

Universidade Federal de Minas Gerais

EMULSIFICANTE NA RAÇÃO PARA FRANGOS DE CORTE

Marcela Viana Triginelli

Belo Horizonte
2016

Marcela Viana Triginelli

Emulsificante na ração para frangos de corte

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Zootecnia.

Área de concentração: Produção de não-ruminantes

Prof. Orientador: Dr. Leonardo José Camargos Lara

Belo Horizonte

2016

Dissertação defendida e aprovada em 01/02/2016 pela comissão examinadora constituída pelos seguintes membros:



Prof. Leonardo José Camargos Lara

Orientador



Prof. Nelson Carneiro Baião

Examinador interno à UFMG



Júlia Sampaio Rodrigues Rocha

Examinador externo à UFMG

Dedicatória: Dedico aos meus pais, Reinaldo e Miriam, com todo amor e gratidão por tudo que sempre fizeram por mim. Obrigada pelo apoio e esforço despendido para minha formação.

Agradecimentos

Ao meu orientador, Professor Leonardo, por sempre ter depositado em mim toda confiança. Você é um grande exemplo como profissional e pessoa.

Ao Professor Baião pelo conhecimento e sabedoria

Aos meus pais, Reinaldo e Miriam, pelo apoio e amor incondicional em todos os momentos.

Ao Éder por todo o amor, paciência e companheirismo.

Aos meus avós, tios e primos por vibrarem comigo a cada vitória alcançada.

Aos meus amigos do GEAV que tornaram tudo isso possível.

À Mari Pompeu e ao Diego Pereira Vaz pela grande ajuda e apoio.

A todos os funcionários da Fazenda Prof. Hélio Barbosa.

A todos os funcionários do LAMA que muito me ajudaram.

Ao Laboratório de Nutrição, em especial ao Toninho e Fabiana que me ajudaram em cada passo das análises sempre com muita paciência.

Aos funcionários do LabNutri de Jaboticabal pela atenção e ajuda na análise de energia.

À Escola de Veterinária da UFMG, pela estrutura e apoio.

Ao colegiado de pós-graduação da Escola de Veterinária da UFMG.

À CAPES pela bolsa de estudos concedida.

A todos aqueles que de maneira direta ou indireta contribuíram para a realização desse trabalho.

SUMÁRIO

RESUMO	9
ABSTRACT	10
1. INTRODUÇÃO	11
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	
2.1. LIPÍDIOS	12
2.2. METABOLISMO DE LIPÍDIOS	13
2.3. FONTES LIPÍDICAS	14
2.4. EMULSIFICANTES	15
3. OBJETIVOS	
3.1.OBJETIVOS GERAIS	17
3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	17
4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	18
5. EMULSIFICANTES NA RAÇÃO PARA FRANGOS DE CORTE	22

LISTA DE TABELA

Tabela 1: Composição percentual das rações e seus respectivos valores nutricionais calculados da fase pré-inicial (1 a 7 dias).....	29
Tabela 2: Composição percentual das rações e seus respectivos valores nutricionais calculados da fase inicial (8 A 21 dias).....	30
Tabela 3: Composição percentual das rações e seus respectivos valores nutricionais calculados da fase de crescimento (22 a 42 dias).....	31
Tabela 4: Coeficiente de metabolizabilidade da matéria seca (CMMS), coeficiente de metabolizabilidade da proteína bruta (CMPB), coeficiente de metabolizabilidade do extrato etéreo (CMEE), energia metabolizável aparente (EMA) e energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMAn) com base na matéria seca das aves na fase inicial de acordo com os níveis de emulsificante na ração.....	33
Tabela 5: Coeficiente de metabolizabilidade da matéria seca (CMMS), coeficiente de metabolizabilidade da proteína bruta (CMPB), coeficiente de metabolizabilidade do extrato etéreo (CMEE), energia metabolizável aparente (EMA) e energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMAn) com base na matéria seca das aves na fase de crescimento de acordo com os níveis de emulsificantes na ração.....	34
Tabela 6. Valores das médias de peso médio inicial (PM0), consumo de ração (CR7), peso médio (PM7), ganho de peso (GP7) e conversão alimentar (CA7) das aves na fase pré-inicial (1 a 7 dias) de acordo com os níveis de emulsificantes na ração.....	36
Tabela 7. Valores das médias de consumo de ração (CR21), peso médio (PM21), ganho de peso (GP21) e conversão alimentar (CA21) das aves na fase inicial (1 a 21 dias) de acordo com os níveis de emulsificantes na ração.....	37
Tabela 8. Valores das médias de consumo de ração (CR42), peso médio (PM42), ganho de peso (GP42), conversão alimentar (CA42), viabilidade (VIAB) e índice de eficiência produtiva (IEP) das aves na fase de crescimento (1 a 42 dias) de acordo com os níveis de emulsificantes na ração.....	38
Tabela 9. Custo da ração por quilo de frango (R\$) no período de 1 a 42 dias.....	39

LISTA DE FIGURA

Figura 1. Coeficiente de metabolizabilidade do extrato etéreo na fase inicial de acordo com os níveis de emulsificante

Figura 2. Coeficiente de metabolizabilidade do extrato etéreo na fase de crescimento de acordo com os níveis de emulsificante

Figura 3. Custo da ração por quilo de frango produzido de acordo com os níveis de emulsificante

RESUMO

Foram realizados dois experimentos com objetivo de avaliar os efeitos dos níveis de emulsificante a base de lisofosfatidilcolina (LPC) adicionado à dieta de frangos. Nos dois ensaios os tratamentos foram divididos da seguinte forma: CONT, controle sem LPC; CN, controle negativo com redução de 50 Kcal nas fases iniciais e 70 Kcal na fase de crescimento sem LPC; CN+250, dieta CN com 250g/ton de LPC; CN+500, dieta CN com 500g/ton de LPC; CN+750, dieta CN com 750g/ton de LPC. Para análise de metabolizabilidade, 450 pintos de corte machos foram distribuídos em delineamento inteiramente casualizado (DIC) com seis repetições e 12 aves por repetição. Houve aumento quadrático no coeficiente de metabolizabilidade do extrato etéreo (CMEE) nas fases inicial e crescimento ($p \leq 0,01$). Para análise de desempenho, 1500 pintos de corte foram distribuídos em DIC com dez repetições por tratamento e 30 aves em cada repetição. O menor custo da ração por quilo de frango produzido até 42 dias de idade foi no tratamento CN. O uso do emulsificante a base de lisofosfatidilcolina melhora o CMEE nas fases inicial e crescimento das aves, porém sem alterar o desempenho dos frangos de corte.

Palavras-chave: frangos de corte, lisofosfatidilcolina, desempenho, digestibilidade

ABSTRACT

Two experiments were carried out to evaluate the effects different levels of emulsifier (lysophosphatidylcholine) added to broiler chicken feed. In the two trials the treatments were described as follows: CONT, control without lysophosphatidylcholine (LPC); CN, negative control with 50 and 70 Kcal reduction on the energy levels in the initial and growing phases, respectively, with no LPC; CN + 250, negative control diets with 250g/ton of LPC; CN + 500, negative control diets with 500g/ton of LPC and CN + 750, negative control diets with 750g per ton of LPC. For metabolizable analysis, 450 broilers chickens were arranged in a completely randomized design of six replicates of 12 birds per treatment. A quadratic effect was observed for metabolizable coefficient of ether extract CMEE in the initial and growing phase in response of the emulsifier inclusion ($p \leq 0,01$). For the performance evaluation, 1500 broiler chickens were distributed in a completely randomized design of ten replicates of 30 birds per treatment. The use of emulsifier did not influence bird's performance. The treatment CN presented the lowest cost of feed per kilogram of chicken produced. The feed levels of emulsifier increased the CMEE without influence the chicken's development.

Index terms: aviculture, performance, metabolizable, lysophosphatidylcholine, lipids

1. INTRODUÇÃO

A produção industrial de proteína animal exige conhecimento e exerce cada vez mais pressão pela competitividade. Como as margens de lucro são pequenas é necessário alcançar o melhor desempenho com o menor custo possível. Diversos aditivos são lançados a todo o momento no mercado de nutrição de aves e muitos deles sem sua real eficiência comprovada.

Atualmente, as linhagens de frango de corte de alto rendimento levou à adoção de novos critérios no manejo nutricional a fim de aumentar a produtividade e otimizar os custos, com isso a incorporação de óleos e gorduras na alimentação das aves tem papel fundamental (Lara, 2004). Com a finalidade de obter uma boa absorção dos lipídios e atingir o máximo de energia metabolizável, o processo de emulsificação é uma etapa importante na digestão de lipídios.

Os emulsificantes, um dos aditivos disponíveis na nutrição de frangos de corte, são agentes ativos de superfície e compostos anfílicos, de peso molecular médio que são absorvidos na interface entre óleo e água, reduzem a tensão superficial e a energia necessária à formação de emulsão (Araujo, 1999). Como exemplos de emulsificantes exógenos utilizados na nutrição de aves, a caseína, o ricinoleato de gliceril polietilenoglicol e a lecitina de soja podem facilitar o processo de emulsão, e gerar aumento na digestibilidade de óleos e gorduras.

A lecitina de soja, atualmente a mais estudada e utilizada, é um produto derivado do processo de degomagem do óleo de soja (Castejon e Finzer, 2007). O aprofundamento no conhecimento desse processo levou ao desenvolvimento de produtos à base de lecitina pura, ou mais recentemente, a lisolecitina (em sua maior parte a lisofosfatidilcolina). A lisofosfatidilcolina pode ser produzida industrialmente a partir da lecitina de soja com ajuda da fosfolipase A2. A adição de lisofosfatidilcolina na ração de frangos pode ser uma opção objetivando melhorias no desempenho e redução de custos. Seu efeito em animais jovens, ou que estão sofrendo algum desafio, pode ser ainda mais marcante (Silva Junior, 2009).

Pesquisas mostram resultados controversos com relação à utilização de emulsificantes na ração para frangos de corte. Alguns estudos comprovam melhora no desempenho (Huang et al., 2007), melhora na eficiência da utilização de energia metabolizável (Roy et al., 2010; Zhang et al., 2011) e na digestibilidade do extrato etéreo (Guerreiro Neto et al., 2011). Porém, em outros trabalhos, não houve diferença no desempenho (Azman e Ciftci, 2004; Guerreiro Neto et al., 2011) ou essas diferenças se limitaram a fase inicial. Esses contrastes podem estar associados ao tipo de fonte lipídica utilizada, pois se acredita que a eficácia dos emulsificantes será mais evidenciada em fontes lipídicas com maior grau de saturação. Fontes lipídicas ricas em ácidos graxos saturados, considerados não polares, como palmítico ou esteárico, têm ponto de fusão elevado e só se tornam solúveis em emulsões proporcionadas pelos sais biliares, sendo assim, para haver absorção é necessária a formação de micelas complexas (Leeson e Summer, 2001).

