de corte – Alimentação e rações. 3.Enzimas – Análise. I.Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas. II.Título.</p> <p>CDD: 636.513</p>
------	---

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL  
CURSO DE MESTRADO**

**USO DE LIPASE E EMULSIFICANTE EM RAÇÕES DE FRANGOS DE  
CORTE**

**Comissão Examinadora da Dissertação de  
Lennon Santos de Oliveira**

**Aprovada em: 30 de agosto de 2018.**

**Prof. Dr. Jerônimo Ávito Gonçalves de Brito  
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia - UFRB  
Presidente**

**Profa. Dra. Tatiana Cristina da Rocha  
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia - UFRB  
Membro Externo**

**Prof. Dr. Ricardo Duarte Abreu  
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia - UFRB  
Membro Interno**

**Prof. Dr. Alexandre Moraes Pinheiro  
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia - UFRB  
Membro Interno**

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pelas realizações e graças alcançadas até aqui.

Estendo minha gratidão aos meus pais Zacarias Borges de Oliveira Filho e Irani Luiz dos Santos, por serem minha base emocional e pelo amor incondicional que sempre me proporcionaram, agradeço também pela confiança, pelo exemplo de caráter e por servirem como incentivadores nos momentos mais difíceis, a vocês todo meu amor.

A minha irmã Laiza Oliveira que sempre esteve presente, por me apoiar e incentivar a chegar mais longe.

A minha família pelo apoio, incentivo e carinho, me serviram de fortaleza para encarar as diversidades da vida.

A Cáina Andrade pelo amor, compreensão e pela cumplicidade, obrigado por compartilhar comigo as minhas conquistas e estar presente nos momentos difíceis, agradeço por me oferecer os seus abraços e despertar em mim os melhores sentimentos.

Ao Professor Dr. Jerônimo Ávito Gonçalves de Brito, pelos ensinamentos, conselhos, confiança e colaboração durante a graduação, iniciação científica e no mestrado.

A Universidade Federal do Recôncavo da Bahia e aos mestres que contribuíram para minha formação profissional, toda forma de conhecimento foi válida.

Aos grandes amigos Fagner, Reginaldo e Rafael que me deram apoio e me fizeram sorrir em muitos momentos. A Danylo (in memoriam) e Silvoney (in memoriam) gostaria de poder abraçar cada um de vocês, infelizmente fisicamente não posso, mas tenham certeza que vocês também fazem parte dessa vitória.

Ao grande amigo Eric Balbino, pela amizade verdadeira, pela boa conversa, pelas risadas e por muitas vezes que abdicou de seu tempo para me auxiliar nessa conquista, incentivado pelo prazer de me ver vencer, obrigado pelas sugestões e incentivos durante a confecção deste trabalho e na condução do experimento.

A todas as pessoas da Secretaria de Agricultura de Valença-BA por me apoiarem e entenderem nos momentos que precisei para finalizar esse trabalho, me sinto feliz em poder trabalhar com essa equipe.

Agradeço aos integrantes do Núcleo de Estudo em Avicultura do Recôncavo (NEAR) pela colaboração, dedicação e troca do conhecimento durante a graduação e no mestrado, pela oportunidade de vivenciar com vocês momentos únicos e por me ensinarem a importância do trabalho em equipe.

Aos funcionários do setor de avicultura da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, em especial a Bel que não media esforços para ajudar no desenvolvimento do experimento, além dos bons momentos de conversas.

A CAPES pela concessão da bolsa de estudo para realização desta pesquisa.

Ao grupo Biogenic pela cooperação técnica e doação de insumos.

## USO DE LIPASE E EMULSIFICANTE EM RAÇÕES DE FRANGOS DE CORTE

**RESUMO:** A inclusão de emulsificante e lipase nas rações para aves estão relacionadas com possíveis melhorias na digestão lipídica e no aumento da disponibilidade de energia metabolizável, tendo como reflexo a melhoria do desempenho dos frangos de corte. A realização do presente estudo teve como objetivo avaliar a adição de emulsificante e lipase em rações para frangos e seus efeitos sobre desempenho, biometria de órgãos e a digestibilidade de nutrientes. Foi utilizado um total de 1960 pintos ( $40,04g \pm 0,341$ ), machos, com um dia de idade. Os frangos foram distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado, com sete tratamentos e sete repetições. Os tratamentos foram constituídos da seguinte forma: Tratamento 1: Controle Positivo - CP (3000, 3100, 3200 e 3250 Kcal/kg de Energia Metabolizável (EM) da ração, para as fases pré-inicial, inicial, crescimento e abate, respectivamente); Tratamento 2: CP com redução de 30 Kcal/kg de EM; Tratamento 3: CP com redução de 60 Kcal/kg de EM; Tratamento 4: CP com redução de 90 Kcal de EM; Tratamento 5: CP com redução de 90 Kcal de EM + inclusão de lipase exógena (10000 U/kg); Tratamento 6: CP com redução de 90 Kcal de EM + inclusão de emulsificante (250 g/t); Tratamento 7: CP com redução de 90 Kcal de EM com a utilização de lipase (10000 U/Kg) e emulsificante (250 g/t) de 1 a 37 dias de idade. Foram avaliadas características de desempenho (ganho de peso (GP), consumo de ração (CR), conversão alimentar (CA), consumo de energia metabolizável (CEM) e conversão calórica (CC), rendimento de carcaça, rendimento de cortes (peito e pernas), peso relativo da gordura abdominal, de órgãos (intestino delgado, fígado e pâncreas) e o comprimento relativo do intestino. Em paralelo foram realizados dois ensaios de metabolismo, em diferentes períodos de criação (11 a 21 dias e 31 a 37 dias de idade). Utilizou-se óxido crômico como indicador fecal de indigestibilidade e procedeu-se coleta parcial das excretas. As características de desempenho não foram influenciadas ( $P > 0,05$ ) pelos tratamentos em estudo no período de 1 a 10 dias de idade. Aos 21 dias a redução do nível de EM influenciou ( $P < 0,05$ ) negativamente a conversão alimentar dos frangos de corte. O CR, GP e CA foram influenciados ( $P < 0,05$ ) pelo nível de energia e pelo uso dos aditivos ao final do ciclo de criação. A redução de energia e a utilização dos aditivos não influenciaram ( $P > 0,05$ ) nas características de carcaça, peso e comprimento de órgãos aos 37 dias de idade. O uso de emulsificante e lipase não proporcionaram ganhos significativos sobre a digestibilidade de lipídeos e sobre aproveitamento da energia, que pudessem explicar a melhoria observada no desempenho. Assim, pode-se concluir que reduções no nível de energia metabolizável da ração compromete o ganho de peso e a conversão alimentar dos frangos de corte ao final do período de criação. A inclusão de lipase e emulsificante melhoram o desempenho em rações com redução de energia, embora não melhore o aproveitamento de nutrientes e energia das rações.

**Palavras-chave:** Avicultura de corte; Desempenho; Eficiência energética; Enzima exógena

## Use of lipase and emulsifier in feeds for broiler chickens

**Abstract:** The inclusion of emulsifier and lipase in poultry feeds is related to possible improvements in lipid digestion and increased availability of metabolizable energy, with the effect of improving the performance of broilers. The objective of this study was to evaluate the addition of emulsifier and lipase in broiler rations and their effects on performance, organ biometry and nutrient digestibility. A total of 1960 male chicks ( $40.04 \text{ g} \pm 0.341$ ) were used at one day of age. The chickens were distributed in a completely randomized design with seven treatments and seven replicates. The treatments were constituted as follows: Treatment 1: Positive Control - CP (3000, 3100, 3200 and 3250 Kcal / kg of Metabolizable Energy (ME) of the ration for the pre-initial, initial, growth and slaughter phases, respectively) ; Treatment 2: CP with reduction of 30 Kcal / kg of MS; Treatment 3: CP with reduction of 60 Kcal / kg of MS; Treatment 4: CP with reduction of 90 Kcal of MS; Treatment 5: CP with reduction of 90 Kcal of MS + exogenous lipase inclusion (10000 U / kg); Treatment 6: CP with reduction of 90 Kcal of EM + inclusion of emulsifier (250 g / t); Treatment 7: CP with reduction of 90 Kcal of MS with the use of lipase (10000 U / kg) and emulsifier (250 g / t) from 1 to 37 days of age. Performance characteristics (weight gain (GP), feed intake (CR), feed conversion (CA), metabolizable energy consumption (CEM) and caloric conversion (CC), carcass yield, (small intestine, liver and pancreas) and the relative length of the intestine. In the study, two metabolism tests were performed in different breeding periods (11 to 21 days and 31 to 37 days) The performance characteristics were not influenced ( $P > 0.05$ ) by the treatments under study in the period of 1 to 10 days of age ( $P < 0.05$ ) were influenced by the level of energy and by the use of additives at the end of the breeding cycle. The reduction of energy and the use of additives not affect ( $P > 0.05$ ) on carcass traits, organ weight and length at 37 days of age. The use of emulsifier and lipase did not provide significant gains on lipid digestibility and on energy utilization, which could explain the observed improvement in performance. Thus, it can be concluded that reductions in the level of metabolizable energy of the ration compromise the weight gain and feed conversion of the broilers at the end of the breeding period. The inclusion of lipase and emulsifier improves the performance in diets with energy reduction, although it does not improve the nutrient and energy utilization of the rations

**Key words:** Energy efficiency; Exogenous enzyme; Performance; Poultry farming

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Descrição detalhada dos tratamentos .....	19
Tabela 2	Composição percentual e valores nutricionais das rações na fase de 1 a 10 dias .....	20
Tabela 3	Composição percentual e valores nutricionais das rações na fase de 11 a 21 dias .....	21
Tabela 4	Composição percentual e valores nutricionais das rações na fase de 22 a 31 dias .....	22
Tabela 5	Composição percentual e valores nutricionais das rações na fase de 32 a 37 dias .....	23
Tabela 6	Desempenho de frangos de corte, durante o período de 1 a 10 dias, em função do nível de energia metabolizável da ração e da suplementação de aditivos relacionados com a digestão lipídica .....	29
Tabela 7	Desempenho de frangos de corte, durante o período de 1 a 21 dias, em função do nível de energia metabolizável da ração e do programa de suplementação de aditivos relacionados com a digestão lipídica.....	29
Tabela 8	Desempenho de frangos de corte, durante o período de 1 a 37 dias, em função do nível de energia metabolizável da ração e do programa de suplementação de aditivos relacionados com a digestão lipídica.....	31
Tabela 9	Características da carcaça de frangos de corte, aos 37 dias, em função do nível de energia metabolizável da ração e do programa de suplementação de aditivos relacionados com a digestão lipídica.....	33
Tabela 10	Desenvolvimento de órgãos dos frangos de corte, aos 37 dias, em função do nível de energia metabolizável da ração e do programa de suplementação de aditivos relacionados com a digestão lipídica.....	35
Tabela 11	Coeficientes de digestibilidade e energia metabolizável aparente para frangos de corte no final da fase inicial, em função do nível de energia metabolizável da ração e do programa de suplementação de aditivos relacionados com a digestão lipídica.....	36
Tabela 12	Coeficientes de digestibilidade e energia metabolizável aparente para frangos de corte no final do ciclo de produção, em função do nível de energia metabolizável da ração e do programa de suplementação de aditivos relacionados com a digestão lipídica.....	38

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	1
<b>2</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	3
<b>2.1</b>	<b>Anatomofisiologia das aves associada à digestão lipídica</b> .....	3
2.1.1	Alterações anatomofisiológicas ao longo da idade as aves .....	5
<b>2.2</b>	<b>Energia metabolizável</b> .....	6
2.2.1	Características de carcaça das aves.....	7
<b>2.3</b>	<b>Aditivos para melhorar a digestão lipídica em frangos de corte</b> .....	11
2.3.1	Uso de emulsificantes nas rações.....	11
2.3.2	Lipase exógena .....	14
<b>3</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	17
<b>3.1</b>	<b>Experimento</b> .....	17
3.1.1	Aves .....	17
3.1.2	Local.....	18
3.1.3	Manejo.....	18
3.1.4	Delineamento e rações experimentais .....	18
3.1.5	Características avaliadas.....	23
<b>3.2</b>	<b>Ensaio de metabolismo</b> .....	24
<b>3.3</b>	<b>Análise estatística</b> .....	27
<b>4</b>	<b>RESULTADOS</b> .....	28
<b>5</b>	<b>DISCUSSÃO</b> .....	39
<b>6</b>	<b>CONCLUSÕES</b> .....	47
	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	48
	<b>APÊNDICES</b> .....	55

## 1 INTRODUÇÃO

Na formulação de dietas para frangos de corte, surgem questionamentos sobre limites de aproveitamento energético pelas aves, seja pelo pico máximo de crescimento ou mesmo pela limitação fisiológica como a síntese de enzimas. Destaca-se as enzimas relacionadas com a digestão lipídica (lipase) e a capacidade para sintetizar e recircular os ácidos e sais biliares, principalmente em aves jovens.

Neste contexto, a indústria avícola tem buscado programas nutricionais que têm como objetivos potencializar a digestão e absorção lipídica, reduzir os custos e minimizar as perdas no processo produtivo, sem comprometer o desempenho dos frangos. Com isso a suplementação exógena de lipase e emulsificante poderiam beneficiar o aproveitamento energético das dietas e influenciar no desempenho dos frangos.

O uso de emulsificante nas rações pode ser considerado como uma estratégia para melhorar a digestibilidade dos lipídios por facilitar a ação da lipase, além de favorecer a formação de micelas de produtos da lipólise, potencializando a absorção pela mucosa intestinal.

Por sua vez, a utilização da enzima lipase exógena na nutrição de aves, é recomendada visando melhorar a digestibilidade lipídica de frações na ração, que o frango é impossibilitado ou não consegue digerir. Além disso poderiam complementar a atividade enzimática endógena, principalmente em aves jovens que apresentam menor capacidade de produção de bile e da lipase pancreática, tendo como resposta a melhoria da eficiência de utilização da energia.

Dessa forma, a utilização de lipase e emulsificante são aditivos potenciais, que podem melhorar a digestibilidade lipídica e, como consequência, melhorar aproveitamento energético das rações. Neste sentido pode ser estratégica a redução na densidade energética, sendo possível manter o desempenho, as características de carcaça e o desenvolvimento dos órgãos.

Assim, o objetivo com o desenvolvimento deste trabalho foi avaliar o uso de lipase e emulsificante (exógenos) sobre o desempenho, desenvolvimento

dos órgãos e no rendimento de carcaça, rendimento de cortes e a deposição de gordura abdominal nas aves, digestibilidade lipídica e aproveitamento da energia metabolizável.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Anatomofisiologia das aves associada à digestão lipídica

A variação da capacidade de utilização de um alimento pelo animal está relacionada com as alterações anatômicas e fisiológicas do sistema digestório ao longo da idade. Assim, a compreensão dessas modificações torna-se uma ferramenta para oferecer dietas cada vez mais ajustadas as exigências nutricionais dos frangos de corte.

A digestão lipídica pode ser dividida em quatro fases, que ocorrem ao longo do sistema digestório das aves: 1) emulsificação; 2) hidrólise; 3) formação de micelas e 4) absorção e excreção (ARTONI *et al.*, 2014).

Após a eclosão, o sistema digestório das aves sofre uma série de alterações morfológicas (aumento do comprimento e densidade das vilosidades intestinais) e alterações fisiológicas (aumento da produção de enzimas digestivas) (YADAV *et al.*, 2010).

Dessa forma, uma menor digestibilidade dos nutrientes, além do menor aproveitamento da energia metabolizável pode ser verificada na primeira semana de vida das aves. Porém esta digestibilidade aumenta com o avanço da idade (TANCHAROENRAT *et al.*, 2013).

Na cavidade oral, faringe, esôfago e papo das aves, o alimento é preparado para que ocorra a digestão enzimática na moela e no intestino delgado (principalmente no duodeno).

Na cavidade oral o alimento é umedecido pela água e por saliva secretadas pelas glândulas salivares. De acordo com Artoni *et al.* (2014), a saliva de aves domésticas apresenta amilase e uma lipase inativa que, no entanto, não representam atividade enzimática significativa, de modo que a secreção de saliva tem como função principal a lubrificação e umidificação do alimento, auxiliando na sua deglutição.

No papo o alimento é armazenado e amolecido e no proventrículo (estômago glandular) é embebido por ácido clorídrico e pró-enzimas digestivas (pepsinogênio) do proventrículo o alimento é impulsionado para a moela. Essa

estrutura apresenta uma musculatura circular desenvolvida com contrações rítmicas e intensas, responsáveis pela trituração mecânica do alimento (ARTONI *et al.*, 2014).

As contrações gástricas, controladas pela atividade mecânica da moela, não somente estão envolvidas com o processo de triturar o alimento, como também de misturar e permitir o refluxo do alimento na moela para o proventrículo e também o refluxo alimentar do duodeno para a moela, para que os sais biliares e monoglicerídeos da digesta refluxada dispersem os lipídios na emulsão (RAVINDRAN *et al.*, 2016).

No intestino delgado (porção mais longa do sistema digestório) os nutrientes dos alimentos são digeridos e absorvidos (YANG *et al.*, 2013). A presença do alimento no duodeno, segmento inicial do intestino, estimula a secreção de colecistoquinina, que induz a contração da vesícula biliar, a secreção do suco pancreático (TAN *et al.*, 2016) e a diminuição da motilidade gástrica (IQBAL e HUSSAIN, 2009).

Ao ingressarem no intestino, os lipídios da digesta encontram um ambiente com pH mais elevado e isto permite a ação dos constituintes da bile sintetizados pelos hepatócitos (células do fígado) (SILVA *et al.*, 2014).

A bile é constituída principalmente por sais biliares, fosfolipídios, colesterol, eletrólitos, pigmentos biliares e por algumas proteínas, sendo que a presença dos sais biliares e dos fosfolipídios (lecitinas) permite a solubilização dos lipídios, o que aumenta a superfície de atuação da enzima lipase na interface lipídio-água (BOYER, 2013).

Desta forma, como destaca Ravindran *et al.* (2016), a principal função da bile no organismo das aves é a emulsificação dos lipídios presentes na dieta para facilitar a digestão pela lipase pancreática.

Para atuação da lipase é necessário o auxílio de um cofator proteico, a colipase, que extrai os sais biliares da superfície das gotículas de gordura, fazendo com que a lipase se ligue a esta (IQBAL e HUSSAIN, 2009).

A colipase é rica em aminoácidos hidrofóbicos e hidrofílicos, que interagem com a lipase para formar um complexo de maior interação com os lipídios, mantendo a enzima numa configuração ativa entre o lipídio e a água, e que a enzima (lipase) alcance o seu substrato (RAVINDRAN *et al.*, 2016), para que ocorra a hidrólise.