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Lipídios

As gorduras, compostas por ácidos graxos contendo ligações simples, são classificadas como saturadas, enquanto os óleos, classificados como insaturados, possuem uma ou mais ligações duplas (Maynard, 1984; Silva et al., 2014). Os termos gorduras e óleos se referem usualmente aos triacilgliceróis com variados perfis de ácidos graxos (Leeson e Summers, 2001). Para as aves, assim como para todos os animais, os ácidos graxos linoleico e linolênico são considerados essenciais para a síntese de uma série de outros ácidos graxos poli-insaturados que servem como precursores de mediadores inflamatórios, os eicosanoides (Sweson e Reece, 1996; Silva et al., 2014).

Os lipídios constituem um grupo de compostos biológicos que se diferem quimicamente entre si, mas possuem características comuns como a insolubilidade em água e a capacidade de extração por solventes não polares. São considerados como fontes de energia prontamente disponíveis para o organismo e evitam que a proteína seja utilizada como fonte de energia (Lehninger, 2002).

Dentro da variedade dos lipídios têm-se os triacilgliceróis que são formados pela união de um glicerol e três ácidos graxos que quando hidrolisados, resultam na formação de ácidos graxos, glicerol, ácido fosfórico e, às vezes, uma base, como colina (Furlan e Macari, 2002).

As propriedades dos ácidos graxos e dos lipídios deles derivados dependem muito do comprimento da cadeia e do grau de saturação. Os ácidos graxos insaturados têm o ponto de fusão mais baixo do que os saturados com o mesmo comprimento. Uma importante função dos ácidos graxos é o fornecimento de energia, sendo assim os triacilgliceróis são reservas altamente concentradas de energia metabólica. A maior parte dos lipídios é ingerida na forma de triacilgliceróis, mas tem que ser degradada a ácidos graxos, mono e diacilgliceróis para absorção através do epitélio intestinal (Berg et al., 2002; Silva et al., 2014).

Além de ser uma importante fonte de energia, os lipídios possuem funções biológicas diversas, atuam como elementos estruturais de membranas biológicas, formação de coenzimas, transportadores de elétrons, agentes emulsificantes, hormônios e mensageiros intracelulares (Lehninger, 2002). Os lipídios também são capazes de melhorar a absorção de vitaminas lipossolúveis, aumentar a palatabilidade da ração e proporcionar aumento na eficiência da energia consumida (Baião e Lara, 2005). A substituição de carboidrato e proteína por lipídio diminui o incremento calórico já que o triacilglicerol possui digestão mais simples que os demais, sendo os ácidos graxos absorvidos passivamente (Lehninger, 2011). Esse benefício ou efeito extra calórico, geralmente reflete em melhora no desempenho, na digestibilidade de nutrientes e no seu conteúdo de energia metabolizável (Junqueira et al., 2005).

Segundo Pucci et al. (2003), o uso de óleos nas rações proporcionou melhora nos parâmetros de desempenho de frangos de corte e aumento no valor de energia metabolizável quando comparada à ração sem óleo, demonstrando o efeito extra calórico, uma vez que as rações eram isoenergéticas.

2.2. Metabolismo de Lipídios

Após a ingestão, o alimento sofre ação enzimática e mecânica, no proventrículo e moela das aves, respectivamente. A ação proteolítica e o baixo pH no proventrículo provocam agregação de partículas da gordura, nessas condições os ácidos graxos e fosfolipídios encontram-se ionizados e agem como elementos anfifílicos. O local mais importante de digestão de gorduras nas aves é o intestino delgado. No duodeno, a presença do alimento estimula liberação de bile e suco pancreático. A lipase pancreática é a principal responsável pela hidrólise dos triacilgliceróis da dieta. Essas moléculas são muito grandes para serem captadas de forma eficiente pelas células da mucosa. Os produtos principais da hidrólise, que somente ocorre na interface entre óleo-água, são uma mistura de 2-monoacilgliceróis e ácidos graxos livres. Além da lipase, o pâncreas secreta colipase que funciona como âncora na interface lipídio-água. (Champe et al., 2006; Furlan e Macari, 2002). Os produtos resultantes da ação das lipases são solubilizados pelos sais biliares formando micelas de 40 a 60 Å de diâmetro (Silva et al., 2014).

Para uma mistura completa, transporte e absorção adequados, a bile recebe auxílio de surfactantes naturais, como a fosfatidilcolina, um tipo de fosfolipídio onde a cabeça polar é constituída pela colina (Hoffman et al., 1983).

Na bile, além dos sais biliares, ainda existem a lecitina e o colesterol que aumentam a área superficial facilitando a ação de lipases (Furlan e Macari, 2002). A lecitina é hidrolisada para liolecitina com a remoção de um ácido graxo localizado na porção do glicerol pela fosfolipase A2, esta enzima utiliza íons de cálcio para atrair a lecitina, que possui carga negativa associada, para a interface óleo-água (Hedwig e Biltonen, 1984). O processo se completa pela ação dos sais biliares e a mistura mecânica produzida pelo peristaltismo (Champe et al., 2006). As micelas se aproximam das microvilosidades onde ocorrerá a absorção pelos enterócitos. Para isso ocorrer é necessária a atuação de proteínas capazes de se ligar aos ácidos graxos. Essas proteínas conhecidas como *fatty acids binding protein* - FABP são responsáveis pela difusão de ácidos graxos para o citosol do enterócito, onde são reesterificados a triacilgliceróis (Leeson e Summers, 2001; Furlan e Macari, 2002).

Dessa forma, os ácidos graxos e outros lipídios solubilizados em fase aquosa podem ser transportados pela membrana da mucosa intestinal. Pequenas cadeias de ácidos graxos e glicerol livre são absorvidos diretamente pela mucosa do intestino e absorvidos na corrente sanguínea. Nas aves o sistema linfático é pouco desenvolvido e a rota de absorção dos lipídios é via veia porta, o que resulta na absorção

dos lipídios do intestino direto para o fígado, de onde são transportados para os músculos e tecido adiposo (Leeson e Summers, 2001).

A idade da ave pode influenciar a digestão e absorção de lipídios, no início da vida a imaturidade de algumas funções fisiológicas, como a redução na secreção de sais biliares, pode reduzir a eficiência na absorção dos lipídios (Krogdhal e Sell, 1984). A secreção da enzima lipase parece ser insuficiente logo após o nascimento, Noy e Sklan (1995) relataram que sua concentração pode aumentar em 20 vezes entre quatro e 21 dias de idade. Nitsan et al. (1991) e Guerreiro Neto et al. (2011) também relataram que a atividade das enzimas digestivas aumenta com a idade das aves. Krogdhal e Sell (1984), ao contrário, citaram que a secreção de lipase pancreática pode aumentar à medida que o consumo de lipídios ingeridos aumenta. Zelenka (1995) e Freitas (1999) encontraram altos índices de digestibilidade do extrato etéreo na primeira semana, baixos na segunda semana de vida dos pintos e novamente um aumento dos níveis na terceira semana.

2.3. Fontes Lipídicas

As fórmulas de ração para aves se constituem basicamente de milho e farelo de soja, principais fontes de energia e proteína. No entanto, para atender as exigências de energia e atingir o máximo de desempenho é necessário incluir uma fonte lipídica que pode ser de origem vegetal ou animal (Duarte, 2007).

As fontes lipídicas de origem vegetal que podem ser utilizadas na avicultura comercial são: óleo de soja degomado, óleo ácido de soja, óleo de girassol, óleo de algodão, óleo de palma, óleo de milho, óleo de linhaça, óleo de dendê e o óleo de canola. O óleo degomado de soja é o mais utilizado. Dentre as de origem animal destacam-se: óleo de vísceras de aves, sebo bovino, óleo de peixe e a banha suína. O mais utilizado na nutrição de aves é o óleo de vísceras de aves, muitas vezes também chamado de gordura de aves (Baião e Lara, 2005).

Algumas dessas fontes lipídicas têm sua utilização limitada pelo preço ou pela produção regionalizada ou dificuldade de distribuição. Os óleos vegetais têm uma composição mais interessante para o uso avícola sob o ponto de vista metabólico, uma vez que têm maior riqueza em ácidos graxos insaturados (oléico, linoléico, linolênico). As fontes lipídicas de origem animal normalmente apresentam maiores variações de composição e dependem ainda da espécie de origem em função do metabolismo de lipídios próprio de cada uma. No entanto, apresentam preços mais acessíveis e, quando de boa qualidade, podem ser utilizadas nas rações de aves proporcionando resultados satisfatórios (Duarte, 2007).

O óleo de vísceras de aves, ou também chamado gordura de aves, se origina das vísceras e demais condenações. Os resíduos são direcionados ao setor de subprodutos para serem processados em um digestor (Guerreiro Neto, 2005). Esta fonte de óleo pode ser considerada ideal para todas as idades de frangos em

termos de perfil de ácidos graxos (Leeson e Summers, 2001), predominando ácidos graxos insaturados em sua composição.

De acordo com Rostagno, (2000) a gordura de aves apresenta 94,40% de digestibilidade para aves e energia metabolizável aparente de 8.681 Kcal/Kg. ESua composição é de 32,5% de ácidos graxos saturados, 43% de ácido oleico (monoinsaturado), 14% de ácido linoléico e 0,5% de ácido linolênico (Butolo, 2002).

2.4. Emulsificantes

A adição dos emulsificantes em rações de aves tem como objetivo melhorar o aproveitamento dos lipídios, conseqüentemente seria possível formular dietas com menor densidade energética sem prejudicar o desempenho e obtendo maiores vantagens econômicas.

A emulsificação de gorduras é etapa importante na digestão de lipídios para que se possa atingir o máximo de energia metabolizável acrescentado pela fonte de lipídio fornecida. Halda e Ghosh (2010) recomendam o uso de emulsificantes em aves jovens a fim de favorecer a digestão das gorduras.

A lecitina de soja é um produto derivado do processo de degomagem do óleo de soja. Este processo consiste na extração dos fosfolipídios pela adição de água a temperatura de 60 a 90°C e pressão constante (Castejon e Finzer, 2007). Segundo Garnett (2005), para produzir as lisolecitinas, a lecitina bruta extraída é modificada usando enzimas para produzir um grau exato de hidrólise necessária para fabricar o lisolipídio exigido.

A lecitina é uma excelente fonte de fosfatidilcolina. Antes de atuar na emulsificação, a fosfatidilcolina sofre a ação da enzima fosfolipase A2 liberada pelo pâncreas e se transforma na lisofosfatidilcolina que é a principal responsável pela manutenção da micela, hidrólise dos lipídios na micela e posterior absorção pelos enterócitos. Os fosfolipídios comuns apresentam uma cabeça polar e duas cadeias de ácidos graxos hidrofóbicos, já nos lisofosfolipídios só se observa uma cadeia de ácidos graxos. Estes lisofosfolipídios têm atividade emulsificante superiores aos fosfolipídios devido à formação de micelas menores que têm área de superfície maior e, portanto, maior efeito emulsificante (Sabiha, 2009).