Os lipídios emulsificados sofrem hidrólise pela lipase e os produtos agregam-se com sais biliares para formar micelas (KHONYOUNG *et al.*, 2015). Na micela, a parte polar dos sais biliares conjugados e as lecitinas estão voltadas para a superfície, enquanto os produtos da hidrólise dos triglicerídeos estão na parte central (BOYER, 2013), facilitando a absorção de monoglicerídeos e ácidos graxos (SILVA *et al.*, 2014).

Após a formação da micela no lúmen intestinal, ocorre a absorção dos ácidos graxos livres, monoglicerídeos e demais constituintes da micela, através do deslocamento na superfície da membrana luminal (HUSSAIN, 2014). Quando as micelas entram em contato com as microvilosidades os ácidos graxos podem ser absorvidos pela membrana celular lipofílica (ROVERS, 2013).

Na membrana, por ser de natureza lipídica e possuir baixa concentração no interior da célula, devido a contínua reesterificação a triacilglicerol, os ácidos graxos e os monoglicerídeos se difundem passivamente através do gradiente de concentração (SILVA *et al.*, 2014).

De acordo com Ravindram *et al.* (2016), dentro do enterócito, os ácidos graxos de cadeia longa são reesterificados, formando os portamícrons (triglicerídeo + apolipoproteína), enquanto os ácidos graxos de cadeia curta e o glicerol são absorvidos diretamente para o sangue (ácidos graxos não esterificados) e lançados no sistema porta hepático.

### 2.1.1 Alterações anatomofisiológicas ao longo da idade as aves

Apesar do sistema digestório das aves nos primeiros dias pós-eclosão estar anatomicamente completo, sua capacidade de digestão e absorção ainda é limitada, devido à imaturidade funcional do trato gastrointestinal, quando comparado à de aves adultas (HU *et al.*, 2018).

Entre as principais alterações com a idade estão o aumento no comprimento do intestino, na altura e densidade dos vilos (e conseqüentemente, no número de enterócitos, células calciformes e células

enteroendócrinas), na capacidade funcional do fígado e na síntese de enzimas, assim como relatado por Xavier *et al.* (2008) e Duarte *et al.* (2012).

Segundo Ravindran *et al.* (2016), aves jovens não apresentam quantidades adequadas de enzimas que digerem carboidratos e lipídios, embora já possam dispor de proteases, pois estas são ativadas por proteínas que entram no trato digestório ainda durante a fase embrionária.

Murakami *et al.* (2009) afirmaram que frangos jovens, principalmente entre a primeira e a segunda semana de vida, apresentam menor capacidade de produção de lipase pancreática e limitada capacidade para sintetizar e recircular os sais biliares. Tal fato, resulta em menor digestão e absorção dos lipídios o que, conseqüentemente, reduz o valor de energia destinada à produção, e assim pode comprometer o crescimento da ave (UPADHAYA *et al.*, 2017)

Por outro lado, mesmo que a secreção da enzima lipase aumente com a idade das aves a secreção por unidade de alimento ingerido, ou seja, a relação enzima/substrato pode não ser ajustada para a máxima digestão de lipídios, uma vez que os frangos de corte tendem a aumentar o consumo de ração durante o seu ciclo de produção (RAVINDRAN *et al.*, 2016).

De acordo com Duarte *et al.* (2012), frangos alimentados com rações contendo maiores níveis de energia, geralmente obtidos pela maior inclusão de lipídios, podem expressar um maior desenvolvimento intestinal, sobretudo no duodeno.

De forma similar, Kato *et al.* (2011) afirmaram que a capacidade de digestão dos alimentos pelas aves varia em função da idade, com aumento no aproveitamento de nutrientes com o decorrer do ciclo de criação devido ao desenvolvimento intestinal, do pâncreas e do fígado e pelo aumento na secreção de enzimas digestivas.

Neste contexto, a digestão e a absorção lipídica podem ser potencialmente otimizados como o uso de emulsificante e lipase, e com isso a suplementação exógena desses aditivos poderiam beneficiar o aproveitamento energético das dietas e influenciar no desempenho dos frangos.

## **2.2 Energia metabolizável**

Decisões no ajuste dos níveis de aminoácidos e energia podem trazer ganhos produtivos e econômicos importantes obtidos com a diminuição dos gastos com a ração, melhorias no desempenho e na composição de carcaça dos frangos de corte (NAGATA *et al.*, 2011).

De acordo com as informações contidas nas Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos (ROSTAGNO *et al.*, 2017), os valores sugeridos de energia metabolizável em rações para frangos de corte machos de desempenho médio-superior são 3.000, 3.100, 3.200, 3.250 e 3.300 Kcal/kg de ração, para as fases de 1 a 7, 8 a 21, 22 a 33, 34 a 42 e 43 a 46 dias de idade, respectivamente.

Tem sido relatada na literatura científica, relação positiva entre o aumento do nível de energia metabolizável da ração e a taxa de crescimento das aves (FERREIRA *et al.*, 2015).

Em acordo, Zeng *et al.* (2015) ao avaliarem níveis crescentes de energia (2818, 3057 e 3297 Kcal de energia metabolizável/kg) durante 35 a 45 dias de idade, observaram maior peso final, maior ganho de peso e melhor conversão alimentar de aves alimentadas com a ração contendo o maior nível energético.

Infante-Rodríguez *et al.* (2016) constataram melhoria na conversão alimentar de frangos ao final do período de criação (42 dias), em resposta ao aumento do nível de energia metabolizável da ração (3040 e 3120 kcal/kg).

De forma similar, Boontiam *et al.* (2016) ao avaliarem dois programas de energia metabolizável (médio: 2875, 3000, 3050 e alto: 3025, 3150, 3200 Kcal/kg, para as fases de 1 a 7, 8 a 21 e 22 a 35 dias, respectivamente) relataram maior ganho de peso ao final do ciclo de criação nas aves alimentadas com rações contendo os maiores níveis de energia metabolizável.

Alguns autores (ZAMAN *et al.*, 2008; LITZ *et al.*, 2014; ORDUÑA-HERNÁNDEZ *et al.*, 2016) também verificaram efeito benéfico da elevação da energia metabolizável sobre o desempenho de frangos ao final do período de criação das aves (42 dias de idade).

### 2.2.1 Características de carcaça das aves

Dozier *et al.* (2011) relataram maior peso de carcaça em animais alimentados com rações contendo maiores níveis de energia metabolizável (3140, 3160, 3180, 3200, 3220, 3240 Kcal/kg).

Api *et al.* 2017 observaram valores de rendimento de carcaça de 80,60%, rendimento de peito 35,98% e de coxa mais sobrecoxa de 26,12% em frangos de corte da linhagem Cobb.

De acordo com Roll *et al.* (2011) embora os frangos procurem ajustar o consumo de ração para satisfazer suas necessidades energéticas, esse ajuste é limitado no frango de corte moderno, selecionado para rápido crescimento e para consumir ração em função da capacidade física do trato gastrointestinal.

Esses animais apresentam comportamento de hiperfagia, o que pode resultar em um aumento no consumo de energia acima das necessidades metabólicas da ave, e proporcionar a elevação da deposição de gordura, principalmente na região abdominal, o que compromete a qualidade de carcaça dos frangos de corte (BERTECHINI, 2011).

Em concordância, Meza *et al.* (2015) observaram maior ingestão de energia, maior peso da gordura abdominal e maior taxa de deposição de gordura na carcaça de frangos de corte, ao final do ciclo de criação, quando alimentados com rações de elevado nível (3000; 3120; 3240 e 3360 Kcal/Kg) de energia metabolizável.

Relação positiva entre o aumento do nível de energia e a deposição de gordura abdominal em frangos também foi relatada por (DOZIER *et al.*, 2007 e DOZIER *et al.*, 2011).

Além disso, segundo Meza *et al.* (2015), o excesso de gordura na carcaça tem sido reconhecido como um dos principais problemas da indústria da carne de frango, pois a maior quantidade de gordura pode, não apenas reduzir a eficiência alimentar, como também tende a levar o consumidor à rejeição do produto, uma vez que exigem menores teores de gordura na carne.

As variações na taxa de crescimento e na deposição de gordura na carcaça não estão relacionadas apenas com a informação genética da ave ou com os níveis de energia da dieta, mas também com a relação energia:nutriente das rações, sobretudo com a proteína bruta e com os aminoácidos, assim como sugerido por Bertechini (2011).

De acordo com Lima *et al.* (2008), o aumento do nível de energia metabolizável da dieta pode afetar o desempenho econômico, provocar deposição excessiva de gordura na carcaça e diminuição da taxa de crescimento dos frangos de corte, quando não realizadas adequações entre os níveis energéticos e dos nutrientes da ração.

Da mesma forma, Bertechini (2011) afirmou que o acúmulo de gordura corporal em frangos de corte pode ser um indicativo primário de uma relação energia:nutriente inadequada.

Steiner *et al.* (2008) constataram que rações com maiores níveis de energia metabolizável podem melhorar o ganho de peso e a conversão alimentar dos frangos de corte sem, no entanto, aumentar a deposição de gordura na carcaça desde que acompanhadas com a redução (1:573 e 1:650 %/MJ) das relações energia:proteína (EM:PB) e energia:aminoácidos (EM:AAs) da ração.

De forma similar, Dairo *et al.* (2010) observaram aumento no ganho de peso, melhora na conversão alimentar e menor porcentagem de gordura abdominal em frangos, no período de 1 a 28 dias, quando ajustada a relação energia:proteína (133,2 Kcal/%).

Em acordo, Zeng *et al.* (2015) relataram maior ganho de peso e menor peso de gordura abdominal em aves, aos 35 dias de idade, quando a ração apresentou menor relação EM:PB (173,5 Kcal/%), obtida com o aumento do nível de proteína bruta, em comparação as rações de maiores relações (187,9 e 179,8 Kcal/%).

Murarolli *et al.* (2009) ao avaliarem rações com níveis crescentes de energia e com valores constantes de proteína bruta, verificaram menor ganho de peso e maior deposição de gordura abdominal em frangos de corte alimentados com ração de elevado nível de energia metabolizável e maior relação EM:PB.

Estes resultados confirmam a hipótese de Viola *et al.* (2008), de que frangos de corte alimentados com maior nível de energia metabolizável, para atingirem máximo ganho de peso e menor deposição de gordura na carcaça, precisam de aumento no nível de proteína bruta e, conseqüentemente, redução da relação EM:PB.

Por outro lado, a eficiência de utilização de energia da ração pelos frangos de corte pode ser influenciada por diversos fatores, entre os quais se destacam o ambiente de criação.

No Brasil, onde altas temperaturas prevalecem na maioria das regiões durante grande parte do ano, e que o aumento da temperatura ambiente altera a exigência de energia de manutenção de frangos de corte, o estresse por calor pode se tornar um dos principais limitantes da produtividade (SILVA *et al.*, 2015).

Como estratégia, em condições de estresse por calor, as aves restringem a ingestão de alimentos, na tentativa de reduzir a produção de calor endógeno, e em consequência não consomem nutrientes, tais como proteína e carboidratos em quantidades necessárias, refletindo na queda no desempenho, além disso, os animais necessitam de uma maior quantidade de energia para dissipação do excesso de calor corporal (SUGANYA *et al.*, 2015).

De acordo com Lopes *et al.* (2015), ajustes na densidade nutricional das rações podem ser uma alternativa para permitir o atendimento das necessidades nutricionais dos frangos de corte e também para minimizar alguns problemas decorrentes da redução do consumo de ração pelas aves, que ocorre em condições de estresse por calor.

Dessa forma, MORAES *et al.* (2009) recomendam a substituição de carboidratos por lipídios como fonte de energia para as aves.

O uso de gordura seria justificado pela melhora da eficiência energética, maior digestibilidade e por seu menor incremento calórico, quando comparada à proteína e carboidratos (MURUGESAN, 2013).

Outro fator importante é o efeito extra calórico do óleo na dieta para frangos de corte, seja por melhorar a absorção de vitaminas lipossolúveis, aumentar o tempo de passagem do alimento no trato gastrointestinal (o que resulta em maior tempo de ação das enzimas e na absorção dos nutrientes) e diminuir a pulverulência da ração, favorecendo a ingestão e a deglutição (POLYCARPO *et al.*, 2014).

Por outro lado, apesar dos possíveis efeitos positivos do aumento da energia metabolizável, rações iniciais com maior inclusão de óleos e gorduras podem não resultar em melhor desempenho dos pintinhos de corte uma vez que, aves jovens apresentam uma limitada capacidade de utilização de lipídios

principalmente por não possuírem um sistema enzimático totalmente desenvolvido e que produza enzimas em níveis adequados para a digestão e absorção lipídica (WANG *et al.*, 2017).

Os limites fisiológicos da digestão de lipídios pelos frangos de corte podem ser alterados com a utilização de aditivos que favoreçam a sua digestão e a absorção, como emulsificantes e enzimas exógenas (lipase), permitindo melhor aproveitamento da energia e nutrientes da ração, o que possibilitaria melhor desempenho das aves e redução de custos com a alimentação (NAGARGOJE *et al.*, 2016).

## **2.3 Aditivos para melhorar a digestão lipídica em frangos de corte**

### **2.3.1 Uso de emulsificantes nas rações**

Os emulsificantes são agentes ativos de superfície caracterizados por promoverem interações na interface de duas substâncias imiscíveis, através da redução da tensão superficial e, conseqüentemente, da energia necessária para formar a emulsão. Sua estrutura é composta por uma parte hidrofílica, que interage com a fase aquosa, e outra lipofílica, que interage com a fase oleosa, o que permite que elas se misturem (emulsão) e facilitem a digestão de lipídios (ZHAO *et al.*, 2015).

A utilização de produtos para favorecer a emulsificação de óleos e gorduras (emulsificantes exógenos) nas rações de frangos de corte se baseia no fato de que essa ação aumenta a superfície ativa nos lipídios da dieta para a ação da lipase, facilitando a hidrólise das moléculas de triglicerídios em ácidos graxos e monoglicerol, além de favorecer a formação de micelas de produtos da lipólise, e potencializar a absorção pela mucosa intestinal (NAGARGOJE *et al.*, 2016).

Em acordo, Aguilar *et al.* (2013), Dourado *et al.* (2014) e Zhao e Kim (2017) afirmaram que a inclusão de emulsificantes nas rações para frangos tem como objetivo aumentar a eficiência na utilização dos lipídios como fonte de

energia, por favorecer a atuação da lipase e a absorção dos compostos lipossolúveis, o que pode resultar em aumento no ganho de peso e melhora na conversão alimentar das aves.

Segundo Guerreiro Neto *et al.* (2011) macromoléculas como proteínas e alguns polissacarídeos, podem atuar como emulsificantes, conferindo estabilidade à emulsão por longos períodos, porém, na formulação de rações para frangos de corte, produtos à base de lecitina de soja tem sido utilizada com maior frequência como aditivos emulsificantes.

Segundo Attia *et al.* (2009) a lecitina é constituída por uma combinação de fosfolipídios, que são extraídos durante o processamento do óleo de soja e de outras oleaginosas, composta principalmente por fosfatidilcolina (26%), fosfatidiletanolamina (20%), fosfatidilinositol (14%), fosfatidilserina (4%) e fitoglicolipídios (13%).

De acordo com Wang *et al.* (2016) os fosfolipídios são essenciais para a utilização dos lipídios pelo frango de corte, pois participam da digestão de óleos e gorduras aumentando a emulsão dos lipídios no intestino delgado das aves, favorecem a atividade da lipase pancreática e promovem a incorporação de ácidos graxos não polares dentro da fase micelar.

Zhang *et al.* (2011) ao avaliarem a utilização de lisofosfatidilcolina em rações com diferentes fontes de energia (óleo de soja, sebo bovino e gordura de aves) para frangos de corte durante o período de 1 a 21 dias de idade, constataram aumento no ganho de peso, melhora na conversão e maior aproveitamento da energia metabolizável em resposta a inclusão do emulsificante, independente da fonte lipídica utilizada.

De modo similar, Zampiga *et al.* (2016) utilizando emulsificantes a base de lisolectina verificaram melhoria na conversão alimentar das aves ao final do ciclo de criação, o que sugere, segundo os autores, a existência de uma relação entre a inclusão de emulsificante com uma melhor eficiência de utilização da energia da dieta e maior absorção dos nutrientes da ração. A melhoria, segundo Boontiam *et al.* (2016), pode estar relacionada com o aumento da permeabilidade da membrana dos enterócitos.

Em acordo, Allahyari-Bake e Jahanian (2016) afirmaram que a melhora na conversão alimentar de aves devido à adição de lecitina de soja na ração deve-se, provavelmente, à energia metabolizável extra, obtida a partir do uso

do emulsificante o que pode aumentar a disponibilidade de energia para o crescimento das aves.

Entretanto, Guerreiro Neto *et al.* (2011) verificaram que o uso de emulsificantes em rações para frangos de corte não influenciou a viabilidade de criação das aves, independente das fontes de energia metabolizável utilizada. Em acordo, Nagargoje *et al.* (2016) também não observaram influencia desse aditivo sobre a viabilidade de criação dos frangos de corte.

Em estudo semelhante, Zhao e Kim (2017) analisando a adição de emulsificante (lisofosfolipidio) em rações com diferentes níveis de energia (2950/3050 kcal/kg de ração na fase inicial e 3100/3200 kcal/kg de ração até os 28 dias) para frangos de corte, verificaram maior ganho de peso e maior aproveitamento da energia metabolizável da ração com o uso do emulsificante, além de uma redução na quantidade de gordura abdominal depositada na carcaça das aves, ao final do período de 1 a 28 dias de idade.

Entretanto, Nagargoje *et al.* (2016) não observaram variações no peso relativo dos cortes ao comparar grupos de frangos alimentados com rações contendo inclusão de lipase (10000 UI/kg) com o grupo controle, ao final do período de 1 a 42 dias. Guerreiro Neto *et al.* (2011) não verificaram variação do rendimento de carcaça e de cortes dos frangos que receberam a adição de emulsificantes nas rações aos 42 dias de idade.

Por sua vez, Guerreiro Neto *et al.* (2011) observaram que o uso de lecitina (0,05%) em rações para frangos de corte proporcionou aumento na digestibilidade do extrato etéreo da dieta quando utilizado óleo de vísceras como fonte de energia, porém, o mesmo efeito não foi obtido com a utilização do óleo de soja.

Outros autores (RAJU *et al.*, 2011; JANSEN *et al.*, 2015) também verificaram melhoria na digestibilidade das rações para aves com o uso de emulsificantes exógenos. Uma vez que, a suplementação com esse aditivo pode melhorar a utilização da ração pelo trato gastrointestinal das aves, assim como proposto por Abbas *et al.* (2016).

Para Khonyoung *et al.* (2015), a maior digestibilidade dos nutrientes e do aproveitamento de energia da dieta de frangos com a adição de emulsificantes na fase inicial pode estar relacionada com um provável aumento do número de enterócitos no duodeno e jejuno, no desenvolvimento destes segmentos, como

consequência poderia refletir em melhoria da conversão alimentar e do crescimento das aves.

Outra característica importante, é que emulsificantes quando adicionados em dietas com baixo nível de energia metabolizável podem potencializar o desempenho de frangos de corte. De acordo com Wang *et al.* (2016) os emulsificantes apresentam efeito benéfico mais evidente sobre o desempenho de frangos de corte quando utilizados em rações com redução de energia metabolizável em relação ao nível preconizado para alto desempenho das aves.

Upadhaya *et al.* (2017), ao avaliarem a inclusão de emulsificante em dietas para frangos de corte, durante o período de 1 a 35 dias de idade, em rações com baixa densidade energética, com o uso gordura bovina como principal fonte lipídica, relataram melhora na eficiência energética da dieta em resposta a adição do emulsificante.

De forma similar, Zosangpuii *et al.* (2015) relataram que os emulsificantes podem ser usados para melhorar a digestibilidade de dietas com baixa densidade energética e como consequência aumentar a disponibilidade de energia metabolizável, a ser destinada ao desempenho.

Assim, a ação dos emulsificantes está relacionada com a diminuição das partículas dos lipídios, o que aumenta a área de contato da enzima lipase ao seu substrato, facilitando a atuação desta na melhoria do aproveitamento de energia metabolizável em rações com baixa densidade energética (WANG *et al.*, 2016).

### 2.3.2 Lipase exógena

Enzimas exógenas, em geral, são utilizadas na alimentação de frangos de corte com a finalidade de complementar as enzimas que são produzidas pelo próprio animal em quantidades insuficientes ou fornecer enzimas que eles não conseguem sintetizar. Visa potencializar a ação de enzimas endógenas, melhorar o aproveitamento dos nutrientes da ração e remover ou destruir

fatores antinutricionais, maximizando a eficiência digestiva da ave (DALÓLIO *et al.*, 2016).

Segundo Dourado *et al.* (2014) existem duas abordagens sobre a incorporação de enzimas exógenas nas dietas, a primeira é a “on top”, que consiste em suplementar uma ração com níveis nutricionais adequados com enzimas, com o objetivo de melhorar o desempenho, e a segunda é a utilização de enzimas exógenas para suprir o valor nutritivo padrão em rações com redução no nível nutricional e energético, visando desempenho semelhante ao obtido com uma ração contendo níveis normais de energia e nutrientes.

Relação positiva entre a inclusão de enzimas nas rações, digestibilidade da energia e dos nutrientes e o desempenho de frangos de corte tem sido relatada na literatura científica por diversos autores (BARBOSA *et al.*, 2014; PESSÔA *et al.*, 2016).

O uso de lipase exógena em rações para frangos de corte tem sido uma alternativa para melhorar a digestão de óleos ou gorduras principalmente em rações com a utilização de fontes de energia de natureza lipídica em menor quantidade ou com pior qualidade (menor valor energético). Este aspecto pode ser potencializado em para aves nas fases pré-inicial e inicial, uma vez que nestes períodos o sistema enzimático da ave ainda é imaturo, portanto, ineficiente na digestão total dos lipídios (MURAKAMI *et al.*, 2009).

A utilização de lipases exógenas, atraiu o interesse pelos pesquisadores na nutrição animal, devido às suas propriedades, como alta estabilidade em condições de baixo pH e especificidade pelo substrato (ALLOULOU *et al.*, 2015; WANG *et al.*, 2017).

A lipase é uma enzima secretada no duodeno pelo pâncreas, juntamente com a colesterol-esterase e a fosfolipase A, e que atuam sobre os lipídios, catalizando a hidrólise das ligações 1 e 3 dos triglicerídeos com a formação de 2-monoglicerol e de dois ácidos graxos livres (GHALEHKANDI *et al.*, 2011; ALMEIDA *et al.*, 2016, POPOVIC *et al.*, 2016).

Em oposição ao que ocorre com outras enzimas exógenas (fitase, carboidrases, proteases), a literatura científica contém um número relativamente escasso de estudos sobre o uso de lipase em rações para frangos de corte, sendo que, quando utilizada, a lipase exógena geralmente aparece como componente de complexos enzimáticos. No entanto, há uma

tendência crescente na indústria para desenvolver lipases como aditivos na alimentação animal (WANG *et al.*, 2017).

Rahman *et al.* (2013) ao avaliarem a inclusão de complexo enzimático (lipase, celulase, xilanase, protease, amilase, fitase, pectinase, hemicelulase e  $\alpha$ -galactosidade) na ração de frangos de corte, observaram aumento no ganho de peso das aves, aos 7 e 14 dias de idade, em resposta ao uso das enzimas exógenas.

Em adição, Nagargoje *et al.* 2016 além de verificarem melhoria do desempenho (ganho de peso e conversão alimentar) de frangos de corte aos 42 dias de idade, constaram maior rendimento e qualidade das carcaças de frangos, quando alimentados com rações contendo emulsificante isoladamente ou em conjunto com lipase exógena

Wang *et al.* (2017) constataram aumento na digestibilidade da gordura e da energia metabolizável da ração e melhoria da conversão alimentar com a adição da enzima lipase em rações para frangos de corte, ao final do ciclo de criação (42 dias de idade).

Segundo Barbosa *et al.* (2014), além de poder melhorar o aproveitamento da energia e dos nutrientes da ração, a inclusão de enzimas exógenas em dietas para aves pode reduzir a síntese de enzimas endógenas, conseqüentemente, o organismo teria uma maior quantidade de aminoácidos para a síntese tecidual e uma maior disponibilidade de energia líquida para crescimento, o que também justificaria a melhora no crescimento e na conversão alimentar das aves quando alimentadas com as rações contendo inclusão de enzimas.

No entanto, Suresh *et al.* (2010), ao trabalhar com a adição de lipase e emulsificante, em conjunto ou de forma isolada, não observaram efeito sobre o desempenho, desenvolvimento e peso de órgãos e da percentagem de gordura abdominal das aves.

Do mesmo modo, Sayehban *et al.* (2016) não obtiveram melhora no desempenho de frangos de corte alimentados com rações formuladas a base de milho e farelo de soja e com inclusão de complexo enzimático (lipase,  $\beta$ -glucanase, fitase, amilase, xilanase, protease) após o período de 1 a 42 dias de idade.

Estes resultados indicam, assim como proposto por Mirzaie *et al.* (2012) que a resposta de frangos de corte a inclusão de enzimas exógenas pode ser influenciada por fatores como idade das aves, tipos de ingredientes utilizados na fabricação das rações, fonte de energia metabolizável, forma de suplementação enzimática e níveis dos nutrientes e de energia da ração.

De acordo com Barbosa *et al.* (2012) a suplementação enzimática em dietas com níveis nutricionais e de energia adequados para os frangos de corte pode não proporcionar efeitos sobre o desempenho das aves.

Assim, a utilização de emulsificante e lipase em dietas com redução de energia metabolizável para frangos de corte pode permitir que a atuação da enzima se torne mais evidente sobre as características de desempenho, biometria dos órgãos e sobre a digestibilidade dos nutrientes.

### **3 MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1 Experimento**

Todos os procedimentos realizados neste estudo seguiram a legislação e normas vigentes com protocolo devidamente aprovado pela CEUA (Comissão de Ética no Uso de Animais/UFRB), sob o registro n<sup>o</sup> 23007027271/2017-02.

O experimento foi conduzido no setor de avicultura do Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas (CCAAB) da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB), situado no município de Cruz das Almas – Bahia, no período de novembro a dezembro de 2017.

##### **3.1.1 Aves**

Foram utilizadas 1960 aves com um dia de idade, com o peso inicial de  $40,04 \pm 0,341$  gramas, machos, da linhagem Cobb-500<sup>®</sup>, provenientes de

incubatório comercial, previamente vacinados (Gumboro, Newcastle, Bronquite infecciosa, Marek).

### 3.1.2 Local

As aves foram alojadas em um galpão, dividido em 49 boxes de 1,55 x 1,66 m (2,57 m<sup>2</sup>). Nos boxes foram distribuídos um bebedouro pendular, um comedouro tubular e cama de maravalha com altura de aproximada de cinco centímetros.

O programa de luz utilizado foi com um fotoperíodo de 23 horas de iluminação na primeira semana de idade das aves (12 horas de luz natural mais 11 horas de luz artificial). Após o oitavo dia foi realizado uma diminuição no fornecimento de iluminação artificial (oferta de 3 horas de luz artificial por dia) totalizando um fotoperíodo de 15 horas. A partir do 21º dia de idade, o acréscimo de iluminação foi realizado gradualmente adicionando duas horas de luz artificial a cada semana até o final do ciclo de criação das aves.

### 3.1.3 Manejo

O aquecimento inicial foi realizado por lâmpadas de infravermelho (150w) e utilizou-se cortinas laterais para evitar excesso de ventilação e queda brusca da temperatura na instalação. A temperatura e a umidade relativa do ar mínima, máxima e pontual foram registradas diariamente às 7, 12 e 16 horas, por meio de um termohigrômetro localizado na parte central do galpão. Estes dados foram posteriormente convertidos no Índice de Temperatura e Umidade (ITU), conforme proposto por Buffington *et al.* (1983).

A ração e a água foram fornecidas à vontade durante todo o período experimental. Os bebedouros foram lavados e os comedouros verificados e mexidos para estimular o consumo de ração duas vezes por dia. A mortalidade foi registrada duas vezes ao dia, considerando para tal as aves mortas, refugos e aves com problema de perna crônico.

### 3.1.4 Delineamento e rações experimentais

Foi adotado um delineamento experimental inteiramente casualizado, com sete tratamentos, sete repetições e com 40 aves por parcela experimental (box).

Os tratamentos (Tabela 1) foram constituídos da seguinte forma: Tratamento 1: Controle Positivo (CP), contendo 3000, 3100, 3200, 3250 Kcal de energia metabolizável/kg de ração para as fases 1 a 10, 11 a 21, 22 a 31 e 32 a 37 dias, respectivamente; Tratamento 2: T1 (CP) com redução de energia metabolizável (EM) em 30 Kcal/kg de ração em cada fase de criação; Tratamento 3: T1 com redução de 60 Kcal EM/kg em cada fase de criação; Tratamento 4: T1 com redução de 90 Kcal EM/kg nas respectivas fases; Tratamento 5: T4 + inclusão de lipase exógena (10000 U/kg); Tratamento 6: T4 com inclusão de emulsificante (250 g/t); Tratamento 7: T4 com a utilização de lipase (10000 U/kg) e emulsificante (250 g/t) no período de 1 a 37 dias de criação.

Tabela 1 Descrição detalhada dos tratamentos

Tratamentos	Redução de Energia Metabolizável (Kcal/kg)	Aditivos <sup>4</sup>	
		Lipase <sup>2</sup>	Emulsificante <sup>3</sup>
T1 <sup>1</sup>	---	---	---
T2	- 30	---	---
T3	- 60	---	---
T4	- 90	---	---
T5	- 90	10000 U/kg	---
T6	- 90	---	250 g/t
T7	- 90	10000 U/kg	250 g/t

<sup>1</sup>T1 (controle positivo) - nível de energia metabolizável: 3000 Kcal/kg (1 a 10 dias); 3100 Kcal/kg (11 a 21 dias); 3200 Kcal/kg (22 a 31 dias) e 3250 Kcal/kg (32 a 37 dias de idade). <sup>2</sup>Lenerzyme (lipase 100000 U/g). <sup>3</sup>Lipidol Powder 50 (Lecitina de soja 500g/kg). Os aditivos comerciais foram incluídos nas rações em substituição ao inerte (areia) para proporcionar o nível de garantia pretendido.

As aves foram alimentadas com rações à base de milho e farelo de soja, com utilização de Fitase (Phosmor TT, 1000 U/kg de ração) com redução em 0,15 pontos percentuais de cálcio e fósforo, e inclusão do óleo soja como fonte principal de lipídeos da dieta, seguindo um programa alimentar com quatro fases de criação: pré-inicial (1 a 10 dias), inicial (11 a 21 dias), crescimento (22 a 31 dias) e abate (32 a 37 dias).

As rações foram formuladas para terem mesmo nível de proteína, vitaminas e minerais, ajustadas com as equações de exigências nutricionais (lisina e a sua relação com demais aminoácidos, assim como nitrogênio essencial digestível e outros nutrientes) sugeridas por Rostagno *et al.* (2017) com variação no nível de energia metabolizável de acordo com os tratamentos (Tabelas 2, 3, 4 e 5).

Tabela 2 Composição percentual e valores nutricionais calculados das rações na fase de 1 a 10 dias

Ingredientes (%)	Redução de EM (Kcal/kg)			
	1 a 10 dias			
	CP	-30	-60	-90(CN)
Milho	51,460	52,154	52,848	53,421
Farelo de soja	40,626	40,506	40,386	40,287
Óleo de soja	3,486	2,910	2,333	1,797
Fosfato bicálcico	1,324	1,323	1,322	1,321
Calcário	0,983	0,985	0,986	0,988
Metionina MHA 84 <sup>1</sup>	0,534	0,533	0,533	0,532
Suf. lisina 70%	0,550	0,553	0,556	0,558
L-treonina 98%	0,178	0,178	0,178	0,178
Premix Vitaminico <sup>2</sup>	0,100	0,100	0,100	0,100
Premix Mineral <sup>3</sup>	0,050	0,050	0,050	0,050
Sal comum	0,533	0,533	0,533	0,533
Betaina 95%	0,045	0,045	0,045	0,045
Fitase <sup>4</sup>	0,010	0,010	0,010	0,010
BMD <sup>5</sup>	0,050	0,050	0,050	0,050
Diclazuril	0,020	0,020	0,020	0,020
Antioxidante	0,010	0,010	0,010	0,010
Inerte <sup>6</sup>	0,040	0,040	0,040	0,100
<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>
Níveis nutricionais calculados				
Energia metabolizável (Kcal/Kg)	3000	2970	2940	2910
Proteína Bruta	23,24	23,24	23,24	23,24
N essencial	1,921	1,921	1,921	1,921
Lisina digestível	1,430	1,430	1,430	1,430
Met + Cist. Digestível	1,058	1,058	1,058	1,058
Treonina digestível	0,944	0,944	0,944	0,944
Cálcio	0,921	0,921	0,921	0,921
Fósforo disponível	0,353	0,353	0,353	0,353
Sódio	0,225	0,225	0,225	0,225

EM: energia metabolizável. CP: controle positivo. CN: controle negativo.

<sup>1</sup>Metionina MHA 84%: metionina hidroxi análoga.

<sup>2</sup>Premix vitamínico (níveis de garantia/kg do produto): Vitamina A (mín): 9.000.000 UI; Vitamina D3 (mín): 2.500.000 UI; Vitamina E (mín): 20.000 UI; Vitamina K3 (mín): 2.500 mg; Vitamina B1 (mín): 2.000 mg; Vitamina B2 (mín): 6.000mg; Ácido Pantoténico (mín): 12 g; Vitamina B6 (mín): 3.000,38 mg; Vitamina B12 (mín): 15.000 mcg; Ácido Nicotínico (mín): 35 g; Ácido Fólico (mín): 1.500 mg; Biotina (mín): 100 mg; Selênio (mín): 250 mg.

<sup>3</sup>Premix mineral (níveis de garantia/kg do produto): Ferro - Fe (mín): 100,00 g/kg; Cobre - Cu (mín): 12,00 g/kg; Zinco - Zn (mín): 120,00 g/kg; Manganês - Mn (mín): 120,00 g/kg; Iodo - I (mín): 2.500,00 mg/kg.

<sup>4</sup>Fitase: 10000 U/g.

<sup>5</sup>Bacitracina Metileno Disalicilato.

<sup>6</sup>Areia lavada.

<sup>7</sup>Composição calculada com base nos valores sugeridos por Rostagno *et al.* (2017).

Tabela 3 Composição percentual e valores nutricionais calculados das rações na fase de 11 a 21 dias

Ingredientes (%)	Redução de EM(Kcal/kg)			
	11 a 21 dias			
	CP	-30	-60	-90(CN)
Milho	51,487	52,181	52,875	53,448
Farelo de soja. soja	39,440	39,320	39,200	39,101
Óleo de soja	5,029	4,453	3,876	3,340
Fosfato bicálcico	1,261	1,263	1,265	1,266
Calcário	0,963	0,962	0,961	0,960
Metionina MHA 84 <sup>1</sup>	0,454	0,453	0,452	0,451
Suf. lisina 70%	0,406	0,409	0,412	0,415
L-treonina 98%	0,122	0,122	0,122	0,122
Premix Vitaminico <sup>2</sup>	0,100	0,100	0,100	0,100
Premix Mineral <sup>3</sup>	0,050	0,050	0,050	0,050
Sal comum	0,519	0,519	0,519	0,518
Betaina 95%	0,039	0,039	0,039	0,039
Fitase <sup>4</sup>	0,010	0,010	0,010	0,010
BMD <sup>5</sup>	0,050	0,050	0,050	0,050
Diclazuril	0,020	0,020	0,020	0,020
Antioxidante	0,010	0,010	0,010	0,010
Inerte <sup>6</sup>	0,040	0,040	0,040	0,100
<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>
Níveis nutricionais calculados				
Energia metabolizável (Kcal/kg)	3100	3070	3040	3010
EB (Kcal/kg) (Determinada)	4136	4102	4083	4068
Extrato Etéreo (Determinado)	8,750	7,650	7,484	6,915
Proteína Bruta	22,53	22,53	22,53	22,53
N essencial	1,837	1,837	1,837	1,837
Lisina digestível	1,321	1,321	1,321	1,321
Met + Cist. Digestível	0,977	0,977	0,977	0,977
Treonina digestível	0,872	0,872	0,872	0,872
Cálcio	0,824	0,824	0,824	0,824
Fósforo disponível	0,284	0,284	0,284	0,284
Sódio	0,219	0,219	0,219	0,219

EM: energia metabolizável. CP: controle positivo. CN: controle negativo.

<sup>1</sup>Metionina MHA 84%: metionina hidroxí análoga.

<sup>2</sup>Premix vitamínico (níveis de garantia/kg do produto): Vitamina A (mín): 9.000.000 UI; Vitamina D3 (mín): 2.500.000 UI; Vitamina E (mín): 20.000 UI; Vitamina K3 (mín): 2.500 mg; Vitamina B1 (mín): 2.000 mg; Vitamina B2 (mín): 6.000mg; Ácido Pantoténico (mín): 12 g; Vitamina B6 (mín): 3.000,38 mg; Vitamina B12 (mín): 15.000 mcg; Ácido Nicotínico (mín): 35 g; Ácido Fólico (mín): 1.500 mg; Biotina (mín): 100 mg; Selênio (mín): 250 mg.

<sup>3</sup>Premix mineral (níveis de garantia/kg do produto): Ferro - Fe (mín): 100,00 g/kg; Cobre - Cu (mín): 12,00 g/kg; Zinco - Zn (mín): 120,00 g/kg; Manganês - Mn (mín): 120,00 g/kg; Iodo - I (mín): 2.500,00 mg/kg.