É possível incluir a lecitina pura em determinadas formulações, ou adicionar a lisofosfatidilcolina produzida industrialmente pela enzima fosfolipase A2 adquirida pela atividade bacteriana. A adição de lisofosfolipídios pode apresentar benefícios no desempenho técnico e econômico das dietas animais.

Azman e Ciftci (2004) analisaram o desempenho de frangos de corte submetidos a quatro tratamentos. Nos três primeiros, o óleo de soja foi gradualmente substituído pela lecitina nas proporções de 0%, 25% e 50%. O quarto e último tratamento, ao invés do óleo de soja, as fontes lipídicas utilizadas foram 50% de sebo mais 50% de lecitina. A melhor conversão alimentar do período total de criação foi observado no primeiro tratamento, sem adição de lecitina de soja, a inclusão de 25% e de 50% desse emulsificante apresentou resultado intermediário, ficando o pior resultado para a mistura de sebo com lecitina. Os autores

concluíram que a utilização de emulsificante exógeno não apresentou melhora nos resultados de desempenho analisados.

Em um estudo conduzido por Huang et al. (2007) para avaliar os efeitos da lecitina de soja, quatro tratamentos foram estabelecidos (dieta basal com 2% de óleo de soja; o segundo, dieta basal com 0,5% de lecitina de soja e 1,5% de óleo de soja; o terceiro com 1% de lecitina de soja e 1% de óleo de soja e dieta basal mais 2% de lecitina de soja). Aves alimentadas com 0,5% de lecitina de soja apresentaram melhor desempenho. O pior resultado zootécnico foi do grupo de aves que se alimentou apenas com a lecitina de soja (2%). Foi observada diarreia nas aves do tratamento onde só havia lecitina de soja no período inicial de vida das aves (um a 21 dias), porém esse sintoma não foi presente nas aves no período de crescimento, indicando que o aproveitamento da lecitina de soja pelas aves mais velhas pode ser melhor que em aves jovens. No período de 19 a 21 dias a digestibilidade do extrato etéreo foi melhor nos frangos alimentados com 0,5% lecitina e 1,5% de óleo na proporção, porém essa melhora não ocorreu no período final de criação. O nível sérico de colesterol diminuiu no grupo de animais alimentados somente com lecitina de soja enquanto os níveis de triglicerídios diminuíram nos tratamentos onde continha alguma proporção da mistura entre óleo de soja e lecitina de soja.

A utilização do emulsificante ricinoleato de gliceril polietilenoglicol melhorou a eficiência da utilização da energia metabolizável e da proteína bruta durante a fase de crescimento de frangos de corte. Os frangos foram alimentados com três dietas, uma basal sem aditivo de emulsificante (controle), uma dieta incluindo 1% de ricinoleato de gliceril polietilenoglicol e outra com a inclusão de 2% do emulsificante. Esses resultados demonstram efeito positivo do emulsificante na digestão e absorção de gorduras e outros nutrientes (Roy et al., 2010).

A adição de lisofosfatidilcolina em diferentes fontes lipídicas (óleo de soja, sebo e gordura de aves) melhorou a conversão alimentar de um a sete dias de idade dos frangos. Já no período final da criação esta melhora não foi observada por Zhang et al. (2011). Esses autores também observaram melhora no aproveitamento da energia metabolizável na fase final das rações, assim como na digestibilidade do ácido palmítico e de ambos isômeros do ácido oleico em rações com o emulsificante.

Guerreiro Neto et al. (2011) também avaliaram diferentes fontes lipídicas e o uso de emulsificante a base de caseína do leite em cada uma delas. As fontes utilizadas nesse experimento foram o óleo de soja e a gordura de aves. Uma terceira dieta foi formulada contendo a mistura de 50% de cada uma das fontes. Não houve diferença significativa no desempenho, rendimento de carcaça dos frangos e níveis séricos de colesterol e triglicerídios das aves. Sabino (2013) também não encontrou diferenças nas variáveis citadas quando adicionou lisofosfatidilcolina aos óleos de soja e dendê. Houve aumento da concentração da enzima lipase e melhora na digestibilidade do extrato etéreo com a adição do emulsificante.

Por meio de análise com microscópio de luz, Khonyoung et al. (2015) constataram aumento significativo de células mitóticas no duodeno de aves com 49 dias, o que indica maior atividade nessa porção do intestino em aves alimentadas com lisofosfatidilcolina. Nesse caso, a conversão alimentar foi melhor até os 21 dias de idade.

Wang et al. (2015) avaliaram os efeitos da adição de emulsificante (estearoil 2-lactilato sódico) e carboidratos em duas fontes lipídicas, sebo e óleo de soja e dois níveis de energia. Os autores concluíram que os dois aditivos, quando utilizados juntos e em baixos níveis de energia, foram capazes de melhorar o desempenho, se igualando ao tratamento sem aditivos e com energia mais alta. O emulsificante adicionado ao sebo, em dietas com baixos níveis de energia metabolizável, foi capaz de melhorar o desempenho. Os níveis de colesterol e triglicerídios da carne de peito do frango não diferiram entre os tratamentos.

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivos gerais

Estudar o efeito da adição de emulsificante em diferentes níveis na ração para frangos de corte sobre o desempenho e metabolizabilidade.

3.2 Objetivos específicos

3.2.1 Avaliar o efeito da presença e dos níveis de emulsificante na ração para frango de corte sobre a metabolizabilidade de matéria seca, proteína bruta e extrato etéreo e os níveis de energia metabolizável aparente e energia metabolizável aparente corrigida para o balanço de nitrogênio nas fases inicial e crescimento.

3.2.2 Avaliar o efeito de diferentes níveis de emulsificante na ração para frangos de corte no consumo de ração, peso médio, ganho de peso, conversão alimentar, viabilidade, índice de eficiência produtiva nas fases pré-inicial, inicial e crescimento.

3.2.3 Avaliar economicamente a inclusão de níveis crescentes de emulsificante à ração para frangos de corte.

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARAÚJO, J.M.A. Química de Alimento – Teoria e Prática. 2ed. Viçosa, MG: UFV, 1999. 416p.
- AZMAN, M.A.; CIFTCI, M. Effects of replacing dietary fat with lecithin on broiler chicken zootechnical performance. *Rev. Med. Vet.* v.155, p.445-448, 2004.
- BAIÃO, N.C.; LARA, L.J.C. Oil and fat in broiler nutrition. *Rev. Bras. Cienc. Avic.* v. 7, n.3,2005.
- BERG, J.M.; TYMOCZKO, J.L.; STRYER, L. Bioquímica. 5ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2002.
- BUTOLO, J.E. Qualidade de ingredientes na alimentação animal. Campinas: Agro Comunicação, 2002. 430p.
- CASTEJON, L.V.; FINZER, J.R.D. Avaliação da viscosidade da lecitina de soja. In: VI Jornada Científica da Fazu, 2007, Uberaba. *Anais...Uberada*, 2007. p.116-121.
- CHAMPE, P.C.; HARVEY, R.A.; FERRIER, D.R. Bioquímica Ilustrada. 3ed. Porto Alegre: Artmed, 2006.
- DUARTE, F.D. Efeitos de fontes lipídicas em dietas para frango de corte sobre o desempenho, rendimento e composição da carcaça. 2007. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) – Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.
- FREITAS, B.C.F. Digestibilidade da gordura nas primeiras semanas de vida e seu efeito sobre o desempenho do frango de corte. 1999. 35f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Escola de Veterinária – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 1999.
- FURLAN, R.L.; MACARI, M. Lipídeos: digestão e absorção. In: MACARI, M. Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, 2002.
- GARNETT, D. Lysolecithins. *Avitech Scientific Bulletin*, 2005. Disponível em: <<http://www.avitechnutrition.com/download/1438601258Lysolecithins.pdf>> Acesso em: 01 de nov. 2015
- GUERREIRO NETO, A.C.G.; PEZZATO, A.C.; SARTORI, J.R. et al. Emulsifier in broiler diets containing different fat sources. *Braz. J. Poult. Sci.* v.13, n.2, p.119-125, 2011.
- HEDWIG, G.V.; BILTONEN, R.L.; Thermodynamics of the binding of Ca²⁺ to porcine pancreatic phospholipase A₂. *Biophys. Chem.* v.19, n.1, p. 1-11, 1984.

HALDA, S; GHOSH, T. K. Nutritional emulsifiers sustains performance of broiler fed a low-energy diet – a new approach to alleviate tropical heat stress, 2010. Disponível em: <http://en.engormix.com/MA-poultry-industry/health/articles/nutritional-emulsifiers-sustains-performance-t1505/p0.htm> Acesso em: 14 de jul. 2015.

HOFFMAN, W.J.; VAHEY, M.; HAJDU, J. Pancreatic porcine phospholipase A2 catalyzed hydrolysis of phosphatidylcholine in lecithin-bile salt mixed micelles: kinetic studies in a lecithin-sodium cholate system. *Arch. Biochem. Biophys.*, v.221, n.2, p.361-370, 1983.

HUANG, J.; YANG, D.; WANG, T. Effects of replacing soy-oil with soy-lecithin on growth performance, nutrient utilization and serum parameters of broilers fed corn-based diets. *Asian-australas. J. Ani. Sci.*, v. 20, n. 12, p. 1880-1886, 2007.

JUNQUEIRA, O. M.; ANDREOTTI, M. O.; ARAÚJO, L. F. et al. Valor energético de algumas fontes lipídicas determinado com frangos de corte. *R. Bras. Zootec.*, v.34, n.6, p.2335-2339, 2005.

KHONYOUNG, D.; YAMAUCHI, K.; SUZUKI, K. Influence of dietary fat sources and lysolecithin on growth performance, visceral organ size, and histological intestinal alteration in broiler chickens. *Livest. Sci.*, v. 176, p. 111-120, 2015.

KROGDAHL, A.; SELL, L. Development of digestive enzymes and fat digestion. In: WORLD POULTRY CONGRESS, 17., 1984, Helsinki. Proceedings... Helsinki: World Poultry Congress, 1984. p.352-354.

LARA, L.J.C. Efeito da fonte lipídica em dietas para frangos de corte sobre o desempenho, rendimento e composição de carcaça. 2004. 49f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Escola de Veterinária- Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

LEESON, S.; SUMMERS, J.D. Nutrition of the chicken. 4.ed. Ontario:University Books, 2001. 413p.

LEHNINGER, A. L; NELSON, D. L.; COX, M.M. Lehninger: Princípios de Bioquímica. 3ª Ed. São Paulo: Sarvier, 2002.

LEHNINGER, A. L.; NELSON, D. L.; COX, M. M. Lehninger: Princípios de Bioquímica. Porto Alegre: Artmed, 2011

MAYNARD, L.A.; LOOSLI, J.K.; HINTZ, H.F. et al. Nutrição animal. 3.ed. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 1984. 726p.

NITSAN, Z.; BEM-AVRAHAM, G.; ZOREF, Z., et al. Growth and development of the digestive organs and some enzymes in broiler chicks after hatching. *Braz. Poult. Sci.* v.32, n.3, p.515-523, 1991.