<sup>4</sup>Fitase: 10000 U/g.

<sup>5</sup>Bacitracina Metileno Disalicilato.

<sup>6</sup>Areia lavada.

<sup>7</sup>Composição calculada com base nos valores sugeridos por Rostagno *et al.* (2017).

Tabela 4 Composição percentual e valores nutricionais calculados das rações na fase de 22 a 31 dias

Ingredientes (%)	Redução de EM (Kcal/kg)			
	22 a 31 dias			
	CP	-30	-60	-90(CN)
Milho	52,938	53,632	54,326	54,899
Farelo de soja. soja	38,103	37,983	37,863	37,764
Óleo de soja	6,058	5,481	4,904	4,368
Fosfato bicálcico	0,599	0,598	0,597	0,596
Calcário	0,762	0,764	0,766	0,767
Metionina MHA 84 <sup>1</sup>	0,377	0,377	0,376	0,375
Suf. lisina 70%	0,277	0,280	0,283	0,286
L-treonina 98%	0,070	0,070	0,070	0,069
Premix Vitaminico <sup>2</sup>	0,100	0,100	0,100	0,100
Premix Mineral <sup>3</sup>	0,050	0,050	0,050	0,050
Sal comum	0,504	0,504	0,504	0,504
Betaina 95%	0,032	0,032	0,032	0,032
Fitase <sup>4</sup>	0,010	0,010	0,010	0,010
BMD <sup>5</sup>	0,050	0,050	0,050	0,050
Diclazuril	0,020	0,020	0,020	0,020
Antioxidante	0,010	0,010	0,010	0,010
Inerte <sup>6</sup>	0,040	0,040	0,040	0,100
<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>
	Níveis nutricionais calculados			
Energia metabolizável (Kcal/Kg)	3200	3170	3140	3110
Proteína Bruta	21,88	21,88	21,88	21,88
N essencial	1,759	1,759	1,759	1,759
Lisina digestível	1,219	1,219	1,219	1,219
Met + Cist. Digestível	0,902	0,902	0,902	0,902
Treonina digestível	0,805	0,805	0,805	0,805
Cálcio	0,628	0,628	0,628	0,628
Fósforo disponível	0,215	0,215	0,215	0,215
Sódio	0,213	0,213	0,213	0,213

EM: energia metabolizável. CP: controle positivo. CN: controle negativo.

<sup>1</sup>Metionina MHA 84%: metionina hidroxi análoga.

<sup>2</sup>Premix vitamínico (níveis de garantia/kg do produto): Vitamina A (mín): 9.000.000 UI; Vitamina D3 (mín): 2.500.000 UI; Vitamina E (mín): 20.000 UI; Vitamina K3 (mín): 2.500 mg; Vitamina B1 (mín): 2.000 mg; Vitamina B2 (mín): 6.000mg; Ácido Pantoténico (mín): 12 g; Vitamina B6 (mín): 3.000,38 mg; Vitamina B12 (mín): 15.000 mcg; Ácido Nicotínico (mín): 35 g; Ácido Fólico (mín): 1.500 mg; Biotina (mín): 100 mg; Selênio (mín): 250 mg.

<sup>3</sup>Premix mineral (níveis de garantia/kg do produto): Ferro - Fe (mín): 100,00 g/kg; Cobre - Cu (mín): 12,00 g/kg; Zinco - Zn (mín): 120,00 g/kg; Manganês - Mn (mín): 120,00 g/kg; Iodo - I (mín): 2.500,00 mg/kg.

<sup>4</sup>Fitase: 10000 U/g.

<sup>5</sup>Bacitracina Metileno Disalicilato.

<sup>6</sup>Areia lavada.

<sup>7</sup>Composição calculada com base nos valores sugeridos por Rostagno *et al.* (2017).

Tabela 5 Composição percentual e valores nutricionais calculados das rações na fase de 32 a 37 dias

Ingredientes (%)	Redução de EM(Kcal/kg)			
	32 a 37 dias			
	CP	-30	-60	-90(CN)
Milho	54,586	55,281	55,975	56,547
Farelo de soja. soja	36,717	36,597	36,477	36,378
Óleo de soja	6,453	5,876	5,299	4,763
Fosfato bicálcico	0,322	0,321	0,320	0,319
Calcário	0,682	0,683	0,685	0,686
Metionina MHA 84 <sup>1</sup>	0,301	0,300	0,299	0,299
Suf. lisina 70%	0,151	0,154	0,157	0,160
L-treonina 98%	0,018	0,017	0,017	0,017
Premix Vitaminico <sup>2</sup>	0,100	0,100	0,100	0,100
Premix Mineral <sup>3</sup>	0,050	0,050	0,050	0,050
Sal comum	0,484	0,484	0,484	0,484
Betaina 95%	0,026	0,026	0,026	0,026
Fitase <sup>4</sup>	0,010	0,010	0,010	0,010
BMD <sup>5</sup>	0,050	0,050	0,050	0,050
Diclazuril	----	----	----	----
Antioxidante	0,010	0,010	0,010	0,010
Inerte <sup>6</sup>	0,040	0,040	0,040	0,100
<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>
	Níveis nutricionais calculados			
Energia metabolizável (Kcal/kg)	3250	3220	3190	3160
EB (Kcal/kg) (Determinada)	4249	4217	4207	4171
Extrato Etéreo (Determinado)	9,075	8,450	8,223	7,444
Proteína Bruta	21,22	21,22	21,22	21,22
N essencial	1,681	1,681	1,681	1,681
Lisina digestível	1,118	1,118	1,118	1,118
Met + Cist. Digestível	0,827	0,827	0,827	0,827
Treonina digestível	0,738	0,738	0,738	0,738
Cálcio	0,514	0,514	0,514	0,514
Fósforo disponível	0,162	0,162	0,162	0,162
Sódio	0,205	0,205	0,205	0,205

EM: energia metabolizável. CP: controle positivo. CN: controle negativo.

<sup>1</sup>Metionina MHA 84%: metionina hidróxi análoga.

<sup>2</sup>Premix vitamínico (níveis de garantia/kg do produto): Vitamina A (mín): 9.000.000 UI; Vitamina D3 (mín): 2.500.000 UI; Vitamina E (mín): 20.000 UI; Vitamina K3 (mín): 2.500 mg; Vitamina B1 (mín): 2.000 mg; Vitamina B2 (mín): 6.000mg; Ácido Pantoténico (mín): 12 g; Vitamina B6 (mín): 3.000,38 mg; Vitamina B12 (mín): 15.000 mcg; Ácido Nicotínico (mín): 35 g; Ácido Fólico (mín): 1.500 mg; Biotina (mín): 100 mg; Selênio (mín): 250 mg.

<sup>3</sup>Premix mineral (níveis de garantia/kg do produto): Ferro - Fe (mín): 100,00 g/kg; Cobre - Cu (mín): 12,00 g/kg; Zinco - Zn (mín): 120,00 g/kg; Manganês - Mn (mín): 120,00 g/kg; Iodo - I (mín): 2.500,00 mg/kg.

<sup>4</sup>Fitase: 10000 U/g.

<sup>5</sup>Bacitracina Metileno Disalicilato.

<sup>6</sup>Areia lavada.

<sup>7</sup>Composição calculada com base nos valores sugeridos por Rostagno *et al.* (2017).

### 3.1.5 Características avaliadas

Durante o período experimental foram avaliadas características de desempenho dos frangos de corte (ganho de peso, consumo de ração, consumo de energia metabolizável, conversão alimentar e conversão calórica) nos períodos acumulados de 1 a 10, 1 a 21 e 1 a 37 dias e a viabilidade ao final

do experimento. A converção calórica (CC) foi obtida pela relação entre o consumo de energia (CEM) e o ganho de peso (GP) ( $CC = CEM/GP$  em cal/g).

Ao final do período experimental, 37 dias de idade, uma ave por parcela com o peso mais próximo da média (variação máxima de 2%), foi submetida a jejum de alimento por um período de cinco horas e eutanasiada para a determinação do rendimento de carcaça e dos cortes (peito e pernas), do peso relativo da gordura abdominal, comprimento do intestino delgado e peso dos órgãos (fígado, pâncreas e intestino delgado).

A gordura abdominal foi considerada como o tecido adiposo presente desde a moela até o conteúdo ao redor da cloaca e bursa de Fabricius (bolsa cloacal).

O rendimento de carcaça (%) e o peso relativo dos órgãos foram obtidos pela relação entre o peso da carcaça ou dos órgãos e o peso da ave em jejum. Os cortes de peito e pernas (coxa + sobrecoxa) e a gordura abdominal tiveram seus respectivos rendimentos/pesos relativos determinados em relação ao peso da carcaça limpa e eviscerada (sem pés e cabeça).

### **3.2 Ensaio de metabolismo**

Ensaio de metabolismo foram realizados em paralelo ao experimento de desempenho em dois períodos do ciclo de criação dos frangos de corte. O primeiro ensaio foi realizado no período de 11 a 21 dias (duração de dez dias) com os cinco primeiros utilizados para adaptação das aves às gaiolas metabólicas e os cinco dias seguintes para a coleta propriamente dita das excretas, de acordo com orientações proposta por Ferreira e Nascimento, (2016).

O segundo ensaio foi realizado na fase de 31 a 37 dias (sete dias de duração), sendo três dias de adaptação e quatro dias de coleta de excretas, assim como sugerido por Avila *et al.* (2006).

Durante os ensaios de metabolismo foram utilizados frangos oriundos do experimento de desempenho, sendo 245 aves no primeiro ensaio (35 por tratamento) e 98 aves no segundo ensaio (14 por tratamento). Para a seleção

dos frangos, todas as aves de cada unidade experimental do experimento de desempenho foram pesadas aos 10 e 31 dias de idade. Foram selecionadas com o peso individual próximo ao peso médio de sua unidade experimental ( $\pm 3\%$ ), distribuídas cinco aves por gaiola (primeiro ensaio) e duas aves por gaiola (segundo ensaio).

Foram utilizadas 49 gaiolas metabólicas (50 x 50 x 45 cm) contendo, cada uma, um bebedouro de pressão infantil, um comedouro tipo calha e uma bandeja revestida com película plástica, sob o piso de tela para coleta de excretas.

As rações foram as mesmas utilizadas para o experimento de desempenho, formuladas para atender as exigências de cada fase, com a utilização de óxido de cromo (5 g/kg de ração) como indicador de indigestibilidade, com fornecimento à vontade. Amostras das rações fornecidas (300g por tratamento) foram colhidas para análises bromatológicas.

Foi utilizado o método de coleta parcial, sendo as excretas coletadas duas vezes por dia (7 e 16 horas), recolhidas em cada unidade experimental, eliminando resíduos de ração, de penas e descamação de pele.

Durante a coleta, as excretas foram transferidas para sacos plásticos identificados, pesadas e, em seguida, armazenadas em freezer ( $-20^{\circ}\text{C}$ ) até o final do período de coleta, de acordo com recomendações propostas por Pessôa *et al.* (2016).

As análises laboratoriais foram realizadas no laboratório de bromatologia da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. As amostras foram descongeladas e homogeneizadas, retirando-se alíquotas de 300 g, para então serem levadas à estufa ventilada, a  $65^{\circ}\text{C}$  durante o período de 72 horas, com a finalidade de promover a pré-secagem e determinar a matéria seca ao ar. Em seguida as amostras foram moídas em moinho tipo faca em peneiras de 16 mash com crivos de 1 mm, para posterior análise segundo Ferreira e Nascimento (2016).

Após moídas, as excretas foram pesadas em duplicatas de 1 grama cada, levadas em cadinhos para estufa sem circulação de ar em uma temperatura de  $105^{\circ}\text{C}$  por 16 horas para análise de matéria seca.

As excretas e as rações foram analisadas por unidade experimental, sendo determinados os valores de matéria seca, extrato etéreo e energia bruta.

O cromo foi analisado por espectrofotometria de absorção atômica (MP-AES 4200 Agilent), a energia bruta foi determinada medindo o calor de combustão nas amostras com o auxílio de bomba calorimétrica (IKA C 200) e a análise de extrato etéreo feito pelo método de Goldfish.

O cálculo de digestibilidade aparente dos nutrientes foi determinado assim como proposto por Sakomura e Rostagno, (2016) pelo uso da concentração de óxido de cromo na ração e nas excretas, calculado da seguinte forma:

$$FI = \frac{Cr_2O_3 \text{ dieta}}{Cr_2O_3 \text{ excreta}}$$

$$CDAMS = (1-FI)$$

$$CDAEE = \frac{EE \text{ ração} - (EE \text{ Excretas} * FI)}{EE \text{ ração}}$$

$$CMAEB = \frac{EB \text{ ração} - (EB \text{ Excretas} * FI)}{EB \text{ ração}}$$

$$EMA \text{ dieta Kcal/kg} = EB \text{ dieta} - (EB \text{ Excretas} \times FI)$$

Em que:

Fi : Fator de indigestibilidade

Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>: concentração de óxido de cromo

CDAMS: Coeficiente de digestibilidade aparente na matéria seca

CDAEE: Coeficiente de digestibilidade aparente de extrato etereo

CMAEB: Coeficiente de metabolizabilidade aparente de energia bruta

EMA dieta Kcal/kg: Energia metabolizável aparente da dieta

EB: Energia bruta

EE: Extrato etereo

### 3.3 Análise estatística

Os dados foram analisados por PROC GLM usando o procedimento do SAS. As médias dos planos nutricionais foram comparadas entre si pelo teste de médias SNK.

Em função da sistemática adotada para os tratamentos, médias para os planos nutricionais também foram comparadas entre si por contraste ortogonal:

Contraste 1 (CP x Energia) – testar o tratamento controle positivo (CP) com o grupo de tratamentos com redução do nível de energia (T1 vs T2+T3+T4);

Contraste 2 (CP x Aditivos) – comparar o CP com o grupo de tratamentos que foram adicionados os aditivos (T1 vs T5+T6+T7);

Contraste 3 (CN x Aditivos) – analisar o tratamento de menor nível de energia com o grupo dos aditivos (T4 vs T5+T6+T7);

Contraste 4 (Lipase x Emulsificante) – comparar os aditivos de forma isolada (T5 vs T6);

Contraste 5 (Lipase x Lipase + Emulsificante) – testar se a lipase foi eficiente ao ser utilizado em conjunto com o emulsificante (T5 vs T7);

Contraste 6 (Emulsificante x Lipase + Emulsificante) – aferir se o emulsificante foi eficiente ao ser utilizado em conjunto com a lipase (T6 vs T7).

Para os dados experimentais, os valores de probabilidade de  $P \leq 0,05$  foram considerados significativos.

## 4 RESULTADOS

Durante o período experimental os valores médios de ITU calculados foram de 77,3; 78,0; 78,6; 78,2; 77,6 para as fases de 1 a 10, 11 a 21, 22 a 31 e 32 a 37 dias, respectivamente.

A faixa de ITU considerada ideal para a produção de frangos de corte, de acordo com Silva *et al.* (2004), varia entre 72,4 a 80,0 (na primeira semana), 68,4 a 76,0 (segunda semana), 64,5 a 72,0 (terceira semana), 60,5 a 68,0 (quarta semana), 56,6 a 64,0 (quinta semana) e 56,6 a 60,0 (sexta semana de idade), portanto com base nestes valores e nos resultados de ITU calculados para o presente estudo, pode-se afirmar que os frangos de corte foram submetidos a condições de estresse por calor nas últimas semanas de criação, o que provavelmente, comprometeu o bem-estar e o desempenho das aves.

Os dados de desempenho dos frangos de corte, durante a fase de 1 a 10 e de 1 a 21 dias, estão apresentados nas Tabelas 6 e 7, respectivamente.

O consumo de ração (CR), ganho de peso (GP), consumo de energia metabolizável (CEM), conversão alimentar (CA) e conversão calórica (CC) aos 10 dias não foram influenciadas ( $P \geq 0,05$ ) pelos tratamentos avaliados. No entanto, aos 21 dias de idade, todas as variáveis de desempenho avaliadas foram influenciadas ( $P \leq 0,05$ ) pela redução dos níveis de energia metabolizável e/ou uso dos aditivos melhoradores de digestão lipídica.

Ao comparar o tratamento controle positivo com as rações que apresentavam redução da energia metabolizável (redução de 30, 60 e 90 Kcal/kg) não foi constatada diferença significativa ( $P \geq 0,05$ ) para o CR.

Ainda considerando o contraste 1, o GP, o CEM e a CA foram diferentes ( $P \leq 0,05$ ) entre os tratamentos avaliados, sendo que a ração sem redução dos níveis de energia (tratamento controle positivo) proporcionou maior GP (0,982 x 0,964 kg/ave), maior CEM (3,611 x 3,535 Kcal EM) e melhor CA (1,195 x 1,214) para as aves.

Tabela 6 Desempenho de frangos de corte, durante o período de 1 a 10 dias, em função do nível de energia metabolizável da ração e da suplementação de aditivos relacionados com a digestão lipídica

Tratamentos	CR (g)	GP (g)	CEM (cal/ave)	CA	CC (cal/g)
1 Controle positivo	264	249	791	1,070	3,179
2 Redução 30 Kcal	262	247	780	1,064	3,160
3 Redução 60 Kcal	265	241	779	1,098	3,229
4 Redução 90 Kcal (CN)	266	243	774	1,094	3,185
5 CN + Lipase	262	244	763	1,086	3,133
6 CN + Emulsificante	267	240	776	1,112	3,236
7 CN + LIP + EMUL	262	241	763	1,093	3,166
CV (%)	3,78	3,02	3,78	2,76	3,06
Erro padrão da média	3,8000	2,800	0,0111	0,0113	0,0369
P-valor					
Efeito tratamento	0,951	0,254	0,574	0,070	0,440

CR: consumo de ração; GP: ganho de peso; CEM: consumo de energia metabolizável; CA: conversão alimentar; CC: conversão calórica; CV: coeficiente de variação; CN: controle negativo; LIP: lipase; EMUL: emulsificante.