NOY, Y. SKLAN, D. Digestion and absorption in the young chick. *Poult. Sci.* v. 74, n.2, p. 366-373, 1995.

PUCCI, L.E.A.; RODRIGUES, P.B.; FREITAS, R.T.F. et al. Níveis de óleo e adição de complexo enzimático na ração de frangos de corte. *R. Bras. Zootec.*, v.32, n4, p. 909-917, 2003.

ROSTAGNO, H.S., ALBINO, L.F.T, DONZELE, J.L., et al. 2000. Composição de alimentos e exigências nutricionais. Tabelas brasileiras para aves e suínos, 2. ed. Editora UFV, Viçosa, 2000. 141p.

ROY, A.; HALDAR, S.; MONDAL, S.; GHOSH, T.K. Effects of Supplemental Exogenous Emulsifier on Performance, Nutrient Metabolism, and Serum Lipid Profile in Broiler Chickens. *Vet. Med. Int.*, v. 2010.

SABIHA, A. Lysophospholipids and their role in enhancing digestion and absorption. Technical Bulletin Avitech, 2009. Disponível em: <
<http://www.avitechnutrition.com/download/1438603042Lysophospholipids%20and%20their%20Role%20in%20Enhancing%20Digestion%20and%20Absorption.pdf>> Acessado em: 28 ago. 2015.

SABINO, G. L. M. Uso de lisolecitina de soja para frangos de corte alimentados com dietas contendo diferentes fontes de óleo vegetal. 2013. 51f. Dissertação (Mestrado em Saúde e Produção Animal) - Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém-PA.

SILVA JÚNIOR, A. S. Interações químico-fisiológicas entre acidificantes, probióticos, enzimas e lisofosfolipídios na digestão de leitões. *R. Bras. Zootec.*, v.38, p.238-245, 2009.

SILVA, J. H. V.; LIMA, R. B.; LACERDA, P. B.; OLIVEIRA, A. C. Digestão e absorção de lipídios. In: SAKOMURA, N. K.; SILVA, J. H. V.; COSTA, F. G. P.; FERNANDES, J. B. K.; HAUSCHILD. L. Nutrição de Não Ruminantes. Jaboticabal: FUNEP, 2014. Cap2, p.62-76.

SWESON, M.J.; REECE, W.O. (Ed.) Dukes – Fisiologia dos animais domésticos. 11 ed. Rio de Janeiro: Guanabara, 1996. 856p.

WANG, J. P., ZHANG, Z. F., YAN, L., KIM, I. H. Effects of dietary of emulsifier and carbohydrase on the growth performance, serum cholesterol and breast meat fatty acid profile of broiler chicken. *Anim. Sci. J.*, 2015.

ZELENKA, J. Energy and protein utilization in chicks after hatching. In: European symposium on poultry nutrition, 10, 1995, Anatlya. *Proceedings...* Antalya: WPSA, 1995. P.29-43.

ZHANG, B., HAITAO, ZHAO, D. et al. Effect of fat type and lysophosphatidylcholine addition to broiler diets on performance, apparent digestibility of fatty acids, and apparent metabolizable energy content. *Anim. Feed Sci. Technol.*, v.163, p.177–184, 2011.

Emulsificante na ração para frangos de corte

M.V. Triginelli^{a,*}, L.J.C. Lara^a, N.C. Baião^a, F.L.S Castro^a, E.F. Lima^a, D.P. Vaz^a, M.M. Saldanha^a, M.A. Pompeu^a

^aDepartamento de Zootecnia, Universidade Federal de Minas Gerais, BeloHorizonte, MG, Brasil

*Autor para correspondência. Tel: (31) 9999-29-6242; EM: marcelatriginelli@hotmail.com

RESUMO

Foram realizados dois experimentos com objetivo de avaliar os efeitos dos níveis de emulsificante a base de lisofosfatidilcolina (LPC) adicionado à dieta de frangos. Nos dois ensaios os tratamentos foram divididos da seguinte forma: CONT, controle sem LPC; CN, controle negativo com redução de 50 Kcal nas fases iniciais e 70 Kcal na fase de crescimento sem LPC; CN+250, dieta CN com 250g/ton de LPC; CN+500, dieta CN com 500g/ton de LPC; CN+750, dieta CN com 750g/ton de LPC. Para análise de metabolizabilidade, 450 pintos de corte machos foram distribuídos em delineamento inteiramente casualizado (DIC) com seis repetições e 12 aves por repetição. Houve aumento quadrático no coeficiente de metabolizabilidade do extrato etéreo (CMEE) nas fases inicial e crescimento ($p \leq 0,01$). Para análise de desempenho, 1500 pintos de corte foram distribuídos em DIC com dez repetições por tratamento e 30 aves em cada repetição. O menor custo da ração por quilo de frango produzido até 42 dias de idade foi no tratamento CN. O uso do emulsificante a base de lisofosfatidilcolina melhora o CMEE nas fases inicial e crescimento das aves, porém sem alterar o desempenho dos frangos de corte.

Termos para indexação: avicultura, desempenho, metabolizabilidade, lisofosfatidilcolina, lipídios

ABSTRACT

Two experiments were carried out to evaluate the effects different levels of emulsifier (lysophosphatidylcholine) added to broiler chicken feed. In the two trials the treatments were described as follows: CONT, control without lysophosphatidylcholine (LPC); CN, negative control with 50 and 70 Kcal reduction on the energy levels in the initial and growing phases, respectively, with no LPC; CN + 250, negative control diets with 250g/ton of LPC; CN + 500, negative control diets with 500g/ton of LPC and CN + 750, negative control diets with 750g per ton of LPC. For metabolizable analysis, 450 broilers chickens were arranged in a completely randomized design of six replicates of 12 birds per treatment. A quadratic effect was observed for metabolizable coefficient of ether extract CMEE in the initial and growing phase in response of the emulsifier inclusion ($p \leq 0,01$). For the performance evaluation, 1500 broiler chickens were distributed in a completely randomized design of ten replicates of 30 birds per treatment. The use of emulsifier did not influence bird's performance. The treatment CN presented the lowest cost of feed per kilogram of chicken produced. The feed levels of emulsifier increased the CMEE without influence the chicken's development.

Index terms: aviculture, performance, metabolizable, lysophosphatidylcholine, lipids

1. Introdução

A busca por melhores resultados de desempenho aliados a redução de custos de produção leva a constante avaliação de novos critérios de manejo nutricional na cadeia produtora de frangos. A utilização de óleos e gorduras na alimentação das aves tem papel fundamental e o processo de emulsificação é de extrema importância para uma boa absorção dos lipídios e aproveitamento máximo da energia metabolizável, sendo o fator que mais onera o custo das rações.

A idade da ave pode influenciar a digestão e absorção de lipídios. No início da vida, a imaturidade de algumas funções fisiológicas, como a redução na secreção de sais biliares, pode reduzir a eficiência na absorção dos lipídios (Krogdhal e Sell, 1985). A secreção da enzima lipase parece ser insuficiente logo após o nascimento e aumentar com a idade da ave (Noy e Sklan, 1995; Nitsan et al., 1991). Krogdhal e Sell (1985), ao contrário, citaram que a secreção de lipase pancreática pode aumentar à medida que o consumo de lipídios ingeridos aumenta. Zelenka (1995) e Freitas (1999) encontraram diferentes índices de metabolizabilidade do extrato etéreo no início de vida das aves, sendo altos índices na primeira e terceira semanas, e baixos na segunda semana. Halda e Ghosh (2010) recomendam uso de emulsificantes em aves jovens a fim de atingir o máximo de eficiência na digestão das gorduras.

Os emulsificantes são agentes ativos de superfície e compostos anfífilos que reduzem a energia necessária à formação de emulsão. A lecitina de soja é um produto derivado do processo de degomagem do óleo de soja, sendo que o aprofundamento no conhecimento desse processo levou ao desenvolvimento de produtos a base de lisolecitina (em sua maior parte a lisofosfatidilcolina). A lisofosfatidilcolina pode ser produzida industrialmente a partir da lecitina de soja com ajuda da fosfolipase A2 imobilizada (Silva Junior, 2009). Estes lisofosfolipídios têm atividade emulsificante superiores aos fosfolipídios devido à formação de micelas menores que têm área de superfície maior e, portanto, maior efeito emulsificante (Sabiha, 2009).

Pesquisas mostram resultados controversos com relação à utilização de emulsificantes. Alguns estudos comprovam melhora no desempenho (Huang et al., 2007), melhora na eficiência da utilização de energia metabolizável (Roy et al., 2010; Zhang et al., 2011) e na metabolizabilidade do extrato etéreo (Guerreiro Neto et al., 2011). Porém, em outros trabalhos, não houve diferença no desempenho (Azman e Ciftci, 2004; Guerreiro Neto et al., 2011) ou essas diferenças se limitaram a fase inicial (Zhang et al., 2011; Khonyoung et al., 2015). Wang et al. (2015) observaram melhor desempenho com dietas contendo sebo e emulsificante. Resultados controversos podem estar associados, entre outros fatores, ao tipo de fonte lipídica utilizada, pois se acredita que a eficácia dos emulsificantes possa ser mais evidenciada em fontes lipídicas com maior grau de saturação.

Objetivou-se avaliar a eficiência de um emulsificante a base de lecitina de soja hidrolisada adicionado em diferentes níveis na dieta para frangos contendo gordura de aves como fonte lipídica. Foram

avaliados desempenho, metabolizabilidade de matéria seca, proteína bruta, extrato etéreo e aproveitamento de energia metabolizável aparente e energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio.

2. Material e métodos

Dois experimentos foram conduzidos em delineamento inteiramente casualizado com dois níveis de energia e quatro níveis de suplementação com um emulsificante comercial que contém uma mistura de lisolecitinas, 1 Kg do produto contém 315 g de lisofosfatidilcolina, segundo informações do fabricante. Como fonte lipídica foi utilizada a gordura de aves. O experimento para avaliação de desempenho foi realizado no período de 22 de agosto de 2014 a 03 de outubro de 2014. A análise de metabolizabilidade foi realizada do dia 15 de setembro de 2015 a 15 de outubro de 2015.

2.1. Experimento metabolizabilidade

2.1.1. Aves, instalações e manejo

O ensaio de metabolismo para a determinação da metabolizabilidade dos nutrientes das rações e determinação dos valores de energia metabolizável aparente (EMA) e energia metabolizável aparente corrigida para nitrogênio (EMAn) foi realizado pelo método tradicional de coleta total de excretas no Laboratório de Metabolismo Animal da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Um total de 450 frangos de corte, machos Cobb 500®, de um dia de idade, distribuídos em cinco tratamentos, com seis repetições e 15 aves cada. As aves foram alojadas em gaiolas metabólicas de 1 m². O programa de luz foi de 24 horas de luz até os 14 dias e luz natural até o período final de criação.

As análises de metabolizabilidade foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal da UFMG e as análises para determinação de EMA e EMAn no Laboratório de Nutrição da Universidade Estadual de São Paulo, Campus Jaboticabal.

As coletas de excretas foram realizadas em dois momentos. Na primeira fase dos sete aos dez dias e a segunda fase dos 26 aos 29 dias de vida. A ração oferecida foi pesada no início e no final do período de coleta para obtenção do consumo de ração no período. As excretas foram coletadas duas vezes ao dia, pesadas e colocadas em sacos plásticos devidamente identificados e armazenados em câmara de congelamento (-15°C).

Posteriormente, as excretas coletadas durante os quatro dias foram descongeladas a temperatura ambiente, homogeneizadas, amostradas, pesadas e colocadas em estufa com circulação de ar forçada a 55°C por 72 horas para pré-secagem. Após a pré-secagem, o material foi exposto à temperatura ambiente por uma

hora e novamente pesado para obtenção da matéria pré-seca. Em seguida, o material foi moído em moinho tipo faca com peneira de um milímetro.

Foram feitas análises laboratoriais para determinação da matéria seca, proteína bruta, extrato etéreo e energia bruta de acordo com a metodologia AOAC (2012). Para determinação do teor do extrato etéreo nas excretas, previamente, foi realizada hidrólise ácida de acordo com a metodologia do Compêndio Brasileiro de Alimentação Animal, 2005. Em seguida as amostras foram colocadas no extrator do tipo Soxhlet. Os teores de energia bruta foram determinados em bomba calorimétrica adiabática da marca IKA C2000 basic.

As rações também foram analisadas para matéria seca, proteína bruta, extrato etéreo e energia bruta. Os valores de energia metabolizável das rações foram calculados utilizando-se as fórmulas de Matterson et al. (1965). A partir dos dados de consumo de ração, produção de excretas e dos resultados das análises de laboratório, foram calculados os coeficientes de metabolizabilidade aparente da matéria seca (CMMS), da proteína bruta (CMPB) e do extrato etéreo (CMEE), conforme a fórmula:

$$\text{Metabolizabilidade dos nutrientes (\%)} = \frac{\text{nutriente ingerido (g)} - \text{nutriente excretado (g)}}{\text{nutriente ingerido (g)}} * 100$$

A partir do consumo de matéria seca, da determinação dos valores de energia bruta e do nitrogênio das rações e das excretas, calculou-se a energia metabolizável aparente (EMA) e a energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMAN) por meio das seguintes fórmulas:

$$\text{EMA} = ((\text{MS ingerida} * \text{EB ração}) - (\text{MS excretada} * \text{EB excretada})) / \text{MS ingerida}$$

$$\text{EMAN} = ((\text{MS ingerida} * \text{EB ração}) - (\text{MS excretada} * \text{EB excretada}) - 8,22 \text{ BN}) / \text{MS ingerida}$$

$$\text{BN} = (\text{MS ingerida} * \text{N ração}) - (\text{MS excretada} * \text{N excretado})$$

8,22 = fator que corresponde a 8,22 kcal de energia bruta por cada grama de nitrogênio retido

2.1.2 Tratamentos

Os tratamentos foram distribuídos da seguinte forma: CONT., controle sem adição de lisofosfatidilcolina (LPC); CN, controle negativo com redução de 50 Kcal nas fases iniciais e 70 Kcal na fase de crescimento sem adição de LPC; CN+250, dieta CN com adição de 250g/ton de LPC; CN+500, dieta CN com adição de 500g/ton; CN+750, dieta CN com adição de 750g/ton de LPC. A redução nos valores de energia foi de acordo com informações do fabricante.

2.1.3 Rações

Para o ensaio de metabolizabilidade a criação das aves foi dividida em apenas duas fases, inicial (1 a 21 dias) e crescimento (22 a 42 dias), sendo assim a ração pré-inicial não foi utilizada nesse experimento. Os valores dos ingredientes utilizados estão de acordo com Rostagno et al. (2011). A composição das rações e seus valores nutricionais estão nas Tabelas 2 e 3.

2.2 Experimento desempenho

2.2.1. Aves, instalações e manejo

Para as análises de desempenho, 1500 frangos de corte machos Cobb 500[®], de um dia de idade, obtidos de incubatório comercial, foram distribuídas em cinco tratamentos, cada tratamento com dez repetições e 30 aves cada.

O experimento foi realizado em galpão experimental convencional, dividido em boxes idênticos, forrados com cepilho de madeira. Em cada box foram alojadas 30 aves (14 aves/m²) que receberam água e ração à vontade. Os pintos foram aquecidos com uma lâmpada infravermelha até os 14 dias de vida. Durante as duas primeiras semanas de vida as aves receberam 24 horas de luz e posteriormente, até os 42 dias de idade, receberam luz natural. Os procedimentos adotados foram aprovados pelo comitê de ética de uso de animais da Universidade Federal de Minas Gerais (CEUA/UFMG – n°. 225/2014).

2.2.2 Tratamentos

Os tratamentos para análise de desempenho foram os mesmos descritos no experimento de digestibilidade.

2.2.3. Rações

As rações foram à base de milho e farelo de soja, e formuladas para o período pré-inicial (1 a 7 dias), inicial (8 a 21 dias) e crescimento (22 a 42 dias). Os valores dos ingredientes utilizados estão de acordo com Rostagno et al. (2011). A composição das rações e seus valores nutricionais estão nas Tabelas 1, 2 e 3.

2.2.4 Análise de desempenho

Os frangos foram pesados aos sete, 21 e 42 dias de idade. O consumo de ração foi calculado semanalmente pela diferença entre o oferecido e o consumido. O consumo de ração, peso médio corporal, ganho de peso e conversão alimentar foram calculados para o período de um a sete dias, um a 21 dias e um a 42 dias de idade. A mortalidade foi registrada diariamente, e usada para ajustar o consumo de ração e a taxa de conversão alimentar. O índice de eficiência produtiva (IEP) foi calculado a partir do ganho de peso diário (Kg) multiplicado pela viabilidade (%) multiplicado por 100 e dividido pela conversão alimentar.

Tabela 1. Composição percentual das rações e seus respectivos valores nutricionais calculados da fase pré-inicial (1 a 7 dias)

Ingredientes (g/Kg)	CONT	CN	CN+250	CN+500	CN+750
Milho	59,53	60,42	60,420	60,42	60,42
Farelo de soja 45% PB	33,44	33,36	33,360	33,36	33,36
Farinha de carne e ossos 40% PB	3,96	3,87	3,87	3,87	3,87
Gordura de aves	0,87	-	-	-	-
Calcário	0,77	0,82	0,82	0,82	0,82
Suplemento vitamínico e mineral ^a	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
Sal comum	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39
DL-Metionina	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32
L-Lisina	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
L-Treonina	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06
Complexo enzimático ^b	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Fitase ^c	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Emulsificante ^d	-	-	0,025	0,05	0,075
Inerte	-	0,1	0,075	0,05	0,025
Níveis nutricionais calculados					
Proteína bruta, %	22,50	22,50	22,50	22,50	22,50
Energia metabolizável, Kcal/Kg	2.950	2.900	2.900	2.900	2.900
Extrato etéreo, %	4,03	3,18	3,18	3,18	3,18
Cálcio, %	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03
Fósforo disponível, %	0,46	0,45	0,45	0,45	0,45
Lisina digestível, %	1,21	1,21	1,21	1,21	1,21
Metionina digestível, %	0,61	0,61	0,61	0,61	0,61
Treonina digestível, %	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79

^aSuplemento Vitamínico Mineral (Fase inicial). Cada 1,0 kg contém: Ácido fólico 142 mg, ácido pantotênico 2.600 mg, *Bacillus subtilis* 75 x 10⁶⁹ UFC, Alquinol 7.500 mg, biotina 13 mg, cobre 1.500 mg, colina 75 g, ferro 26 g, iodo 250 mg, manganês 16,25 g, niacina 8.750 mg, monensina 30 g, selênio 60 mg, vit. A 2.500.000 UI, vit. B1 370 mg, vit. B12 3.000 mcg, vit. B2 1.280 mg, vit. B6 410 mg, vit. D3 500.000 UI, vit. E 3.750 UI, vit. K3 635 mg, zinco 11,37 g.

^bComplexo enzimático (Adisseo®): Rovabio 10% (xilanasas, betaglucanases, celulasas, pectinasas e proteases)

^cFitase (M. Cassab®): Microtech 5000:

^dEmulsificante: Lipidol Ultra (Biogenic)

Tabela 2. Composição percentual das rações e seus respectivos valores nutricionais calculados da fase inicial (8 a 21 dias)

Ingredientes (g/Kg)	CONT	CN	CN+250	CN+500	CN+750
Milho	62,242	63,421	63,421	63,421	63,421
Farelo de soja 45% PB	30,079	29,502	29,502	29,502	29,502
Farinha de carne e ossos 40% PB	4,016	4,402	4,402	4,402	4,402
Gordura de aves	1,814	0,856	0,856	0,856	0,856
Calcário	0,439	0,305	0,305	0,305	0,305
Suplemento vitamínico e mineral ^a	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400
Sal comum	0,385	0,378	0,378	0,378	0,378
DL-Metionina	0,277	0,277	0,277	0,277	0,277
L-Lisina	0,222	0,231	0,231	0,231	0,231
L-Treonina	0,063	0,066	0,066	0,066	0,066
Complexo enzimático ^b	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
Fitase ^c	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
Emulsificante ^d	-	-	0,025	0,050	0,075
Inerte	-	0,100	0,075	0,050	0,025
Níveis nutricionais calculados					
Proteína bruta, %	21,2	21,2	21,2	21,2	21,2
Energia metabolizável, Kcal/Kg	3.050	3.000	3.000	3.000	3.000
Extrato etéreo, %	5,00	4,14	4,14	4,14	4,14
Cálcio, %	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
Fósforo disponível, %	0,46	0,48	0,48	0,48	0,48
Lisina digestível, %	1,15	4,13	4,13	4,13	4,13
Metionina digestível, %	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55
Treonina digestível, %	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75

^aSuplemento Vitamínico Mineral (Fase Inicial) Cada 1,0 kg contém: Ácido fólico 142 mg, ácido pantotênico 2.600 mg, *Bacillus subtilis* 75 x 10⁶ UFC, Alquinol 7.500 mg, biotina 13 mg, cobre 1.500 mg, colina 75 g, ferro 26 g, iodo 250 mg, manganês 16,25 g, niacina 8.750 mg, monensina 30 g, selênio 60 mg, vit. A 2.500.000 UI, vit. B1 370 mg, vit. B12 3.000 mcg, vit. B2 1.280 mg, vit. B6 410 mg, vit. D3 500.000 UI, vit. E 3.750 UI, vit. K3 635 mg, zinco 11,37 g.