Tabela 7 Desempenho de frangos de corte, durante o período de 1 a 21 dias, em função do nível de energia metabolizável da ração e do programa de suplementação de aditivos relacionados com a digestão lipídica

Tratamentos	CR (kg)	GP (kg)	CEM (Kcal/ave)	CA	CC (cal/g)
1 Controle positivo	1,173a	0,982a	3,611a	1,195b	3,679
2 Redução 30 Kcal	1,160ab	0,970ab	3,535ab	1,196ab	3,645
3 Redução 60 Kcal	1,172a	0,965ab	3,536ab	1,215ab	3,665
4 Redução 90 Kcal (CN)	1,179a	0,958ab	3,523ab	1,232a	3,679
5 CN + Lipase	1,184a	0,982a	3,536ab	1,205ab	3,601
6 CN + Emulsificante	1,155ab	0,953b	3,449bc	1,212ab	3,621
7 CN + LIP + EMUL	1,141b	0,947b	3,407c	1,204ab	3,598
CV (%)	1,71	1,81	1,71	1,50	1,49
Erro padrão da média	0,0075	0,0066	0,0227	0,0068	0,0205
P-valor					
Efeito tratamento	0,003	0,002	≤0,001	0,009	0,018
P-valor					
Contrastes					
1 vs 2:3:4	0,744	0,027	0,004	0,022	0,520
1 vs 5:6:7	0,128	0,009	0,000	0,136	0,004
4 vs 5:6:7	0,030	0,688	0,031	0,004	0,004
5 vs 6	0,010	0,003	0,010	0,465	0,492
5 vs 7	0,000	0,001	0,000	0,936	0,909
6 vs 7	0,192	0,538	0,196	0,418	0,423

CR: consumo de ração; GP: ganho de peso; CEM: consumo de energia metabolizável; CA: conversão alimentar; CC: conversão calórica; CV: coeficiente de variação; CN: controle negativo; LIP: lipase; EMUL: emulsificante; Letras diferentes na mesma coluna diferem entre si pelo teste SNK.

O GP, o CEM e a CC das aves, apresentaram variações significativas ( $P \leq 0,05$ ) quando se comparou o CP com a inclusão dos aditivos (Contraste 2). O uso das rações com os aditivos resultou em menor GP (0,982 x 0,961) e redução do CEM, porém proporcionou melhor conversão calórica. Esses resultados podem indicar que as aves do grupo CP, mesmo com maior GP não foram tão eficientes quanto àquelas alimentadas com rações contendo os aditivos que melhoram a conversão de energia para ganho de peso.

Ao comparar o tratamento com menor nível de energia (CN) com o uso dos aditivos (Contraste 3), foi possível observar ( $P \leq 0,05$ ) menor CR e melhor CA e CC observados para os frangos de corte alimentados com as rações contendo aditivos melhoradores da digestão lipídica.

O uso de lipase proporcionou ( $P \leq 0,05$ ) maior ganho de peso, sustentado pelo maior consumo de ração e de energia metabolizável quando comparado com o grupo submetido à rações com emulsificante isoladamente (Contraste 4). O maior consumo de energia metabolizável (calculado) em aves do grupo com rações suplementadas com lipase pode ter sido o motivo para maior ganho de peso, quando comparado ao grupo de aves com rações contendo apenas emulsificante.

Do mesmo modo, o uso de lipase resultou ( $P \leq 0,05$ ) em maior GP, maior CR e CEM quando comparado com rações com utilização de lipase e emulsificante em conjunto (Contraste 5). Não foi observado efeito ( $P \geq 0,05$ ) sobre o uso de emulsificante quando comparado em conjunto com a lipase (Contraste 6) para nenhuma das características de desempenho na fase inicial dos frangos de corte.

Os resultados desempenho durante o período de 1 a 37 dias de acordo com a suplementação dos aditivos melhoradores de digestão lipídica, estão apresentados na Tabela 8.

O GP, CEM e a CA apresentaram efeito ( $P \leq 0,05$ ) quando analisado o CP com o grupo de tratamentos com menores níveis de energia (Contraste 1). Aves alimentadas com rações do controle positivo expressaram maior GP, maior CEM e melhor CA, em comparação com o grupo de tratamentos com redução no nível de energia.

Tabela 8 Desempenho de frangos de corte, durante o período de 1 a 37 dias, em função do nível de energia metabolizável da ração e do programa de suplementação de aditivos relacionados com a digestão lipídica

Tratamentos	CR (kg)	GP (kg)	CEM (Kcal/ave)	CA	CC (Kcal/kg)	VB (%)
1 Controle positivo	3,581bc	2,500a	11,360a	1,433c	4,545a	95,4
2 Redução 30 Kcal	3,580bc	2,467a	11,253ab	1,451bc	4,562a	95,2
3 Redução 60 Kcal	3,562c	2,456a	11,088cd	1,450bc	4,514a	94,2
4 Redução 90 Kcal (CN)	3,571c	2,411b	11,007d	1,481a	4,566a	95,4
5 CN + Lipase	3,642a	2,484a	11,230ab	1,466ab	4,520a	92,4
6 CN + Emulsificante	3,622ab	2,483a	11,171bc	1,459b	4,500ab	95,7
7 CN + LIP + EMUL	3,588bc	2,487a	11,066cd	1,443bc	4,450b	93,0
CV (%)	0,94	1,25	0,94	1,09	1,09	3,13
Erro padrão da média	0,0127	0,0116	0,0396	0,0060	0,0186	1,1156
	P-valor					
Efeito tratamento	≤0,001	≤0,001	≤0,001	≤0,001	≤0,001	0,2517
	P-valor					
Contrastes						
1 vs 2:3:4	0,521	≤0,001	≤0,001	≤0,001	0,927	0,720
1 vs 5:6:7	0,016	0,263	≤0,001	0,002	0,014	0,192
4 vs 5:6:7	0,003	≤0,001	0,002	≤0,001	0,001	0,189
5 vs 6	0,271	0,923	0,299	0,411	0,440	0,067
5 vs 7	0,004	0,875	0,005	0,009	0,010	0,737
6 vs 7	0,064	0,799	0,067	0,061	0,064	0,095

CR: consumo de ração; GP: ganho de peso; CEM: consumo de energia metabolizável; CA: conversão alimentar; CC: conversão calórica; CV: coeficiente de variação; VB: Viabilidade de criação; CN: controle negativo; LIP: lipase; EMUL: emulsificante; Letras diferentes na mesma coluna diferem entre si pelo teste SNK.

Ainda para esse contraste não foi observado efeito ( $P \geq 0,05$ ) para a CC ao final do ciclo de criação, demonstrando que a eficiência para utilizar energia para ganho de peso não foi alterada.

Ao se comparar o controle positivo com uso dos aditivos (Contraste 2), foi observado efeito ( $P \leq 0,05$ ) sobre o CR, CEM, CA e CC, sendo que aves do grupo com níveis de EMA em acordo com Rostagno et al (2017) apresentaram menor consumo de ração, maior CEM, melhor CA e pior CC em comparação com o uso dos aditivos. A melhoria da CA pode estar atrelada ao maior CEM e também relacionada pela maior inclusão do óleo na dieta.

Foi observado efeito significativo ( $P \leq 0,05$ ) quando se comparou o controle negativo ( $P \leq 0,05$ ) com tratamentos que tiveram a utilização dos aditivos (Contraste 3). Aves alimentadas com rações com redução de energia (-90 Kcal) apresentaram menores CR, GP e CEM, além de pior CA e CC quando comparado com o uso dos aditivos.

Não foram observadas diferenças ( $P \geq 0,05$ ) entre o uso de lipase e de emulsificante de forma isolada (Contraste 4) para nenhuma das características avaliadas ao final do ciclo de criação. No entanto, ao se comparar aves alimentadas com lipase e com lipase e emulsificante de forma associada (Contraste 5) pode-se observar maior CR, maior CEM, pior CA e CC nas aves alimentadas com as rações contendo apenas inclusão de lipase.

Não foi observado efeito ( $P \geq 0,05$ ) entre o uso de emulsificante e de lipase + emulsificante (Contraste 6) para nenhuma das características de desempenho avaliadas no período integral de criação.

A viabilidade de criação aos 37 dias não foi influenciada ( $P \geq 0,05$ ) pelos tratamentos avaliados.

Os dados de características de carcaça e dos cortes de frangos de corte ao final do ciclo de criação estão apresentados na Tabela 9.

O peso e o rendimento de carcaça e dos cortes não foram influenciados ( $P \geq 0,05$ ) pelo nível de energia metabolizável da ração (contraste 1). Os resultados verificados para peso da carcaça não refletiram o maior crescimento das aves proporcionado pelo maior nível de energia da ração.

A suplementação dos aditivos não exerceu efeito ( $P \geq 0,05$ ) sobre o peso e rendimento da carcaça, cortes e de gordura, quando comparadas com o controle negativo ao final do ciclo de criação das aves.

Os pesos absolutos e relativos de gordura abdominal não foram influenciados ( $P \geq 0,05$ ) pelos programas de suplementação de aditivos.

Tabela 9 Características da carcaça de frangos de corte, aos 37 dias, em função do nível de energia metabolizável da ração e do programa de suplementação de aditivos relacionados com a digestão lipídica

Tratamentos	Peso absoluto (g)				Rendimento/Peso relativo (%)			
	Carcaça	Peito	Pernas	GA	Carcaça	Peito	Pernas	GA
1 Controle positivo	2014	693	574	26,24	77,46	34,41	28,51	1,01
2 Redução 30 Kcal	2010	702	572	19,40	77,65	34,93	28,48	0,75
3 Redução 60 Kcal	1956	680	553	19,45	76,41	34,77	28,32	0,76
4 Redução 90 Kcal (CN)	1921	658	548	18,50	77,39	34,22	28,51	0,74
5 CN + Lipase	1985	733	545	19,44	77,36	36,95	27,49	0,76
6 CN + Emulsificante	1960	707	547	21,42	78,18	36,10	27,93	0,85
7 CN + LIP + EMUL	1977	701	569	21,13	77,37	35,48	28,75	0,82
CV (%)	3,26	6,05	5,41	23,46	1,53	5,11	4,85	23,22
Erro padrão da média	0,0244	0,0159	0,0114	1,8443	0,4465	0,6811	0,5185	0,0714
					P-valor			
Efeito tratamento	0,128	0,067	0,303	0,085	0,240	0,077	0,657	0,125

Pernas: coxa e sobrecoxa. GA: gordura abdominal; CV: coeficiente de variação; CN: controle negativo; LIP: lipase; EMUL: emulsificante.

As características dos órgãos digestivos (intestino delgado, fígado e pâncreas) dos frangos de corte ao final do período de criação estão apresentadas na Tabela 10.

Não foi verificado efeito ( $P \geq 0,05$ ) entre os tratamentos para o peso absoluto e relativo do pâncreas, fígado e intestino delgado além do comprimento do intestino.

A suplementação dos aditivos não exerceu efeito ( $P \geq 0,05$ ) sobre o comprimento absoluto e comprimento relativo do intestino delgado das aves ao final do ciclo de criação. De forma semelhante, os pesos absoluto e relativo dos órgãos avaliados (intestino delgado, fígado e pâncreas) não variaram em função da adição de lipase exógena.

Tabela 10 Desenvolvimento de órgãos dos frangos de corte, aos 37 dias, em função do nível de energia metabolizável da ração e do programa de suplementação de aditivos relacionados com a digestão lipídica

Tratamentos	Fígado (g)	Pâncreas (g)	ID (g)	CI (cm)	Fígado (%)	Pâncreas (%)	ID (%)	CI (cm/kg)
1 Controle positivo	49,946	4,460	51,71	171,71	1,918	0,172	1,990	65,94
2 Redução 30 Kcal	48,871	4,441	50,28	174,14	1,886	0,172	1,942	67,25
3 Redução 60 Kcal	46,981	4,353	51,07	166,58	1,835	0,170	1,996	65,07
4 Redução 90 Kcal (CN)	46,146	4,443	47,19	163,29	1,858	0,179	1,902	65,81
5 CN + Lipase	46,272	4,580	49,66	178,43	1,803	0,178	1,939	69,57
6 CN + Emulsificante	43,601	4,044	49,31	165,14	1,741	0,161	1,972	65,99
7 CN + LIP + EMUL	49,556	4,323	51,02	168,14	1,946	0,169	1,999	65,83
CV (%)	11,10	14,85	14,67	9,41	10,93	14,62	15,15	9,16
Erro padrão da média	1,9865	0,2457	2,7751	6,0353	0,7663	0,0095	0,1124	2,302
					P-valor			
Efeito tratamento	0,280	0,825	0,935	0,578	0,552	0,879	0,996	0,858

CN: Controle negativo. ID: Intestino delgado. CI: Comprimento de intestino delgado. CV: coeficiente de variação; CN: controle negativo; LIP: lipase; EMUL: emulsificante.

Os coeficientes de digestibilidade da matéria seca, do extrato e energia metabolizável aparente para os frangos de corte durante a fase inicial de criação estão apresentados na Tabela 11.

Tabela 11 Coeficientes de digestibilidade e energia metabolizável aparente para frangos de corte na fase inicial, em função do nível de energia metabolizável da ração e do programa de suplementação de aditivos relacionados com a digestão lipídica

Tratamentos	CDAMS	CDAEE	EMAMS (Kcal/kg)	CMAEB
1 Controle positivo	0,681	0,925a	3480a	0,7579
2 Redução 30 Kcal	0,696	0,918abc	3457a	0,7621
3 Redução 60 Kcal	0,689	0,921ab	3426ab	0,7574
4 Redução 90 Kcal (CN)	0,702	0,914bc	3421ab	0,7627
5 CN + Lipase	0,702	0,915bc	3409ab	0,7639
6 CN + Emulsificante	0,699	0,911bc	3411ab	0,7632
7 CN + LIP + EMUL	0,691	0,910c	3366b	0,7547
CV (%)	2,02	0,72	1,55	1,55
Erro padrão da média	0,0053	0,0025	20,0957	0,0044
		P-valor		
Efeito tratamento	0,4156	0,0012	0,0096	0,6957
		P-valor		
Contrastes				
1 vs 2:3:4	0,4500	0,0200	0,0607	0,5945
1 vs 5:6:7	0,3137	0,0001	0,0008	0,6075
4 vs 5:6:7	0,4814	0,5018	0,2741	0,6875
5 vs 6	0,6733	0,2541	0,9395	0,9095
5 vs 7	0,1386	0,1714	0,1382	0,1489
6 vs 7	0,2840	0,8151	0,1198	0,1824

CDAMS: Coeficiente de digestibilidade aparente na matéria seca; CDAEE: Coeficiente de digestibilidade aparente no extrato etéreo; EMAMS: Energia metabolizável aparente na matéria seca; CMAEB; Coeficiente de metabolizabilidade aparente de energia bruta. CV: coeficiente de variação; CN: controle negativo; LIP: lipase; EMUL: emulsificante.

Os coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca (CDAMS) não apresentaram variação significativa ( $P \geq 0,05$ ) quando foi comparado o CP com o grupo de tratamentos com menores níveis de energia (Contraste 1).

Ainda para este contraste (1 vs 2:3:4), foi observado efeito ( $P \geq 0,05$ ) para o coeficiente de digestibilidade aparente de extrato etéreo (CDAEE) e tendência para energia metabolizável aparente na matéria seca (EMAMS), indicando que as aves alimentadas com rações com redução do nível de energia aproveitaram melhor os nutrientes da ração, mas mantiveram a mesma

digestibilidade de extrato etéreo, quando comparada com as aves alimentadas com a ração CP.

Ao comparar o controle positivo com os tratamentos com inclusão de aditivos (Contraste 2), foi observado efeito ( $P \leq 0,05$ ) sobre o CDAEE e EMAMS sendo que o CP proporcionou maior CDAEE e EMAMS.

Não foi observado efeito ( $P \geq 0,05$ ) quando se comparou o controle negativo ( $P \leq 0,05$ ) com tratamentos que tiveram a utilização dos aditivos (Contraste 3) para nenhuma das características de digestibilidade avaliadas neste período experimental.

Não foi observado efeito ( $P \geq 0,05$ ) entre o uso de lipase e de emulsificante de forma isolada (Contraste 4) para os CDAMS e CDAEE na fase inicial de criação dos frangos de corte.

Ao se comparar as aves alimentadas com lipase e com lipase e emulsificante de forma associada (Contraste 5) não foi verificado efeito ( $P \geq 0,05$ ) para nenhum dos coeficientes de digestibilidade (CDAMS, CDAEE e EMAMS) avaliados.

Não foi constatada diferença ( $P \leq 0,05$ ) ao comparar as rações com emulsificante daquelas que apresentavam inclusão de lipase + emulsificante (Contraste 6) para todas as características de digestibilidade avaliadas.

Os valores de coeficientes de digestibilidade e energia metabolizável aparente para frangos de corte ao final do ciclo de criação estão apresentados na Tabela 12.

Não foi observado efeito ( $P \geq 0,05$ ) entre os tratamentos para CDAMS, CDAEE e CMAEB em todos os contrastes analisados.

Ao comparar o tratamento com menor nível de energia (CN) com aqueles com o uso dos aditivos (Contraste 3), foi observado efeito ( $P \leq 0,05$ ) para variável aproveitamento de energia metabolizável para os frangos de corte, indicando que os aditivos foram eficientes em melhorar o aproveitamento de energia de rações com redução do nível de energia metabolizável na fase final de criação.

Tabela 12 Coeficientes de digestibilidade e energia metabolizável aparente para frangos de corte no final do ciclo de produção, em função do nível de energia metabolizável da ração e do programa de suplementação de aditivos relacionados com a digestão lipídica

Tratamentos	CDAMS	CDAEE	EMAMS (Kcal/kg)	CMAEB
1 Controle positivo	0,747	0,920	3772ab	0,8079
2 Redução 30 Kcal	0,742	0,913	3740ab	0,8029
3 Redução 60 Kcal	0,748	0,921	3783a	0,8085
4 Redução 90 Kcal (CN)	0,743	0,904	3720b	0,8034
5 CN + Lipase	0,739	0,916	3729ab	0,8017
6 CN + Emulsificante	0,747	0,914	3771ab	0,8100
7 CN + LIP + EMUL	0,746	0,911	3753ab	0,8068
CV (%)	1,22	1,69	0,88	0,88
Erro padrão da média	0,0034	0,0058	12,4608	0,0026
	P-valor			
Efeito tratamento	0,4938	0,4624	0,0048	0,2283
Contrastes	P-valor			
1 vs 2:3:4	0,5179	0,2976	0,0975	0,3382
1 vs 5:6:7	0,4407	0,3678	0,1503	0,5740
4 vs 5:6:7	0,7865	0,1695	0,0359	0,3769
5 vs 6	0,1214	0,8149	0,0224	0,0341
5 vs 7	0,1451	0,5157	0,1864	0,1825
6 vs 7	0,9238	0,6766	0,3099	0,4086

CDAMS: Coeficiente de digestibilidade aparente na matéria seca; CDAEE: Coeficiente de digestibilidade aparente no extrato etéreo; EMAMS: Energia metabolizável aparente na matéria seca; CMAEB; Coeficiente de metabolizabilidade aparente de energia bruta. CV: coeficiente de variação; CN: controle negativo; LIP: lipase; EMUL: emulsificante.

Não foi observado efeito ( $P \geq 0,05$ ) sobre o CDAMS, CDAEE e CMAEB ao comparar as rações com inclusão de lipase e emulsificante de forma isolada (Contraste 4). No entanto, os tratamentos em questão influenciaram ( $P \leq 0,05$ ) EMAMS.

O CDAMS e os valores de EMAMS e não foram influenciados ( $P \geq 0,05$ ) pelo uso de lipase associada com o emulsificante, quando comparada com a lipase de forma isolada (Contraste 5).