^bComplexo enzimático (Adisseo®): Rovabio 10% (xilanasas, betaglucanases, celulases, pectinases e proteases)

^cFitase (M. Cassab®): Microtech 5000:

^dEmulsificante: Lipidol Ultra (Biogenic)

Tabela 3. Composição percentual das rações e valores nutricionais calculados da fase de crescimento (22 a 42 dias)

Ingredientes (g/Kg)	CONT	CN	CN+250	CN+500	CN+750
Milho	65,189	66,614	66,614	66,614	66,614
Farelo de soja 45% PB	27,303	27,059	27,059	27,059	27,059
Farinha de carne e ossos 40% PB	2,288	2,281	2,281	2,281	2,281
Gordura de aves	2,913	1,633	1,633	1,633	1,633
Calcário	0,792	0,797	0,797	0,797	0,797
Suplemento vitamínico e mineral ^a	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400
Sal comum	0,418	0,418	0,418	0,418	0,418
DL-Metionina	0,273	0,273	0,273	0,273	0,273
L-Lisina	0,281	0,281	0,281	0,281	0,281
L-Treonina	0,083	0,083	0,083	0,083	0,083
Complexo enzimático ^b	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
Fitase ^c	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
Emulsificante ^d	-	-	0,025	0,050	0,075
Inerte	-	0,100	0,075	0,050	0,025
Níveis nutricionais calculados					
Proteína bruta, %	19,55	19,50	19,50	19,50	19,50
Energia metabolizável, Kcal/Kg	3.150	3.080	3.080	3.080	3.080
Extrato etéreo, %	5,96	4,73	4,73	4,73	4,73
Cálcio, %	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
Fósforo disponível, %	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35
Lisina digestível, %	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10
Metionina digestível, %	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53
Treonina digestível, %	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72

^aSuplemento Vitamínico Mineral (Fase crescimento). Cada 1,0 kg contém: Vit. A 9.775 UI, vit. D3 2.255 UI, vit. E 25 mg, vit. K3 3.150 mg, vit. B1 1.725 mg, vit. B2 6.187,5 mg, vit. B6 3.900 mg, vit B12 15.225 mg, biotina 68.750 mg, niacina 38.500 mg, ácido fólico 877,5 mg, ácido pantotênico 9.900 mg, colina 1.546,3 mg, selênio 212,5 mg, iodo 1.000 mg, ferro 30.000 mg, cobre 10.000 mg, manganês 90.000 mg, zinco 80.000 mg, BHT 13.750 mg.

^bComplexo enzimático (Adisseo®): Rovabio 10% (xilanases, betaglucanases, celulases, pectinases e proteases)

^cFitase (M. Cassab®): Microtech 5000:

^dEmulsificante: Lipidol Ultra (Biogenic)

2.3. Análise Econômica

Para a avaliação econômica foi considerado o custo da ração, consumo de ração e o ganho de peso até os 42 dias de vida das aves.

O custo médio da ração foi calculado multiplicando-se o total de ração consumido em cada fase pelo custo específico da ração de cada período de vida das aves, e este último calculado a partir dos preços dos ingredientes durante o mês de setembro de 2014.

A avaliação econômica foi feita por meio do custo da ração por quilo de frango produzido. Para este cálculo, foi obtido o custo médio da ração de cada uma das três fases analisadas, em seguida esse valor foi dividido pelo ganho de peso correspondente, finalmente esses valores foram somados.

2.4. Análises Estatísticas

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente ao acaso (DIC). Nas avaliações da metabolizabilidade, o DIC foi composto por cinco tratamentos e seis repetições com 12 aves em cada. Para análise do desempenho produtivo das fases pré-inicial, inicial e crescimento e análise econômica, o DIC foi composto por cinco tratamentos e dez repetições com 30 aves cada.

As análises de dados foram realizadas através do software SAS (2002), declarando-se como 5% a probabilidade do erro tipo 1. Os dados foram submetidos à análise de variância e foram verificados quanto aos pressupostos estatísticos de normalidade e homocedasticidade. A variável que violou algum destes pressupostos foi analisada pelo teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis (Sampaio, 2007).

Para as análises de desempenho produtivo, digestibilidade e custo, foram realizadas análises de regressão linear simples entre os tratamentos CN, CN+250, CN+500 e CN+750. Para a escolha do modelo de regressão que melhor descrevesse os dados, foi utilizado o teste de falta de ajuste. Os parâmetros gerais numa equação de regressão simples são o coeficiente de inclinação (β_1) e o intercepto (β_0):

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_i + \epsilon_i$$

Onde, Y_i = i-ésima observação da variável dependente; β_0 = coeficiente linear ou intercepto; β_1 = coeficiente de inclinação ou angular, X_i = i-ésima observação da variável independente (nível de inclusão do emulsificante) e ϵ = resíduo para a i-ésima observação.

Para a comparação entre o tratamento CONT. em relação aos demais tratamentos, foi realizado o teste de Dunnett.

3. Resultados e Discussão

3.1. Metabolizabilidade

Os resultados da metabolizabilidade na fase inicial estão apresentados na Tabela 4.

Tabela 4. Coeficiente de metabolizabilidade da matéria seca (CMMS), coeficiente de metabolizabilidade da proteína bruta (CMPB), coeficiente de metabolizabilidade do extrato etéreo (CMEE), energia metabolizável aparente (EMA) e energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMAn) com base na matéria seca das aves na fase inicial de acordo com os níveis de emulsificante na ração.

Variável	Tratamentos ¹						Regressão (p)	
	CONT	CN	CN+250	CN+500	CN+750	CV ²	L	Q
CMMS, %	73,85	75,96*	74,91	74,48	75,90*	1,92	0,822	0,097
CMPB, %	64,08	65,03	62,33	65,23	65,20	3,69	0,382	0,299
CMEE, %	69,08	66,59	77,28*	80,77*	81,98*	4,86	0,001	0,001
EMAMS, Kcal/Kg	3275,1	3215,3	3239,5	3232,7	3242,9	1,65	0,305	0,351
EMAMSn, Kcal/Kg	3171,5	3132,2	3126,1	3132,6	3138,3	1,67	0,341	0,317

¹Tratamentos: CONT = controle (3050 Kcal/Kg) sem emulsificante; CN = controle negativo (3000 kcal EM/kg) sem adição de emulsificante; CN+250 = controle negativo (3000 kcal EM/kg) + 250 g/ton de emulsificante; CN+500 = controle negativo (3000 kcal EM/kg) + 500 g/ton de emulsificante; CN+750 = controle negativo (3000 kcal EM/kg) + 750 g/ton de emulsificante

²CV: coeficiente de variação

*Médias diferem significativamente do CP pelo teste de Dunnett ($p \leq 0,05$)

Na fase inicial, o tratamento CONT foi semelhante aos demais tratamentos ($p > 0,05$) para as análises de CMPB, EMA e EMAn. O CMMS foi maior nos tratamentos CN e CN+750 ($p \leq 0,05$) quando comparados ao tratamento CONT (Tabela 4). Em outros trabalhos, a metabolizabilidade da matéria seca não foi alterada pela adição de caseína (Guerreiro Neto et al., 2011) e nem pela adição de lisofosfolipídios (Zhang et al., 2010). Houve melhora no CMEE nos tratamentos CN+250, CN+500 e CN+750 ($p \leq 0,05$) quando comparados ao CONT. O CMEE dos tratamentos CONT e CN foi semelhante na fase inicial.

Não houve ajuste de equação para os níveis da inclusão de emulsificante no CMMS, CMPB, EMA e EMAn na fase inicial (Tabela 4). O modelo que melhor se ajustou aos dados de CMEE foi o quadrático ($p \leq 0,01$) (Fig.1). Para atingir o melhor CMEE a inclusão estimada do emulsificante foi de 636,5 g/ton. Esses resultados demonstram efeito positivo do emulsificante sobre a absorção de lipídios na fase inicial da vida dos frangos. Como a secreção de sais biliares parece ser insuficiente no início da vida das aves (Krogdahl e Sell, 1985) a adição de emulsificantes pode ajudar na metabolizabilidade das gorduras nesse período. Huang et al. (2007) também encontraram melhora no CMEE na fase inicial ao incluir lecitina à dieta para frangos.

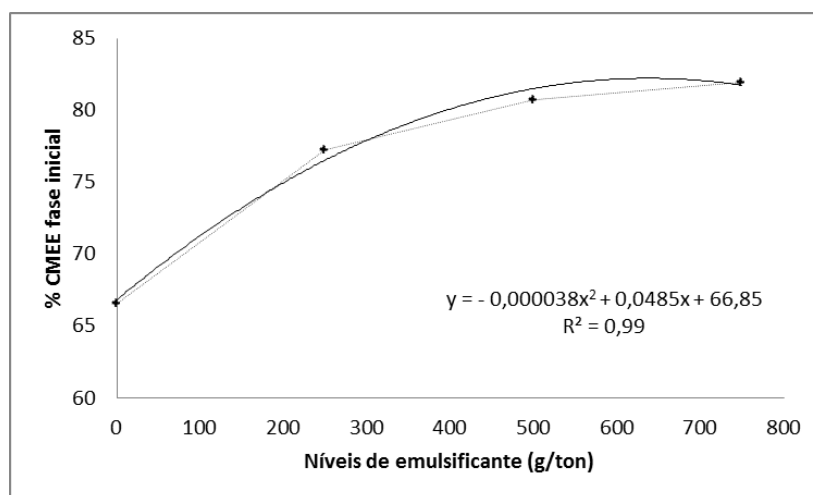


Figura 1. Coeficiente de metabolizabilidade do extrato etéreo na fase inicial de acordo com os níveis de emulsificante

Tabela 5. Coeficiente de metabolizabilidade da matéria seca (CMMS), coeficiente de metabolizabilidade da proteína bruta (CMPB), coeficiente de metabolizabilidade do extrato etéreo (CMEE), energia metabolizável aparente (EMA) e energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMAn) com base na matéria seca das aves na fase de crescimento de acordo com os níveis de emulsificantes na ração

Variável	Tratamentos ¹						Regressão (p)	
	CONT	CN	CN+250	CN+500	CN+750	CV ²	L	Q
CMMS, %	75,98	75,85	75,58	74,69	75,49	2,54	0,575	0,684
CMPB, %	66,22	68,39	66,61	67,68	66,77	5,25	0,562	0,812
CMEE, %	77,29	72,93	81,21	80,23	77,89	5,14	0,098	0,006
EMA, Kcal/Kg	3497,8	3392,2	3449,9	3376,5	3407,2	2,91	0,877	0,937
EMAn, Kcal/Kg	3330,3	3192,2*	3274,1	3195,7*	3219,5	2,96	0,984	0,764

¹Tratamentos: CONT = controle (3150 kcal EM/kg) sem emulsificante CN = controle negativo (3080 kcal EM/kg) sem adição de emulsificante; CN+250 = controle negativo (3080 kcal EM/kg) + 250 g/ton de emulsificante; CN+500 = controle negativo (3080 kcal EM/kg) + 500 g/ton de emulsificante; CN+750 = controle negativo (3080 kcal EM/kg) + 750 g/ton de emulsificante

²CV: Coeficiente de variação

*Médias diferem significativamente do CP pelo teste de Dunnett ($p \leq 0,05$)

No período de crescimento (Tabela 5), o CONT foi semelhante aos outros tratamentos ($p > 0,05$) nas seguintes variáveis estudadas: CMMS, CMPB, CMEE e EMA. Observa-se que a redução de 70 Kcal/Kg no CN diminuiu numericamente o valor de EMA, porém sem diferença significativa. No entanto, a EMAn foi inferior no tratamento CN, o que era esperado devido a redução de energia formulada. A adição de 250g/ton e 750g/ton do emulsificante foi capaz de igualar estatisticamente o valor da EMAn com o tratamento CONT, porém a inclusão de 500g/ton não igualou ao tratamento CONT para o valor EMAn. Zhang et al. (2010) e Roy et al. (2010) também observaram melhora nos níveis de EMA e EMAn com adição de emulsificante.

O CMEE apresentou efeito quadrático ($p \leq 0,01$) na fase de crescimento. Para atingir o melhor valor de CMEE a inclusão estimada do emulsificante seria de 440,5g/ton (Fig. 2). Guerreiro Neto et al. (2011) não encontraram efeito do emulsificante na metabolizabilidade do extrato etéreo nas dietas com óleo de soja, porém o CMEE na dieta contendo gordura de aves, a mesma fonte lipídica utilizada nesse ensaio, também aumentou quando foi adicionado o emulsificante. Em outro estudo, o emulsificante ricinoleato de gliceril polietilenoglicol adicionado à dieta de frangos de corte na fase de crescimento em duas concentrações, 280 g/ton e 560 g/ton, melhorou a absorção de gorduras, sendo que a maior metabolizabilidade foi no tratamento com menor inclusão do produto (Roy et al., 2010). É possível que haja um limite na capacidade de absorção de lipídios e consequente atuação dos emulsificantes.

O ensaio de metabolismo feito nas duas fases avaliadas permite concluir que a inclusão de emulsificante melhora a absorção do extrato etéreo. Na fase inicial, a adição do produto mesmo na menor inclusão já foi capaz de melhorar o CMEE. Já na fase de crescimento, o CMEE do tratamento CONT não diferiu dos demais tratamentos, apesar do efeito quadrático observado, o que ressalta a importância de avaliar os custos da suplementação com o emulsificante e os resultados de desempenho.

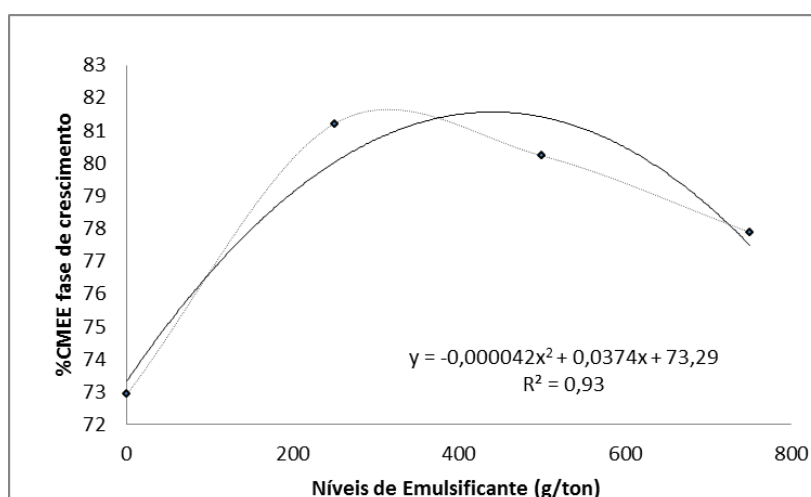


Figura 2. Coeficiente de metabolizabilidade do extrato etéreo na fase de crescimento de acordo com os níveis de emulsificante

3.2 Desempenho

Os resultados de desempenho da fase pré-inicial (1 a 7 dias de idade das aves) estão descritos na Tabela 6.

Tabela 6. Valores das médias de peso médio inicial (PM0), consumo de ração (CR7), peso médio (PM7), ganho de peso (GP7) e conversão alimentar (CA7) das aves na fase pré-inicial (1 a 7 dias) de acordo com os níveis de emulsificantes na ração

Variável	Tratamentos ¹						Regressão (p)	
	CONT	CN	CN+250	CN+500	CN+750	CV ²	L	Q
PM0, g	42,73	42,61	42,59	42,71	42,61	1,53	0,886	0,971
CR7, g	164,21	162,82	159,82	159,27	166,62	4,82	0,490	0,139
PM7, g	184,24	185,09	180,19	180,34	180,49	4,26	0,219	0,281
GP7, g	141,50	142,49	137,60	137,63	137,87	5,55	0,213	0,269
CA7, g/g	1,138	1,145	1,145	1,142	1,188	4,23	0,147	0,153

¹Tratamentos: CONT = controle (2950 Kcal/Kg) sem adição de emulsificante; CN = controle negativo (2900 kcal EM/kg) sem adição de emulsificante; CN+250 = controle negativo (2900 kcal EM/kg) + 250 g/ton de emulsificante; CN+500 = controle negativo (2900 kcal EM/kg) + 500 g/ton de emulsificante; CN+750 = controle negativo (2900 kcal EM/kg) + 750 g/ton de emulsificante.

²CV: coeficiente de variação

*Médias diferem significativamente do CP pelo teste de Dunnett ($p \leq 0,05$)

Na fase pré-inicial, (1 a 7 dias), o tratamento CONT foi semelhante aos demais tratamentos ($p > 0,05$) para todas as variáveis analisadas. Esse resultado sugere que a redução de 50 Kcal/Kg de energia metabolizável aparente (EMA) na dieta pré-inicial não foi suficiente para alterar o desempenho das aves (Tabela 6). Em estudo realizado por Xavier et al. (2008), avaliando diferentes níveis de energia metabolizável aparente na fase pré-inicial (2.850 Kcal/Kg, 2.950 Kcal/Kg, 3.000 Kcal/Kg, 3.045 Kcal/Kg e 3.150 Kcal/Kg), também não houve diferença no ganho de peso e consumo de ração.

Na análise de regressão, não houve ajuste para o consumo de ração, peso médio, ganho de peso e conversão alimentar. A adição do emulsificante até os sete dias de idade não alterou o desempenho das aves, isso pode ter acontecido já que a gordura de aves não foi adicionada a dieta, desfavorecendo a ação do produto. No presente trabalho, na fase pré-inicial, ao reduzir a EMA calculada em 50 Kcal/Kg nos tratamentos CN, CN+250, CN+500 e CN+750, não houve adição de gordura de aves à dieta, sendo assim, os efeitos do emulsificante podem não ter sido evidenciados (Tabela 6).

Guerreiro Neto et al. (2011), de forma semelhante, não observaram efeito no uso de emulsificante (caseína) adicionado a duas fontes lipídicas diferentes, gordura de aves e óleo de soja, no desempenho de frangos até sete dias de idade. Os autores justificam esse comportamento pela menor atividade da enzima lipase pancreática no início da vida das aves, pois, apesar do produto favorecer o processo de emulsificação das gorduras, não haveria enzima suficiente para completar a digestão (Nir et al., 1993; Guerreiro Neto et al., 2011).

No período de um a 21 dias de idade, a inclusão de emulsificante não alterou os resultados de desempenho ($p>0,05$) (Tabela 7). A redução de 50 Kcal/Kg no tratamento controle negativo não foi suficiente para diminuir o desempenho das aves.

Tabela 7. Valores das médias de consumo de ração (CR), peso médio (PM), ganho de peso (GP) e conversão alimentar (CA) das aves na fase inicial (1 a 21 dias) de acordo com os níveis de emulsificantes na ração.

Variável	Tratamentos ¹						Regressão (p)	
	CONT	CN	CN+250	CN+500	CN+750	CV ²	L	Q
CR21, g	1311,95	1310,73	1300,56	1330,25	1324,03	3,15	0,242	0,504
PM21, g	962,38	961,66	967,55	964,28	964,03	3,09	0,928	0,946
GP21, g	919,65	919,05	924,96	921,57	921,42	3,22	0,930	0,947
CA21, g/g	1,428	1,426	1,406	1,445	1,437	3,26	0,276	0,509

¹Tratamentos: CONT = controle (3050 kcal EM/kg) sem emulsificante; CN= controle negativo (3000 kcal EM/kg) sem adição de emulsificante; CN+250 = controle negativo (3000 kcal EM/kg) + 250 g/ton de emulsificante; CN+500 = controle negativo (3000 kcal EM/kg) + 500 g/ton de emulsificante; CN+750 = controle negativo (3000 kcal EM/kg) + 750 g/ton de emulsificante.

²CV: coeficiente de variação

*Médias diferem significativamente do CP pelo teste de Dunnett ($p\leq 0,05$)

Zhang et al. (2010) observaram aumento no ganho de peso de um a 21 dias com adição de 500 g/ton de LPC a rações contendo sebo ou óleo de soja como fonte lipídica, o que pode ser explicado, segundo os autores, pelo aumento no coeficiente de metabolizabilidade dos ácidos graxos. Khonyoung et al. (2015) não observaram aumento do peso no período de 7 a 21 dias, porém a conversão alimentar melhorou nesse período com adição de 145 g/ton de liolecitina.

No período total de criação, um a 42 dias, a redução de 70 Kcal/Kg no tratamento controle negativo também não alterou o desempenho das aves e o controle foi semelhante a todos os outros tratamentos (Tabela 8).

Tabela 8. Valores das médias de consumo de ração (CR), peso médio (PM), ganho de peso (GP), conversão alimentar (CA), viabilidade (VIAB) e índice de eficiência produtiva (IEP) das aves na fase de crescimento (1 a 42 dias) de acordo com os níveis de emulsificantes na ração.

Variável	Tratamentos ¹						Regressão (p)	
	CONT	CN	CN+250	CN+500	CN+750	CV ²	L	Q
CR42, g	4734,64	4768,65	4759,06	4822,73	4833,39	2,64	0,158	0,363
PM42, g	3044,89	3019,40	3026,42	3033,68	3072,94	2,74	0,162	0318
GP42, g	3002,16	2976,79	2983,83	2990,97	3030,33	2,77	0,162	0,317
CA42, g/g	1,577	1,602	1,595	1,614	1,595	2,49	0,974	0,892
VIAB, % ³	99,1	99,1	99,0	99,5	99,1	0,89	-	-
IEP ⁴	455,64	444,80	447,55	446,13	454,66	4,27	0,305	0,533

¹Tratamentos: CONT = controle (3150 kcal EM/kg) sem emulsificante; CN= controle negativo (3080 kcal EM/kg) sem adição de emulsificante; CN+250 = controle negativo (3080 kcal EM/kg) + 250 g/ton de emulsificante; CN+500 = controle negativo (3080 kcal EM/kg) + 500 g/ton de emulsificante; CN+750 = controle negativo (3080 kcal EM/kg) + 750 g/ton de emulsificante.