Nenhuma característica de digestibilidade e de aproveitamento de energia foi influenciado ( $P \geq 0,05$ ) quando comparado o tratamento com emulsificante isolado com ele em conjunto com a lipase (Contraste 6).

## 5 DISCUSSÃO

De forma similar ao presente trabalho Alaeldein *et al.* (2014) não observaram efeito da redução do nível de energia metabolizável (redução de até 75 Kcal/kg de ração) sobre as características de desempenho no período de 1 a 10 dias em dietas de frangos de corte.

Uma vez que a energia representa, em geral, o componente mais caro da ração e que as aves alimentadas com menor nível de energia tiveram desempenhos semelhantes, vale analisar então a decisão sobre qual manejo nutricional deve ser adotado.

Em oposição Savoldi *et al.* (2012), ao avaliarem níveis crescentes de energia (2700 a 3075 Kcal/kg) durante a fase pré-inicial, observaram maior GP e melhor CA com a ração de maior nível de energia metabolizável. Ferreira *et al.* (2015), ao trabalhar com redução do nível de energia da dieta, observaram piora da CA quando se reduz o nível de energia metabolizável da ração em todas as fases.

De acordo com Ravindran *et al.* (2016) as aves jovens possuem limitada capacidade de aproveitar energia pela baixa capacidade de sintetizar e reciclar sais biliares, pela baixa produção da enzima lipase e de absorção de nutrientes. Assim, rações com maiores inclusões de óleos e gorduras podem não resultar em melhor desempenho nessa fase. Neste experimento, pode-se portanto inferir, que os níveis de energia praticados até 21 dias de idade (Rostagno *et al.*, 2017) suportam uma resposta positiva em performance de frangos de corte.

Com base nos resultados de CR e o do CEM aos 21 dias, pode-se inferir que nessa fase as aves não regularam o consumo em função do nível de energia metabolizável da ração, diferente do que é corriqueiramente reportado na literatura.

De acordo com Bertechini (2011), embora os frangos ajustem o consumo de ração para satisfazer suas necessidades energéticas, esse ajuste é limitado no frango de corte moderno, selecionado para rápido crescimento e para consumir ração em função da capacidade física do trato gastrointestinal,

apresentando comportamento de hiperfagia como resultado do melhoramento genético.

Os resultados observados para GP e CA corroboram com os obtidos por Savoldi *et al.* (2012) que ao avaliarem diferentes níveis de energia metabolizável (2700, 2825, 2950 e 3075 Kcal/kg) para frangos de corte durante a fase inicial relataram maior ganho de peso e melhor da conversão alimentar para as aves alimentadas com as rações contendo os maiores níveis de energia.

Ao considerar que as rações experimentais foram formuladas para serem isonutritivas, a falta de variação do CR em função do nível de energia, indica que as aves ingeriram quantidades semelhantes de nutrientes, no entanto, tiveram maior CEM, o que sustentou o maior GP proporcionado pelo controle positivo, além da melhoria da CA.

A melhora na CA em resposta ao aumento dos níveis de energia corrobora com os resultados obtidos por Dozier *et al.* (2011), Litz *et al.* (2014) e Zhao e Kim. (2017). Resultado similar foi encontrado por Infante-Rodriguez *et al.* (2016) que ao avaliarem rações com níveis crescentes de energia metabolizável nas fases de 1 a 21 dias (2960, 3000, 3040 e 3080 Kcal/kg de ração) verificaram melhor CA para os frangos alimentadas com as rações contendo os maiores níveis energéticos.

O efeito positivo do maior nível de energia avaliado sobre a CA observado no grupo de aves CP, pode estar relacionado a uma possível melhora na absorção de nutrientes e no aumento da energia líquida da ração (em razão do menor incremento calórico) como resultado da maior inclusão de lipídios, além da redução da pulverulência da ração, assim como sugerido por Duarte *et al.* (2010) e Murakami *et al.* (2009).

A utilização da lipase em dietas com redução de energia metabolizável permitiu melhora nas características de desempenho dos frangos de corte, destacando-se GP similar ao grupo CP. Segundo Barbosa *et al.* (2014) essa resposta é proporcionada pelo acréscimo do valor energético e nutricional dos ingredientes, devido à ação da enzima na melhoria da digestibilidade de nutrientes.

Neste estudo a lipase não proporcionou melhora na digestibilidade de lipídeos em detrimento ao grupo CP e da mesma forma os valores de energia

metabolizável determinados foi superior na fase inicial para o grupo CP e semelhantes na fase final.

Assim a hipótese que justifica a recuperação do desempenho (GP) no grupo com suplementação de lipase em patamares similares ao CP, poderia ser uma economia na síntese/secreção de lipase endógena (pelo pâncreas) e assim direcionamento de aminoácidos e energia para crescimento.

Outro detalhe importante é que o maior consumo de energia metabolizável em aves do grupo com rações suplementadas com lipase pode ter sido o motivo para maior ganho de peso, na fase inicial, quando comparado ao grupo de aves com rações contendo apenas emulsificante.

No entanto para a utilização dos aditivos em conjunto pode se considerar que não houve sinergismo entre esses aditivos na fase de 1 a 21 dias.

De forma similar aos resultados acumulados aos 37 dias obtidos no presente experimento Infante-Rodrigues *et al.* (2016) verificaram melhoria da CA alimentar de aves alimentadas com rações de maior nível de energia. Em acordo, Nogueira *et al.* (2013) observaram aumento no ganho de peso e melhoria na conversão alimentar pelas aves em resposta ao aumento do nível de energia da ração. Ferreira *et al.* (2015) relataram piora na conversão alimentar de frangos de corte em função da redução da energia metabolizável da ração.

Os resultados demonstraram que a diminuição do nível de energia ao longo do ciclo de criação diminuiu o ganho de peso e piorou a conversão alimentar dos frangos de corte, possivelmente pelo menor CEM. Da mesma forma Boontiam *et al.* (2016) ao avaliarem dois programas de energia metabolizável (médio: 2875, 3000, 3050 e alto: 3025, 3150, 3200 Kcal/kg, para as fases de 1 a 7, 8 a 21 e 22 a 35 dias, respectivamente) relataram menor ganho de peso ao final do ciclo de criação nas aves alimentados com rações contendo os menores níveis de energia metabolizável.

A piora no desempenho dos frangos de corte em resposta ao menor nível de energia (controle negativo) pode ser explicada pelo menor CEM pelas aves. Esses resultados também reforçam a tese que os frangos de corte modernos são menos eficientes em regular o consumo de ração pelo nível de energia metabolizável com o aumento da idade.

Além disso, o resultado de CC permite inferir que as inclusões de lipase e emulsificante (de forma isolada ou associada) nos níveis utilizados no presente estudo melhoraram a eficiência no aproveitamento de energia, no entanto não foram suficientes para melhorar o aproveitamento de energia da ração em 90 Kcal/kg de ração a ponto de proporcionar desempenho semelhante ao do tratamento controle positivo.

O ensaio de metabolismo demonstrou que entre os aditivos, o emulsificante proporcionou maior valor de energia metabolizável na fase final com aumento em cerca de 50 Kcal em relação ao grupo com redução em 90 Kcal sem uso de aditivos. Da mesma forma a EMA determinada, não foi diferente entre o grupo com uso de emulsificante e o grupo CP.

Os resultados para a utilização dos aditivos indicam, assim como sugerido por Barbosa *et al.* (2012) e Wang *et al.* (2016), que o uso de emulsificante e lipase apresentam efeito benéfico mais evidente sobre o desempenho de frangos de corte em rações com redução do nível de energia metabolizável, melhorando assim a eficiência energética da dieta (maior energia líquida) e consequentemente melhorar as características de desempenho dos frangos de corte no final do ciclo de criação.

Conforme já mencionado, além de poder melhorar a digestibilidade da energia e dos nutrientes, a inclusão de enzimas exógenas em dietas para aves pode reduzir a síntese de enzimas endógenas, consequentemente, o organismo teria uma maior quantidade de aminoácidos para a síntese tecidual (Barbosa *et al.*, 2014) e uma maior disponibilidade de energia líquida para crescimento, o que justificaria a melhora no desempenho das aves alimentadas com as rações contendo inclusão de aditivos (lipase e lipase + emulsificante).

De forma similar Maertens *et al.* (2015) observaram melhoria no aproveitamento de energia para o ganho de peso ao ser utilizado emulsificante em ração com redução do nível de energia metabolizável (100 Kcal/kg), no entanto sem restaurar completamente esse valor.

Os resultados obtidos para desempenho sugerem um eventual sinergismo na utilização de lipase e emulsificante ao final do ciclo de criação, no entanto, o mesmo não pode ser confirmado na digestibilidade e aproveitamento energético. Além disso, a idade das aves parece ser fator importante e deve ser foco de novos estudos.

Corroborando com os resultados de viabilidade, Kamran *et al.* (2008) não observaram variação na viabilidade dos frangos de corte, ao final do ciclo de criação em resposta ao nível de energia metabolizável da ração. Da mesma maneira, Guerreiro Neto *et al.* (2011) verificaram que o uso de emulsificantes em rações para frangos de corte não influenciou a viabilidade de criação das aves, independente das fontes de energia metabolizável utilizada. Em acordo, Nagargoje *et al.* (2016) também não observaram influencia desse aditivo sobre a viabilidade de criação dos frangos de corte.

Os resultados dos coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca (CDAMS), coeficiente de digestibilidade aparente de extrato etéreo (CDAEE) e energia metabolizável aparente na matéria seca (EMAMS), indicaram que as aves alimentadas com rações com redução do nível de energia aproveitaram melhor os nutrientes da ração, mas mantiveram a mesma digestibilidade de extrato etéreo, quando comparada com as aves alimentadas com a ração CP.

Esses resultados não estão de acordo com os encontrados por Park *et al.* (2017) que verificaram redução da digestibilidade de gordura e extrato etéreo em rações com menores níveis de energia metabolizável para frangos de corte machos.

Os valores obtidos para o CDAMS permite inferir que as inclusões de lipase (de forma isolada ou associada) nos níveis utilizados no presente estudo melhoraram a eficiência no aproveitamento da matéria seca, no entanto, não foram suficientes para melhorar o aproveitamento de extrato etéreo da ração com redução no nível de energia metabolizável em 90 Kcal/kg a ponto de proporcionar digestibilidade semelhante ao do controle positivo.

Do mesmo modo, pelo teste de média utilizado, foi possível observar piores coeficientes de matéria seca, extrato etéreo e energia metabolizável na fase inicial de criação quando se utilizou emulsificante de forma isolada.

De forma similar Zampiga *et al.* (2016), observaram que o uso de emulsificante pode não apresentar efeito sobre os coeficientes de digestibilidade em rações com redução do nível de energia metabolizável. Além disso, segundo o autor anteriormente citado, a digestibilidade do extrato etéreo pode estar relacionada a fatores como o tipo de lipídio utilizado na dieta, sendo

os resultados mais evidentes observados em rações que possuem gordura como fonte lipídica principal.

Zaefarian *et al.* (2015) relataram que o aumento na retenção de gordura com a utilização de emulsificante para frangos de corte durante a fase inicial pode não ser suficiente para aumentar o aproveitamento da energia metabolizável aparente, além disso, ainda para esses autores a falta de efeito sobre a digestibilidade das aves está relacionada com um curto período de tempo, o que pode não refletir sobre o desempenho das aves.

De forma similar, Slominsk *et al.* (2006) não observaram efeito na digestibilidade dos nutrientes quando foi adicionado lipase exógena nas rações para frangos de corte na fase inicial, assim para esses autores nessa fase a inclusão de lipase visando melhorar o aproveitamento de energia neste período de criação das aves pode ser reconsiderado.

Park *et al.* (2017) observaram melhoria na digestibilidade de energia e de extrato etéreo quando se utilizou maiores inclusões de emulsificante (0,030%, 0,060% e 0,090%) nas rações para frangos de corte, o que pode sugerir que o nível de inclusão utilizado no presente estudo (0,025%) foi insuficiente para promover efeito do emulsificante de forma isolada sobre a digestibilidade da matéria seca, extrato etéreo e de energia na fase inicial.

Para os resultados dos valores de coeficientes de digestibilidade e energia metabolizável aparente para frangos de corte ao final do ciclo de criação de frangos de corte, indicaram que a digestibilidade das dietas experimentais não foi alterada em função da redução do nível de energia metabolizável ao final do ciclo de criação.

No entanto, HU *et al.* (2018) observaram melhoria da digestibilidade de extrato etéreo em rações com redução do nível de energia para frangos corte mais jovens (28 dias de idade), o que sugere que a digestibilidade é influenciada pela idade da ave e pelo grau de desenvolvimento do sistema digestório

Ao comparar o tratamento com menor nível de energia (CN) com aqueles com o uso dos aditivos, indicaram que os aditivos não foram eficientes em melhorar a digestibilidade e o aproveitamento de energia de rações com redução do nível de energia metabolizável na fase final de criação.

Pelo teste de média utilizado, foi observado pior coeficiente de digestibilidade da matéria seca e energia metabolizável quando se utilizou lipase isolada no período final do ciclo de criação.

De forma similar, Zhao e Kim *et al.* (2017) não observaram efeito na digestibilidade (matéria seca, extrato etéreo e energia metabolizável aparente) com a inclusão de emulsificante nas rações na fase final de criação dos frangos de corte.

Para Zhang *et al.* (2011), o uso de emulsificante nas rações auxiliam na digestibilidade por facilitar a ação da lipase, além de favorecer a formação de micelas de produtos da lipólise, potencializando a absorção pela mucosa intestinal. Além disso, aumentam a formação de canais proteicos e a permeabilidade da membrana celular (ZAMPIGA *et al.*, 2016).

Para os dados de rendimento de carcaça das aves ao final do ciclo de criação, da mesma forma Gopinger *et al.* (2017) ao trabalharem com variação do nível de energia (variação  $\pm 200$  Kcal/kg de energia metabolizável) não observaram efeito do nível de energia sobre o peso da carcaça e os cortes dos frangos ao final do ciclo de produção das aves. De forma similar Nagata *et al.* (2011) relataram a falta de efeito do nível de energia da ração sobre o peso relativo do peito (com pele e osso) e da perna de frangos de corte aos 42 dias de idade.

Com relação aos dados de gordura abdominal, resultado diferente ao do presente estudo foi obtido por Meza *et al.* (2015) que observaram maior peso da gordura abdominal e maior taxa de deposição de gordura na carcaça de frangos de corte alimentados com rações de maiores níveis de energia metabolizável, ao final do ciclo de crescimento. Relação positiva entre o aumento do nível de energia da ração e deposição de gordura abdominal em frangos também foi observada por outros.

Ao considerar que as aves passaram por períodos de estresse por calor, sobretudo após a terceira semana de vida, o efeito do nível energético sobre a deposição de gordura abdominal pode estar relacionada ao aumento da

exigência de energia necessária para a dissipação do calor corporal das aves, assim como sugerido por Reyes *et al.* (2012), nesse sentido, a quantidade de energia ingerida pelas aves seria utilizada para ativação dos mecanismos de perda de calor e manutenção da temperatura corporal, não havendo excedente de energia para a deposição como tecido adiposo.

Para essa mesma característica, quando se utilizou os aditivos, de forma similar ao verificado, Nagargoje *et al.* (2016) não observaram variações no peso relativo dos cortes ao comparar grupos de frangos alimentados com rações contendo inclusão de lipase (10000 UI/kg) com o grupo controle, ao final do período de 1 a 42 dias. Guerreiro Neto *et al.* (2011) não verificaram variação do rendimento de carcaça e de cortes dos frangos que receberam a adição de emulsificantes nas rações aos 42 dias de idade.

Os resultados de peso absoluto e relativo de gordura abdominal em função da inclusão de aditivos, estão de acordo com os encontrados por Guerreiro Neto *et al.* (2011) e Cho *et al.* (2012) que não verificaram influência no uso de emulsificantes na deposição de gordura na região abdominal das aves.

Os resultados de peso dos órgãos corroboram com os encontrados por Aziz *et al.* (2011) que não observaram efeito de rações com diferentes padrões de energia metabolizável (2764, 2921, 2968 Kcal/kg e 2910, 3075, 3125 Kcal/kg, para as fases pré-inicial, crescimento e abate) sobre o peso relativo do fígado e do pâncreas de frangos de corte aos 42 dias de idade.

Segundo Martins *et al.* (2015), a presença de maiores níveis de energia e nutrientes podem estimular o aumento da secreção de enzimas digestivas, promovido pela hipertrofia das células secretoras, que resulta em maior desenvolvimento e, em consequência, maior peso relativo do órgão. Assim, com base na preposição anterior e nos resultados obtidos no presente estudo, infere-se que as variações nos níveis de energia metabolizável não foram suficientes para proporcionar um acréscimo na atividade metabólica e/ou enzimática que resultasse em maior desenvolvimento do fígado e do pâncreas.

Os dados do presente estudo não estão de acordo com os encontrados por Raju *et al.* (2011) e Boontiam *et al.* (2016), que observaram aumento no peso de pâncreas quando as aves foram alimentadas com emulsificante

exógeno, e sugeriram que o aumento do peso relativo do pâncreas pode ser um indicativo de maior digestão e absorção de lipídios.

Os resultados de peso absoluto e relativo dos órgãos das aves em função da inclusão dos aditivos foram semelhantes aos observados por Abbas *et al.* (2016) trabalhando com emulsificante em rações com diferentes inclusões de gordura não observaram efeito dos aditivos sobre o peso de fígado ao final do ciclo de criação.

## 6 CONCLUSÕES

A utilização de lipase de forma isolada nas rações foi mais efetiva em recuperar o desempenho na fase inicial.

O uso de emulsificante se mostrou mais eficaz sobre desempenho e aproveitamento energético na fase final de criação.

A utilização de lipase associada a emulsificante em rações com redução de energia melhora o desempenho das aves. Tal uso possibilita em função dos resultados reduzir entre 60-90 Kcal mantendo desempenho satisfatório.

Reduções no nível de energia metabolizável da ração em 90 Kcal/kg de energia metabolizável compromete o ganho de peso e a conversão alimentar dos frangos de corte, porém não altera rendimento de carcaça, cortes e biometria dos órgãos digestivos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABBAS, M. T.; ARIF, M.; SAEED, M., REYAD-UL-FERDOUS, M.; HASSAN, M. A.; ARAIN, L. M.A.; REHMAN, A. 2016. Emulsifier effect on fat utilization in broiler chicken. **Asian Journal of Animal and Veterinary**. 11: 158-167.
- ABREU, V. M. N.; ABREU, P. G. 2011. Os desafios da ambiência sobre os sistemas de aves no Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**. 40: 1-14.
- AGUILAR, Y.M.; BECERRA, J.C.; BERTOT, R.R.; PELÁEZ, J.C.; LIN, G.; HURTADO, C.B. 2013. Growth performance, carcass traits and lipid profile of broiler chicks fed with an exogenous emulsifier and increasing levels of energy provided by palm oil. **Journal of Food, Agriculture & Environment** 11: 629-633.
- ALAELEIN, M. A., FUAD, S. A., LEMME, H. A., AND ZAKARIA, H. 2014. The relationship between guanidine acetic acid and metabolizable energy level of diets on performance of broiler chickens. **Italian Journal of Animal Science**, 13: 548-556.
- ALLAHYARI-BAKE, S.; JAHANIAN, R. 2016. Effects of dietary fat source and supplemental lysophosphatidylcholine on performance, immune responses, and ileal nutrient digestibility in broilers fed corn/soybean meal- or corn/wheat/soybean meal-based diets. **Poultry Science** 96: 1149–1158.
- ALMEIDA, A.F.; DIAS, K.B.; SILVA, A.C.C. TERRASAN, C.R.F.; TAU-K-TORNISIELO, S.M.; CARMONA, E.C. 2016. Agroindustrial wastes as alternative for lipase production by candida viswanathii under solid-state cultivation: purification, biochemical properties, and its potential for poultry fat hydrolysis. **Enzyme Research** 16: 1-15.
- ALOULO, A.; SCHUÉ, M.; PUCCINELLI, D.; MILANO, S.; DELCHAMBRE, C.; LEBLOND, Y.; LAUGIER, R. CARRIÈRE, F. 2015. Yarrowia lipolytica lipase 2 is stable and highly active in test meals and increases fat absorption in an animal model of pancreatic exocrine insufficiency. **Gastroenterology** 08: 1-47.
- API, I.; TAKAHASHI, S.E.; MENDES, A.S.; PAIXÃO, S.J.; REFATI, R.; RESTELATTO, R. 2017. Efeito da sexagem e linhagens sobre o desempenho e rendimento de carcaça de frangos de corte. **Cienc. Anim. Bras** 18: 1-10.
- ARTONI, S.M.B.; NAKAGHI, L.S.; BORGES, L.L.; MACARI, M. 2014. **Sistema digestório das aves**. p. 3-15. In. SAKOMURA, N.K; SILVA, J.H.V.; COSTA, F.G.P.; FERNANDES, J.B.K.; HAUSCHILD, L. Nutrição de não-ruminantes. FUNEP Jboticabal, São Paulo, Brasil.
- ATTIA, Y.A.; HUSSEIN, A.S.; TAG EL-DIN, A.E.; QOTA, E.M.; ABED EL-GHANY, A.L.; SUDANY, A.M. 2009. Improving productive and reproductive performance of dual-purpose crossbred hens in the tropics by lecithin supplementation. **Tropical Animal Health and Production** 41: 461-475.
- AVILA, V. S.; PAULA, A.; BRUM, P. A. R.; COLDEBELLA, A.; MAIER, J. C. 2006. Determinação do período de coleta total de excretas para estimativa dos valores de energia metabolizável em frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia** 35: 1966-1970.
- AZIZ, B.; SADEGHI, G.; KARIMI, A.; ABED, F. 2011. Effects of dietary energy and protein dilution and time of feed replacement from starter to grower on broiler chickens performance. **Journal of Central European Agriculture** 12:44-52.
- BARBOSA, F.J.V.; LOPES, J.B.; FIGUEIRÊDO, A.V.; ABREU, M.L.T.A.; DOURADO, L.R.B.; FARIAS, L.A.; PIRES, J.E.P. 2008. Níveis de energia metabolizável em rações para frangos de corte mantidos em ambiente de alta temperatura. **Revista Brasileira de Zootecnia** 37: 849-855.

BARBOSA, N.A.A.; BONATO, M. A.; SAKOMURA, N.K.; DOURADO, L.R.B.; FERNANDES, J. B.K.; KAWAUCHI, I.M. 2014. Digestibilidade ileal de frangos de corte alimentados com dietas suplementadas com enzimas exógenas. **Comunicata Scientiae** 5: 361-369.

BARBOSA, N.A.A.; SAKOMURA, N.K.; BONATO, M.A.; HAUSCHILD, L.; OVIEDO-RONDON, E. 2012. Enzimas exógenas em dietas de frangos de corte: desempenho. **Ciência Rural** 42: 1497-1502.

BERTECHINI, A.G. 2011. Impacto da energia da dieta sobre as exigências nutricionais de frangos de corte. p.297-310. In: Anais do III Simpósio Internacional Sobre Exigências Nutricionais de Aves e Suínos. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG.

BOONTIAM, W.; JUNG, B.; KIM, Y.Y. 2016. Effects of lysophospholipid supplementation to lower nutrient diets on growth performance, intestinal morphology, and blood metabolites in broiler chickens. **Poultry Science** 96: 593-601.

BOYER, J.L. 2013. Bile Formation and Secretion. **American Physiological Society. Compr Physiol** 3:1035-1078.

BUFFINGTON, C.S.; COLLIER, R.J.; CANTON, R.H. 1983. Shade management systems to reduce heat stress for dairy cows in hot, humid climates. **Transaction of the ASAE**, 26:1798-1802.

CHO, J.H.; ZHAO, P.; KIM, I.H. 2012. Effects of emulsifier and multi-enzyme in different energy density diet on growth performance, blood profiles, and relative organ weight in broiler chickens. **Journal of Agricultural Science** 4: 161-168.

DAIRO, F.A.S.; ADESEHINWA, A.O.K.; OLUWASOLA, T.A.; OLUYEMI, J.A. 2010. High and low dietary energy and protein levels for broiler chickens. **African Journal of Agricultural Research** 5: 2030-2038.

DALÓLIO, F. S.; MOREIRA, J.; VAZ, D.P.; ALBINO, L. F.T.; VALADARES, L. R.; PIRES, A.V.; PINHEIRO, S.R.F. 2016. Exogenous enzymes in diets for broilers. **Rev. Bras. Saúde Prod. Anim** 17: 149-161.

DOURADO, L.R.B.; BARBOSA, N.A.A.; SAKOMURA, N.K. 2014. **Enzimas na nutrição de monogástricos**. P.466-484. In: SAKOMURA, N.K.; SILVA, J.H.V.; COSTA, F.G.P.; FERNANDES, J.B.K.; HAUSCHILD, L. Nutrição de não ruminantes. Funep, Jaboticabal, São Paulo, Brasil.

DOZIER, W.A.; CORZO, A.; KIDD, M.T.; BRANTON, S.L. 2007. Dietary apparent metabolizable energy and amino acid density effects on growth and carcass traits of heavy broilers. **Journal of Applied Poultry Research** 16: 192-205.

DOZIER, W.A.; GEHRING, C.K.; CORZO, A.; OLANREWAJU, H.A. 2011. Apparent metabolizable energy needs of male and female broilers from 36 to 47 days of age. **Poultry Science** 90: 804-814.

DUARTE, F.D.; LARA L.J.C.; BAIÃO N.C.; CANÇADO, S.V.; TEIXEIRA, J.L. 2010. Efeito da inclusão de diferentes fontes lipídicas em dietas para frangos de corte sobre o desempenho, rendimento e composição da carcaça. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia** 62: 439-444.

DUARTE, K.F.; JUNQUEIRA, O.M.; BORGES, L.L.; SANTOS, E.T.; MARQUES, R.H.; QUADROS, T.C.O.; DOMINGUES, C.H.F. 2012. Desempenho e morfometria duodenal de frangos de corte submetidos a diferentes níveis de energia e programas de alimentação de 42 a 57 dias de idade. **Ciência Animal Brasileira** 13: 197-204.

FERREIRA, G.S.; PINTO, M.F.; NETO, M.G.; PONSANO, E.H.G.; GONÇALVES, C.A.; BOSSOLANI, I.L.C.; PEREIRA, A.G. 2015. Ajuste preciso do nível de energia na dieta de frangos de corte para controle do desempenho e da composição lipídica da carne. **Ciência Rural** 45: 104-110.

- FERREIRA, N.T.; NASCIMENTO, T.M.T. 2016. **Metodologias para avaliar o conteúdo de energia dos alimentos**. p. 31-66. In. SAKOMURA, N.K.; ROSTAGNO, H.S. Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos. 2eds. Jaboticabal: Funep, São Paulo, Brasil.
- FURTADO, R. D. A.; AZEVEDO, P. V.; TINÓCO, I. F. F. 2003. Análise do conforto térmico em galpões avícolas com diferentes sistemas de acondicionamento. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. 7: 559-564.
- GHAFFARI, M.; SHIVAZAD, M.; ZAGHARI, M.; TAHERKHANI, R. 2007. Effects of different levels of metabolizable energy and formulation of diet based on digestible and total amino acid requirements on performance of male broiler. **International Journal of Poultry Science** 4: 276-279.
- GHALEHKANDI, J.G.; VALILU, M.R.; SHAYEGH, J.; ESHRATKHAH, B.; ISSABEAGLOO, E.; GHAEMMAGHAMI, S. 2011. Effect of different levels of perlite on mucosal lipase enzymes activity in small intestine of broiler chicks. **Asian Journal of Animal and Veterinary Advances** 6: 838-843.
- GOPINGER, E.; KRABBE, E.L.; SUREK, D.; LOPES, L.S.; AVILA, V.S. 2017. Live performance, carcass, and bone quality responses of grower and finisher broilers to dietary metabolizable energy levels. **Brazilian Journal of Poultry Science**. 19: 559-566.
- GUERREIRO NETO, A.C.; PEZZATO, A.C.; SARTORI, J.R.; MORI, C.; CRUZ, V.C.; FASCINA, V.B.; PINHEIRO, D.F.; MADEIRA, L.A.; GONÇALVES, J.C. 2011. Emulsifier in broiler diets containing different fat sources. **Brazilian Journal of Poultry Science** 13: 119-125.
- HU, Y. D.; LAN, D.; ZHU, Y.; PANG, H. Z.; MU, X.P.; HU, X.F. 2018. Effect of diets with different energy and lipase levels on performance, digestibility and carcass trait in broilers. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences** 31:1275-1284.
- HUSSAIN, M.M. 2014. Intestinal lipid absorption and lipoprotein formation. **Curr Opin Lipidol** 25: 200-206.
- INFANTE-RODRÍGUEZ, F.; SALINAS-CHAVIRA, J.; MONTAÑO-GÓMEZ, M.F.; MANRÍQUEZ-NUÑEZ, O.M.; GONZÁLEZ-VIZCARRA, V.M.; GUEVARA-FLORENTINO, O.F.; RAMÍREZ DE LEÓN, J.A. 2016. Effect of diets with different energy concentrations on growth performance, carcass characteristics and meat chemical composition of broiler chickens in dry tropics. **SpringerPlus** 5: 1937-1944.
- IQBAL, J.; HUSSAIN, M.M. 2009. Intestinal lipid absorption. **Am J Physiol Endocrinol Metab** 296: E1183-E1194.
- JANSEN, M.; NUYENS, F.; BUYSE, J.; LELEU, S.; CAMPENHOUT, L. VAN. 2015. Interaction between fat type and lysolecithin supplementation in broiler feeds. **Poultry Science** 94: 2506 - 2515.
- KAMRAN, Z.; SARWAR, M.; NISA, M. ; MAHMOOD, S. ; BABAR, M.E. ; AHMED, S. 2008. Effect of low-protein diets having constant energy-to-protein ration on performance and carcass characteristics of broiler chickens from to thirty-five days of age. **Poultry Science**, 87: 468-474.
- KATO, R.K.; BERTECHINI, A.G.; FASSANI, E.J.; BRITO, J.A.G.; CASTRO, S.F. 2011. Metabolizable energy of corn hybrids for broiler chickens at different ages. **Ciência e Agrotecnologia** 35: 1218-1226.
- KHONYOUNG, D.; YAMAUCHI, K.; SUZUKI, K. 2015 Influence of dietary fat sources and lysolecithin on growth performance, visceral organ size, and histological intestinal alteration in broiler chickens. **Livestock Science** 176: 111-120.
- LIMA, M.B.; LARA, L.J.C.; BAIÃO, N.C.; CANÇADO, S.V.; MICHELL, B.C.; FERREIRA, F.C. 2008. Efeitos dos níveis de energia, lisina e metionina + cistina sobre o desempenho e o rendimento de carcaça de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia** 37: 1424-1432.

- LITZ, F.H.; CARVALHO, C.M.C.; FERNANDES, E.A.; MARTINS, J.M.S.; FAGUNDES, N.S. 2014. Efeito de diferentes níveis de energia e proteína na ração sobre o desempenho de frangos de corte da linhagem Cobb Avian 48. **Veterinária Notícias** 20: 52-60.
- LONGO, F.A.; SAKOMURA, N.K.; RABELLO, C.B.V. FIGUEIREDO, A.N.; FERNANDES, J.B.K. 2006. Exigências energéticas para manutenção e para o crescimento de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 35:119-125.
- LOPES, J.C.O.; RIBEIRO, M.N.; LIMA, V.B.S. 2015. Estresse por calor em frangos de corte. **Nutritime Revista Eletrônica** 12: 4478-4487.
- MAERTENS, L.; LUDO S.; MARC, R.; ARNO, A.; SASKIA, L.; VAN DER, A.A. 2015. The effect of different emulsifiers on fat and energy digestibility in broilers. **European Symposium on Poultry Nutrition** 29: 1-4.
- MARTINS, J. M. S.; FERNANDES, E. A.; BUENO, J. P. R.; CARVALHO, C. M. C.; LITZ, F. H.; MASCULI, A. L. S.; FAGUNDES, N. S.; SILVA, M. C. A.; SILVEIRA, M. M.; MORAES, C. A. 2015. Effect of nutrition on the body temperature and relative organ weights of broilers. **Semina** 36:4575-4588.
- MEZA, S.K.L.; NUNES, R.V.; TSUTSUMI, C.Y.; SCHERER, C.; SAVOLDI, T.L. 2015. Efeito dos níveis de energia metabolizável e lisina digestível sobre o rendimento de carcaça de frangos de corte com 42 dias. **Scientia Agraria Paranaensis** 12: 420-424.
- MIRZAIE, S.; ZAGHARI, M.; AMINZADEH, S.; SHIVAZAD, M.; MATEOS, G.G. 2012. Effects of wheat inclusion and xylanase supplementation of the diet on productive performance, nutrient retention, and endogenous intestinal enzyme activity of laying hens. **Poultry Science** 91 :413-425.
- MORAES, M.L.; RIBEIRO, A.M.L.; KESSLER, A.M. et al. 2009. Comparison of the effects of semi-refined rice oil and soybean oil on meat oxidative stability, carcass yield, metabolism, and performance of broilers. **Brazilian Journal of Poultry Science** 11: 161-167.
- MURAKAMI, A. E.; GARCIA, E. R. M.; MARTINS, E. N.; MOREIRA, I.; SCAPINELLO, C.; OLIVEIRA, A. F. G. 2009. Efeito da inclusão de óleo de linhaça nas rações sobre o desempenho o os parâmetros ósseos de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia** 38: 1256-1264.
- MURAROLLI, R.A.; ALBURQUEQUE, R.; KOBASHIGAWA, E. MURAROLLI, V.D.A.; AZEVEDO, V.D.; TRINDADE NETO, M.A.; ARAÚJO, L.F. 2009. Efeitos de diferentes relações dietéticas de energia metabolizável: proteína bruta e do peso inicial de pintos sobre o desenvolvimento e o rendimento de carcaça em frangos de corte fêmeas. **Brazilian Journal Veterinary Research and Animal Science** 46: 62-68.
- MURUGESAN, G.R. 2013. Understanding the effectiveness of blended fats and oils in poultry diets. **Feed Energy Topic: Poultry Diets** 1-11.
- NAGARGOJE, S.B.; DHUMAL, M.V.; NIKAM, M.G.; KHOSE, K.K. 2016. Effect of crude soy lecithin with or without lipase on performance and carcass traits, meat keeping quality and economics of broiler chicken. **International Journal of Livestock Research** 6:46-54.
- NAGATA, A. K.; RODRIGUES, P. B.; ALVARENGA, R. R.; ZANGERONIMO, M. G.; DONATO D. C. Z.; SILVA, J. H. V. 2011. Carcass characteristics of broilers at 42 days receiving diets with phytase in different energy and crude protein levels. **Ciências Agrotécnicas** 35: 575-581.
- NOGUEIRA, W.C.L.; VELÁSQUEZ, P.A.T.; FURLAN, R.L.; MACARI, M. 2013. Effect of dietary energy and stocking density on the performance and sensible heat loss of broilers reared under tropical winter conditions. **Brazilian Journal of Poultry Science**, 15: 53-58.
- NUNES, J. O.; BERTECHINI, A. G.; BRITO, J. A. G.; MAKIYAMA, L.; MESQUITA, F. R.; NISHIO, C. M. 2012. Evaluation of cysteamine associated with different energy patterns in diets for broiler chickens. **Revista Brasileira de Zootecnia** 41:1956-1960.

ORDUÑA-HERNÁNDEZ, H.M.; SALINAS-CHAVIRA, J.; MONTAÑO-GÓMEZ, M.F.; INFANTE-RODRÍGUEZ, F.; MANRÍQUEZ-NÚÑEZ, O.M.; VÁZQUEZ-SAUCEDA, M. L.; YADO-PUENTE, R. 2016. Efecto de la sustitución de grasa de fritura por aceite vegetal y concentración energética en dietas para la producción de pollos de engorde. **CienciaUAT**. 10: 44-51.

PARK, J.H.; NGUYEN, D. H.; KIM, I.H. 2017. Effects of exogenous lysolecithin emulsifier supplementation on the growth performance, nutrient digestibility, and blood lipid profiles of broiler chickens. **Japan Poultry Science Association** 55: 190-194.

PESSÔA, G.B.S.; RIBEIRO JUNIOR, V.; ALBINO, L.F.T.; ARAÚJO, W.A.G.; SILVA, D.L.; HANNAS, M.L.; ROSTAGNO, H.S. 2016. Enzyme complex added to broiler diets: effects on performance, metabolizable energy content, and nitrogen and phosphorus balance. **Brazilian Journal of Poultry Science** 18: 467-474

POLYCARPO, G.V.; CRUZ, V.C.; ALEXANDRE, N.C.; FASCINA, V.B.; SOUZA, I.M.G.P.; CRAVO, J.C.M.; ALBUQUERQUE, R.; SARTORI, J.R.; PEZZATO, A.C. 2014. Effect of lipid sources and inclusion levels in diets for broiler chickens. **Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia** 66: 519-528.

POPOVIĆ, S.; PUVAČA, N.; KOSTADINOVIĆ, L.; DŽINIĆ, N.; BOŠNJAK, J.; VASILJEVIĆ, M.; DJURAGIĆ, O. 2016. Effects of dietary essential oils on productive performance, blood lipid profile, enzyme activity and immunological response of broiler chickens. **Europa Poultry Science** 80: 1-12.

RAHMAN, M.S.; MUSTARI, A.; SALAUDDIN, M. RAHMAN, M.M. 2013. Effects of probiotics and enzymes on growth performance and haematobiochemical parameters in broilers. **Journal of the Bangladesh Agricultural University** 11: 111-118.