²CV: coeficiente de variação

³Médias não seguidas de letras são semelhantes entre si pelo teste de Kruskal-Wallis ($p>0,05$)

⁴IEP: Índice de eficiência produtiva

*Médias diferem significativamente do CP pelo teste de Dunnett ($p\leq 0,05$)

Esses resultados corroboram com o que foi observado por Azman e Ciftci (2004) ao avaliarem a adição de lecitina de soja à dieta. A lisolecitina, quando comparada à lecitina de soja, é formada em sua maior parte por lisofosfolipídios que formam micelas menores e mais estáveis que a lecitina, podendo assim ser mais eficiente na absorção de lipídios e melhorar o desempenho das aves (Schwarzer e Adams, 1996; Sabiha, 2009), porém neste estudo, o uso da lisolecitina como emulsificante não alterou o desempenho das aves. Roy et al. (2010) avaliando dieta sem adição do emulsificante ricinoleato de gliceril polietilenoglicol (controle) e dois níveis de inclusão (1% e 2%), observaram melhor peso médio e ganho de peso aos 39 dias com a inclusão de 1% do produto. Guerreiro Neto et al. (2011) não observaram melhora no desempenho de frangos até 42 dias de idade com adição da caseína como emulsificante. Ao avaliar o uso de lisolecitina, Khonyoung et al. (2015) observaram melhora no desempenho somente até 21 dias.

3.3. Análise econômica

Houve aumento linear do custo da ração por quilo de frango produzido (Tabela 9). A equação que melhor se ajusta para a variável é a linear (fig. 3).

Tabela 9. Custo da ração por quilo de frango (R\$) no período de 1 a 42 dias

Variável	Tratamentos						Regressão (p)	
	CP	CN	CN+250	CN+500	CN+750	CV ²	L	Q
Custo (R\$/Kg)	1,247	1,240	1,250	1,254	1,277	1,86	0,005	0,016

¹Tratamentos: CONT = controle sem adição de emulsificante; CN = controle negativo sem adição de emulsificante; CN+250 = controle negativo + 250 g/ton de emulsificante; CN+500 = controle negativo + 500 g/ton de emulsificante; CN+750 = controle negativo + 750 g/ton de emulsificante.

²CV: coeficiente de variação

*Médias diferem significativamente do CP pelo teste de Dunnett ($p \leq 0,05$)

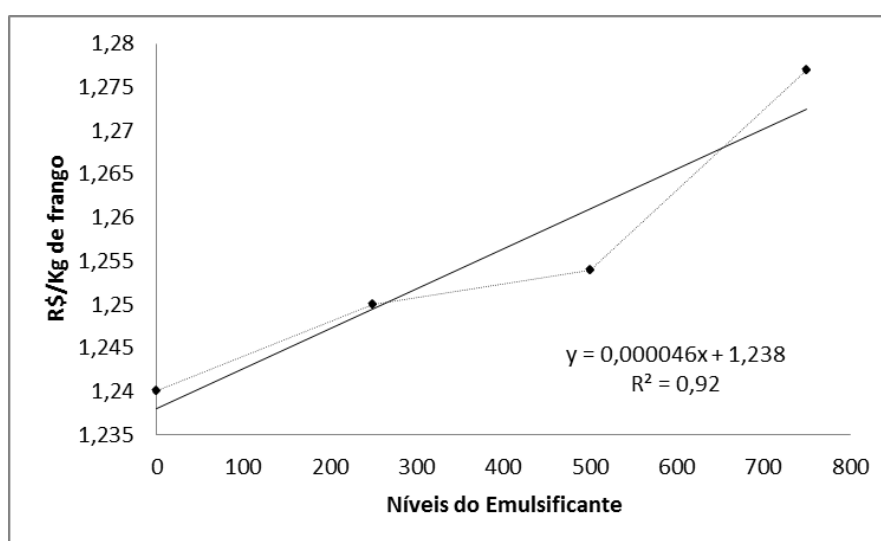


Figura 3. Custo da ração por quilo de frango produzido de acordo com os níveis de emulsificante

A inclusão de aditivos aumenta o custo das rações, sendo assim, a melhora no desempenho das aves deve ser significativa para que esta estratégia nutricional se torne vantajosa. Nesse trabalho, a redução de 50 Kcal/Kg de EMA calculada na dieta das fases iniciais e 70 Kcal/Kg de EMA na dieta da fase de crescimento não prejudicou o desempenho, sendo assim, o custo no tratamento CN, onde os níveis de energia eram menores, foi o mais viável.

4 Conclusão

O uso do emulsificante a base de LPC afetou o CMEE nas fases inicial e crescimento. O uso de emulsificante a base de lisofosfatidilcolina não altera o desempenho de frangos de corte. Os níveis de EMA calculados de 2.900 Kcal/Kg, 3.000 Kcal/Kg e 3080 Kcal/Kg nas fases pré-inicial, inicial e crescimento, respectivamente, são suficientes para que o frango de corte tenha um bom desempenho com custo mais baixo de ração por quilo de frango produzido.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AOAC. Association of Official Analytical Chemists – Official Methods of Analysis. AOAC International. 19 ed. Maryland:AOAC, 2012.
- ARAÚJO, J.M.A. Química de Alimento – Teoria e Prática. 2ed. Viçosa, MG: UFV, 1999. 416p.
- AZMAN, M.A.; CIFTCI, M. Effects of replacing dietary fat with lecithin on broiler chicken zootechnical performance. *Rev. Med. Vet.* v.155, p.445-448, 2004.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Abastecimento. Sindicato Nacional da Indústria de Alimentação Animal. Associação Nacional dos Fabricantes de Rações. Compêndio brasileiro de alimentação animal. São Paulo: ANFAR/CBNA/SDR, 2005.
- FREITAS, B.C.F. Digestibilidade da gordura nas primeiras semanas de vida e seu efeito sobre o desempenho do frango de corte. 1999. 35f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Escola de Veterinária – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 1999.
- GUERREIRO NETO, A.C.G.; PEZZATO, A.C.; SARTORI, J.R. et al. Emulsifier in broiler diets containing different fat sources. *Braz. J. Poult. Sci.* v.13, n.2, p.119-125, 2011.
- HALDA, S; GHOSH, T. K. Nutritional emulsifiers sustains performance of broiler fed a low-energy diet – a new approach to alleviate tropical heat stress, 2010. Disponível em: <http://en.engormix.com/MA-poultry-industry/health/articles/nutritional-emulsifiers-sustains-performance-t1505/p0.htm> Acesso em: 14 de jul. 2015.
- HUANG, J.; YANG, D.; WANG, T. Effects of replacing soy-oil with soy-lecithin on growth performance, nutrient utilization and serum parameters of broilers fed corn-based diets. *Asian-australas. J. Ani. Sci.*, v. 20, n. 12, p. 1880-1886, 2007.
- KHONYOUNG, D.; YAMAUCHI, K.; SUZUKI, K. Influence of dietary fat sources and lysolecithin on growth performance, visceral organ size, and histological intestinal alteration in broiler chickens. *Livest. Sci.*, v. 176, p. 111-120, 2015.
- KROGDAHL, A.; SELL, L. Development of digestive enzymes and fat digestion. In: WORLD POULTRY CONGRESS, 17., 1984, Helsinki. Proceedings... Helsinki: World Poultry Congress, 1984. p.352-354.
- LARA, L.J.C. Efeito da fonte lipídica em dietas para frangos de corte sobre o desempenho, rendimento e composição de carcaça. 2004. 49f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Escola de Veterinária- Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2004.

MATTERSON, L.B.; POTTER, L.M.; STUTZ, M.W. et al. The metabolizable energy of feed ingredients for chickens. *Res. Rep.*, v.7, p.3-11, 1965.

NITSAN, Z.; BEM-AVRAHAM, G.; ZOREF, Z., et al. Growth and development of the digestive organs and some enzymes in broiler chicks after hatching. *Braz. Poult. Sci.* v.32, n.3, p.515-523, 1991.

NIR, I.; NITSAN, Z.; MAHAGNA, M. Comparative growth and development of the digestive organs and some enzymes in broiler and egg type chicks after hatching. *Br. Poult. Sci.*, v.34, n.3, p.523-532, 1993.

NOY, Y. SKLAN, D. Digestion and absorption in the young chick. *Poult. Sci.* v. 74, n.2, p. 366-373, 1995.

OTT, R. L.; LONGNECKER, M. An introduction to statistical methods and data analysis. 6. ed. Australia ; United States: Brooks/Cole Cengage Learning, 2010, 1273p.

R CORE TEAM. R: A Language and environment for statistical computing. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing, 2015.

ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. et al. *Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais*. Viçosa:UFV, 2011. 252p.

ROY, A.; HALDAR, S.; MONDAL, S.; GHOSH, T.K. Effects of Supplemental Exogenous Emulsifier on Performance, Nutrient Metabolism, and Serum Lipid Profile in Broiler Chickens. *Vet. Med. Int.* v. 2010.

SABIHA, A. Lysophospholipids and their role in enhancing digestion and absorption. Technical Bulletin Avitech, 2009. Disponível: <
<http://www.avitechnutrition.com/download/1438603042Lysophospholipids%20and%20their%20Role%20in%20Enhancing%20Digestion%20and%20Absorption.pdf>> Acessado em: 28 ago. 2015.

SAMPAIO, I. B. M. Estatística aplicada à experimentação animal. 3. ed. Belo Horizonte: FEPMVZ, 2007, 265p.

SCHWARZER, K., ADAMS, C.A. The influence of specific phospholipids as absorption enhancer in animal nutrition. *Euro. Fed. Lipid.* V.98, n.9, p.304-308, 1996.

SILVA JÚNIOR, A. S. Interações químico-fisiológicas entre acidificantes, probióticos, enzimas e lisofosfolipídios na digestão de leitões. *R. Bras. Zootec.*, v.38, p.238-245, 2009.

WANG, J. P., ZHANG, Z. F., YAN, L., KIM, I. H. Effects of dietary of emulsifier and carbohydrase on the growth performance, serum cholesterol and breast meat fatty acid profile of broiler chicken. *Anim. Sci. J.*, 2015.

XAVIER, S. A. G.; STRINGHINI, J. H.; BRITO, A. B.; ANDRADE, M. A.; LEANDRO, N. S. M.; CAFÉ, M. B. Níveis de energia metabolizável em rações pré-iniciais para frangos de corte. *R. Bras. Zootec.*, Viçosa, MG, v. 37, n. 1, p. 109-115, 2008.

ZELENKA, J. Energy and protein utilization in chicks after hatching. In: European symposium on poultry nutrition, 10, 1995, Antalya. *Proceedings...* Antalya: WPSA, 1995. P.29-43.

ZHANG, B., HAITAO, ZHAO, D. et al. Effect of fat type and lysophosphatidylcholine addition to broiler diets on performance, apparent digestibility of fatty acids, and apparent metabolizable energy content. *Anim. Feed Sci. Technol.*, v.163, p.177–184, 2011.