RAJU, M.V.L.N.; RAMA RAO, S.V.; CHAKRABARTI, P.P.; RAO, B.V.S.K.; PANDA, A.K.; DEVI, P.B.L.A.; SUJATHA, V.; REDDY, J.R.C. ; SUNDER, G. S.; PRASAD, R.B.N. 2011. Rice bran lysolecithin as a source of energy in broiler chicken diet. **British Poultry Science** 52: 769-774.

RAVINDRAN, V.; TANCHAROENRAT, P.; ZAEFARIAN, F.; RAVINDRAN, G. 2016. Fats in poultry nutrition: Digestive physiology and factors influencing their utilization. **Animal Feed Science and Technology** 213: 1–21.

REYES, M. E.; SALAS, C.; COON, C. N. 2012. Metabolizable energy requirements for broiler in different environmental temperatures. **International Journal of Poultry Science** 7: 453-461.

ROLL, A.P.; LOPES, D.C.N.; AZAMBUJA, A.; PIRES, P.G.S.; XAVIER, E.G.; ROLL, V.F.B.; RUTZ, F. 2011. Efeito de diferentes níveis de energia da dieta no desempenho de frangos de corte entre os 43 e 4 dias de idade. **Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias** 106: 577-580.

ROSTAGNO, O.S. 4 eds. 2017. **Tabelas brasileiras para aves e suínos**. Viçosa: Departamento de zootecnia, UFV.

ROVERS, M. 2013. Saving energy and feed costs with nutritional emulsifier. **International Poultry Production** 4: 7-8.

SAKOMURA, N. K.; LONGO, F. A.; ROBELLO, C. B.; WATANABE, K.; PELÍCIA, K.; FREITAS, E. R. 2004. Efeito do nível de energia metabolizável da dieta no desempenho e metabolismo energético de frango de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 33:1758-1767.

SAKOMURA, N. K.; ROSTAGNO, H.S. 2016. **Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos**. 2ed. FUNEP Jaboticabal, São Paulo, Brasil.

SAVOLDI, T.L.; NUNES, R.V.; SCHERER, C; TSUTSUMI, C.Y.; SCHENEIDERS, J.L.; MARQUES, M.F.G.; SCHONE, R.A.; MEZA, S.K.L. 2012. Níveis de energia metabolizável e lisina digestível para o desempenho de pintos de corte de 1 a 10 dias de idade. **Scientia Agraria Paranaensis** 11: 49-58.

- SAYEBBAN, P.; SEIDAVI, A.; DADASHBEIKI, M.; GHORBANI, A.; ARAÚJO, W.A.G.; ALBINO, L.F.T. 2016. Effects of Different Levels of Two Types of Olive Pulp with or without Exogenous Enzyme Supplementation on Broiler Performance and Economic Parameters. **Brazilian Journal of Poultry Science** 18: 489-500.
- SILVA, E. T.; LEITE, D. G.; YURI, F.M.; NERY, F. S. G.; REGO, J. C. C.; ZANATTA, R. A.; SANTOS, S. A.; MOURA, V. V. 2004. Determinação do índice de temperatura e umidade (ITU) para produção de aves na mesorregião metropolitana de Curitiba – PR. **Revista Acadêmica: ciências agrárias e ambientais** 2: 47-60.
- SILVA, J.H.V.; LIMA, R.B.; LACERDA, P.B.; OLIVEIRA, A.C. 2014. **Digestão e absorção de lipídios**. p. 64-76. In. SAKOMURA, N.K; SILVA, J.H.V.; COSTA, F.G.P.; FERNANDES, J.B.K.; HAUSCHILD, L. Nutrição de não-ruminantes. FUNEP Jaboticabal, São Paulo, Brasil.
- SILVA, R.C.; RODRIGUES, L.R.; RODRIGUES, V.P.; ARRUDA, A.S.; SOUZA, B.B. 2015. Análises do efeito do estresse térmico sobre produção, fisiologia e dieta de aves. **Agropecuária Científica no Semiárido** 11: 22-26.
- SLOMINSKI BA, MENG X, JIA W, GUENTER W, JONES O. 2006. The effect of lipase, amylase and protease addition on growth performance and nutrient digestion in young broiler chickens. **World's Poultry Science Association** 10: 1-6.
- STEINER, Z.; DOMAČINOVIĆ, M.; ANTUNOVIĆ, Z.; STEINER, Z.; SENČIĆ, Đ.; WAGNER, J.; KIŠ, D. 2008. Effect of dietary protein/energy combinations on male broiler breeder performance. **Acta agriculturae Slovenica** 2:107-115.
- SUGANYA, T.; SENTHILKUMAR, S.; DEEPA, K.; AMUTHA, R. 2015. Nutritional management to alleviate heat stress in broilers. **International Journal of Science** 4: 661–666.
- SURESH, B.N.; REDDY, B.S.V.; KUMAR, C.B. 2010. Effect of dietary supplementation of lipid utilizing agents and NSP degrading enzymes in broilers. **Indian Journal of Poultry Science** 45: 280-282.
- TAN, H.S.; ZULKIFLI, I.; FARJAM, A.S.; GOH, Y.M.; CROES, E.; PARTHA, S.K.; TEE, A.K. 2016. Effect of exogenous emulsifier on growth performance, fat digestibility, apparent metabolisable energy in broiler chickens. **Journal of Biochemistry, Microbiology and Biotechnology** 4: 7-10.
- TANCHAROENRAT, P.; RAVINDRANA, V.; ZAEFARIANA, F.; RAVINDRAN, G. 2013. Influence of age on the apparent metabolisable energy and total tract apparent fat digestibility of different fat sources for broiler chickens. **Animal Feed Science and Technology** 186: 186–192.
- UPADHAYA, S.D.; PARK, J.W.; PARK, J.H.; KIM, I.H. 2017. Efficacy of 1,3-diacylglycerol as a fat emulsifier in low-density diet for broilers. **Poultry Science** 96:1672-1678.
- VIOLA, E.S.; VIEIRA, S.L.; TORRES, C.A.; FREITAS, D.M.; BERRES, J. 2008. Desempenho de frangos de corte sob suplementação com ácidos láctico, fórmico, acético e fosfórico no alimento ou na água. **Revista Brasileira de Zootecnia** 37: 296-302.
- WANG, J.P.; ZHANG, Z. F.; YAN, L.; KIM, I. H. 2016. Effects of dietary supplementation of emulsifier and carbohydrase on the growth performance, serum cholesterol and breast meat fatty acids profile of broiler chickens. **Animal Science Journal** 87: 250–256.
- WANG, Y.; YAN, J.; ZHANG, X.; HAN, B. 2017. Tolerance properties and growth performance assessment of *Yarrowia lipolytica* lipase in broilers. **Journal of Applied Animal Research** 46: 486-491.
- XAVIER, S. A. G.; STRINGHINI, J. H.; BRITO, A. B.; ANDRADE, M. A.; LEANDRO, N. S. M.; CAFÉ, M. B. 2008. Níveis de energia metabolizável em rações pré-iniciais para frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia** 37:109-115.

- YADAV, G.B.; KADAM, A.S.; PACHPANDE, A.M.; LAMBATE, S.B.; LONKAR, V.D.; MAINI, S.; RAVIKANTH, K. 2010. Post hatch histo-morphological studies of small intestinal development in chicks fed with herbal early chick nutritional supplement. **International Journal of Poultry Science** 9: 851-855.
- YANG, H.M.; WANG, W.; WANG, Z.Y.; WANG, J.; CAO, Y.J.; CHEN, Y.H. 2013. Comparative study of intestine length, weight and digestibility on different body weight chickens. **African Journal of Biotechnology** 12: 5097-5100.
- ZAEFARIAN, F.; ROMERO, L.F.; RAVINDRAN, V. 2015. Influence of high dose of phytase and an emulsifier on performance, apparent metabolisable energy and nitrogen retention in broilers fed on diets containing soy oil or tallow. **British Poultry Science** 56:590-597.
- ZAMAN, Q.U.; MUSHTAQ, T.; NAWAZ, H. MIRZA, M.A., MAHMOOD, S.; AHMAD, T.; BABAR, M.E.; MUSHTAQ, M.M.H. 2008. Effect of varying dietary energy and protein on broiler performance in hot climate. **Animal Feed Science and Technology**, 146:302-312.
- ZAMPIGA, M.; MELUZZI, A.; SIRRI, F. 2016. Effect of dietary supplementation of lysophospholipids on productive performance, nutrient digestibility and carcass quality traits of broiler chickens. **Italian Journal of Animal Science** 15: 521–528.
- ZENG, Q.F.; CHERRY, P.; DOSTER, A.; MURDOCH, R.; ADEOLA, O.; APPLGATE, T.J. 2015. Effect of dietary energy and protein content on growth and carcass traits of Pekin ducks. **Poultry Science** 94: 384–394.
- ZHANG, B.; HAITAO, L.; ZHAO, D.; GUO, Y.; BARRI, A. 2011. Effect of fat type and lysophosphatidylcholine addition to broiler diets on performance, apparent digestibility of fatty acids, and apparent metabolizable energy content. **Animal Feed Science and Technology** 163: 177-184.
- ZHAO, P.Y.; KIM, I.H. 2017. Effect of diets with different energy and lysophospholipids levels on performance, nutrient metabolism, and body composition in broilers. **Poultry Science** 96:1341-1347.
- ZHAO, P.Y.; LI, H.L.; HOSSAIN, M.M.; KIM I.H. 2015. Effect of emulsifier (lysophospholipids) on growth performance, nutrient digestibility and blood profile in weanling pigs. **Animal Feed Science and Technology** 207: 190–195.
- ZOSANGPUII.; PATRA, A.K.; SAMANTA, G. 2015. Inclusion of an emulsifier to the diets containing different sources of fats on performances of khaki campbell ducks. **Iranian Journal of Veterinary Research** 16:156-160.

## APÊNDICES

Tabela 13 Parâmetros climáticos e Índice de Temperatura e Umidade (ITU) durante o período experimental

Parâmetro	Período (dias)				
	1 a 7	8 a 14	15 a 21	22 a 28	29 a 37
Temp min (°C)	22,3 ± 1,5	23,3 ± 1,1	24,0 ± 2,2	25,0 ± 2,3	25,3 ± 2,3
Temp máx (°C)	29,8 ± 2,7	30,8 ± 1,4	32,4 ± 1,3	31,5 ± 2,5	29,7 ± 2,1
Temp média (°C)	27,6 ± 2,6	28,5 ± 2,3	29,6 ± 3,2	28,4 ± 3,2	27,8 ± 2,3
UR média (%)	68,4 ± 10,3	64,3 ± 13,2	58,7 ± 12,9	67,3 ± 12,5	68,9 ± 10,5
ITU	77,3 ± 3,0	78,0 ± 1,9	78,6 ± 2,8	78,2 ± 3,2	77,6 ± 2,2

Temp: temperatura do ar; UR: umidade relativa.

Equação para obtenção do índice de temperatura e umidade:

$$ITU = 0,80 \times TBS + \frac{UR \times (TBS - 14,3)}{100} + 46,3$$

Em que:

TBS: temperatura do ar/bulbo seco (°C)

UR: umidade relativa do ar (%)

Tabela 14 Desempenho de frangos de corte, durante o período de 11 a 21 dias, em função do nível de energia metabolizável da ração e do programa de suplementação de aditivos melhoradores da digestão lipídica

Tratamentos	CR (kg)	GP (kg)	CEM (Kcal/ave)	CA	CC (cal/kg)
1 Controle positivo	0,909ab	0,733ab	2,819a	1,241	3,849
2 Redução 30 Kcal	0,897abc	0,723abc	2,755a	1,241	3,810
3 Redução 60 Kcal	0,907ab	0,723abc	2,757a	1,254	3,812
4 Redução 90 Kcal (CN)	0,913ab	0,714abc	2,748ab	1,278	3,848
5 CN + Lipase	0,921a	0,738a	2,773a	1,247	3,755
6 CN + Emulsificante	0,888bc	0,713bc	2,674bc	1,246	3,751
7 CN + LIP + EMUL	0,878c	0,706c	2,644c	1,244	3,745
CV (%)	1,74	2,09	1,74	1,81	1,81
Erro padrão da média	0,0059	0,0057	0,018	0,0085	0,0259
			P-valor		
Efeito tratamento	0,001	0,003	0,000	0,048	0,015

CR: consumo de ração; GP: ganho de peso; CEM: consumo de energia metabolizável; CA: conversão alimentar; CC: conversão calórica; CV: coeficiente de variação; VB: Viabilidade de criação; CN: controle negativo; LIP: lipase; EMUL: emulsificante. Letras diferentes, na mesma coluna, diferem entre si pelo teste SNK.

Tabela 15 Desempenho de frangos de corte, durante o período de 22 a 31 dias, em função do nível de energia metabolizável da ração e do programa de suplementação de aditivos melhoradores da digestão lipídica

Tratamentos	CR (kg)	GP (kg)	CEM (Kcal/ave)	CA	CC (cal/kg)
1 Controle positivo	1,481bcd	1,001a	4,738a	1,480c	4,737ab
2 Redução 30 Kcal	1,490abcd	0,997ab	4,724a	1,496abc	4,741ab
3 Redução 60 Kcal	1,467c	0,977ab	4,607bc	1,502abc	4,717ab
4 Redução 90 Kcal (CN)	1,474bc	0,961b	4,586c	1,536a	4,776a
5 CN + Lipase	1,521a	0,995ab	4,730a	1,529ab	4,755ab
6 CN + Emulsificante	1,509ab	0,998ab	4,694ab	1,514abc	4,708ab
7 CN + LIP + EMUL	1,504abc	1,013a	4,678abc	1,485bc	4,618b
CV (%)	1,35	2,36	1,35	1,92	1,92
Erro padrão da média	0,0333	0,0088	0,0239	0,0109	0,0343
			P-valor		
Efeito tratamento	0,000	0,004	0,0001	0,004	0,062

CR: consumo de ração; GP: ganho de peso; CEM: consumo de energia metabolizável; CA: conversão alimentar; CC: conversão calórica; CV: coeficiente de variação; VB: Viabilidade de criação; CN: controle negativo; LIP: lipase; EMUL: emulsificante. Letras diferentes, na mesma coluna, diferem entre si pelo teste SNK.

Tabela 16 Desempenho de frangos de corte, durante o período de 1 a 31 dias, em função do nível de energia metabolizável da ração e do programa de suplementação de aditivos melhoradores da digestão lipídica

Tratamentos	CR (kg)	GP (kg)	CEM (Kcal/ave)	CA	CC (cal/kg)
1 Controle positivo	2,654b	1,982a	8,348a	1,339c	4,212a
2 Redução 30 Kcal	2,650b	1,967a	8,259ab	1,347bc	4,200a
3 Redução 60 Kcal	2,639b	1,942ab	8,143bc	1,359bc	4,194ab
4 Redução 90 Kcal (CN)	2,654b	1,918b	8,109b	1,384a	4,228a
5 CN + Lipase	2,705a	1,977a	8,267ab	1,368ab	4,181ab
6 CN + Emulsificante	2,664ab	1,951ab	8,144bc	1,366ab	4,176ab
7 CN + LIP + EMUL	2,645b	1,960ab	8,085b	1,349bc	4,125b
CV (%)	1,10	1,32	1,10	1,05	1,04
Erro padrão da média	0,0110	0,0098	0,0339	0,0054	0,0165
			P-valor		
Efeito tratamento	0,0035	0,001	0,000	0,000	0,003

CR: consumo de ração; GP: ganho de peso; CEM: consumo de energia metabolizável; CA: conversão alimentar; CC: conversão calórica; CV: coeficiente de variação; VB: Viabilidade de criação; CN: controle negativo; LIP: lipase; EMUL: emulsificante. Letras diferentes, na mesma coluna, diferem entre si pelo teste SNK.

Tabela 17 Desempenho de frangos de corte, durante o período de 32 a 37 dias, em função do nível de energia metabolizável da ração e do programa de suplementação de aditivos melhoradores da digestão lipídica

Tratamentos	CR (kg)	GP (kg)	CEM (Kcal/ave)	CA	CC (cal/kg)
1 Controle positivo	0,927b	0,518ab	3,012a	1,793	5,827
2 Redução 30 Kcal	0,930ab	0,500ab	2,995a	1,862	5,995
3 Redução 60 Kcal	0,923b	0,515ab	2,945ab	1,796	5,730
4 Redução 90 Kcal (CN)	0,917b	0,493b	2,898b	1,864	5,891
5 CN + Lipase	0,938ab	0,507ab	2,963ab	1,850	5,847
6 CN + Emulsificante	0,958a	0,532a	3,027a	1,803	5,696
7 CN + LIP + EMUL	0,943ab	0,527ab	2,980ab	1,797	5,678
CV (%)	1,83	4,62	1,83	4,49	4,48
Erro padrão da média	0,0064	0,0090	0,0206	0,0309	0,098
			P-valor		
Efeito tratamento	0,001	0,040	0,001	0,345	0,2524

CR: consumo de ração; GP: ganho de peso; CEM: consumo de energia metabolizável; CA: conversão alimentar; CC: conversão calórica; CV: coeficiente de variação; VB: Viabilidade de criação; CN: controle negativo; LIP: lipase; EMUL: emulsificante. Letras diferentes, na mesma coluna, diferem entre si pelo teste SNK.

Tabela 18 Desempenho de frangos de corte, durante o período de 22 a 37 dias, em função do nível de energia metabolizável da ração e do programa de suplementação de aditivos melhoradores da digestão lipídica

Tratamentos	CR (kg)	GP (kg)	CEM (Kcal/ave)	CA	CC (cal/kg)
1 Controle positivo	2,407cd	1.518ab	7.750a	1.586c	5.106ab
2 Redução 30 Kcal	2.420bcd	1.497abc	7.719a	1.617abc	5.158a
3 Redução 60 Kcal	2.390d	1.491bc	7.552bc	1.603bc	5.064ab
4 Redução 90 Kcal (CN)	2.392d	1.453ab	7.484c	1.646a	5.151a
5 CN + Lipase	2.459ab	1.502c	7.694a	1.637ab	5.122a
6 CN + Emulsificante	2.467a	1.530ab	7.722a	1.614abc	5.049ab
7 CN + LIP + EMUL	2.447abc	1.540a	7.658ab	1.590c	4.975b
CV (%)	1,11	1,89	1,11	1,57	1,58
Erro padrão da média	0,0102	0,0107	0,0322	0,0096	0,0303
			P-valor		
Efeito tratamento	0,0000	0,0000	0,0000	0,003	0,0012

CR: consumo de ração; GP: ganho de peso; CEM: consumo de energia metabolizável; CA: conversão alimentar; CC: conversão calórica; CV: coeficiente de variação; VB: Viabilidade de criação; CN: controle negativo; LIP: lipase; EMUL: emulsificante. Letras diferentes, na mesma coluna, diferem entre si pelo teste SNK.