



**Universidade Federal do Pará
Núcleo de Ciências Agrárias e Desenvolvimento Rural
Universidade Federal Rural da Amazônia
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Amazônia Oriental
Programa de Pós-graduação em Ciência Animal**

Fernando Barbosa Tavares

**EMULSIFICANTE EM DIETAS PARA FRANGOS DE CORTE COM
DIFERENTES FONTES LIPÍDICAS**

**Belém
2016**

Fernando Barbosa Tavares

**EMULSIFICANTE EM DIETAS PARA FRANGOS DE CORTE COM
DIFERENTES FONTES LIPÍDICAS**

Tese apresentada como um dos requisitos a obtenção do grau de Doutor em Ciência Animal Programa de Pós-graduação em Ciência Animal do Núcleo de Ciências Agrárias e Desenvolvimento Rural, Universidade Federal do Pará, Universidade Federal Rural da Amazônia, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Amazônia Oriental.

Área de Concentração: Nutrição Animal

Orientador: Prof. DSc. Cristian Faturi

Co-orientador: Prof. DSc. Kedson Raul de S. Lima

**Belém
2016**

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)

Sistema de Bibliotecas da UFPA

Tavares, Fernando Barbosa, 1986-

Emulsificante em dietas para frangos de corte com diferentes fontes lipídicas / Fernando Barbosa Tavares. – 2016.

Orientador: [Cristian Faturi](#).

Coorientador: Kedson Raul de S. Lima.

Tese (Doutorado) -- Universidade Federal do Pará, Núcleo de Ciências Agrárias e Desenvolvimento Rural, Programa de Pós-graduação em Ciência Animal, Belém, 2016.

[1. Frango de corte -- Alimentação e rações.](#) [2. Frango de corte -- Nutrição.](#) [3. Emulsificantes.](#)

CDD 22. ed. 636.5089

Fernando Barbosa Tavares

**EMULSIFICANTE EM DIETAS PARA FRANGOS DE CORTE COM
DIFERENTES FONTES LIPÍDICAS**

Tese apresentada para obtenção do grau de Doutor em Ciência Animal Programa de Pós-graduação em Ciência Animal. Núcleo de Ciências Agrárias e Desenvolvimento Rural. Universidade Federal do Pará. Universidade Federal Rural da Amazônia. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Amazônia Oriental.

Área de Concentração: Nutrição Animal

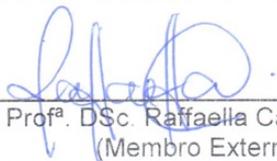
04 de novembro de 2016. Belém-PA:



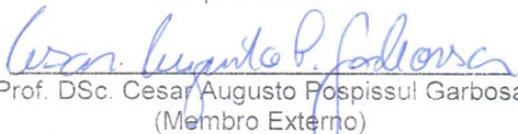
Prof. DSc Cristian Faturi
(Orientador)
Universidade Federal Rural da Amazônia
Instituto da Saúde e Produção Animal



Prof. DSc André Guimarães Maciel e Silva
(Membro Interno)
Universidade Federal do Pará
Instituto Medicina Veterinária
Campus Castanhal



Prof. DSc Raffaella Castro Lima
(Membro Externo)
Universidade Federal Rural da Amazônia
Campus de Parauapebas



Prof. DSc Cesar Augusto Pospissul Garbosa
(Membro Externo)
Universidade Federal Rural da Amazônia
Campus de Paragominas



Prof. DSc Kênia Ferreira Rodrigues
(Membro Externo)
Universidade Federal do Tocantins
Campus de Araguaína



Prof. DSc Kedson Raul de Souza Lima
(Coorientador Suplente)
Universidade Federal Rural da Amazônia
Instituto da Saúde e Produção Animal

A Fernando José Monteiro Tavares (in memoriam)

AGRADECIMENTOS

À Deus, por sua enorme gratidão e todas as bênçãos derramadas durante todo esse percurso.

À Nossa Senhora de Nazaré pelo apoio nos desafios ao longo dessa jornada.

À Universidade Federal Rural da Amazônia, por ter sido minha casa durante tantos anos, por ter me desafiado a fazer pesquisa na Amazônia, com suas peculiaridades. Por ser uma universidade com tantos problemas e ao mesmo tempo com potencial de desenvolvimento local fantástico.

Aos servidores da UFRA, que sempre nos apoiaram. Ao vice-prefeito do campus e companheiro Carlos Afonso (Carlinhos), por colocar sua equipe sempre à disposição para ajudar. Ao Mauro, pelo apoio na fabricação das rações, sempre deixando tudo mais organizado. A Vaiza, amiga para todas as horas e risadas. Aos demais funcionários meu muito obrigado.

À minha mãe, Ana Rosa Barbosa Tavares, pelo apoio em todos os momentos da vida, por entender as distâncias e torcer pela vitória e principalmente por todo o esforço feito durante toda a vida. Acredite que aprendi todos os princípios básicos observando seus comportamentos, sua generosidade, e sublime amor capaz de compartilhar com tantos.

À minha esposa, por sempre acreditar no meu potencial, aceitar e apoiar as noites perdidas, os finais de semana distantes, o estresse muitas vezes descontado de forma involuntária. Te amo e sempre te amarei. Essa conquista é nossa e seria impossível sem você.

Às minhas irmãs e família que sempre serão meus alicerces e por terem se tornado minha base.

Ao Núcleo de Pesquisa em Aves e Suínos (NUPEAS), pelo apoio na condução do experimento, em especial aos estagiários, bolsistas, treinandos, pós-graduandos que tantas vezes perderam seus finais de semana, se afastaram do conforto das suas casas para se dedicar, saibam que sem vocês este trabalho jamais seria possível. Um abraço especial aos esfomeados Brenda, Brendinha, Higor, Amanda, Yan, Raissa, Léo, Lívia, Marília.

Aos meus amigos UFRAZOO, que apostaram suas fichas e compartilharam conhecimentos e pensamentos. Anibal, Alex, Janaina. À minha companheira de todas as horas Maria Cristina Manno (Cris), que aguentou meus desabafos, estresses sempre se pondo à disposição. Ao meu co-orientador, amigo, companheiro de sala Kedson Raul de Souza Lima, que teve muita paciência nas correções e pela oportunidade dada. Vocês sempre serão meus “amigos pá cara%#”.

Aos meus amigos que deixam minha vida um pouco mais louca, e que mesmo quando fico meses sem ver parece que nos falamos há poucas horas, Zuzu, Ivan, Nat, Adriano e Larica. Saibam que sempre estão nos meus pensamentos e orações.

Ao meu orientador Prof. Cristian Faturi, meu chefe, amigo e churrasqueiro favorito, que me ensinou a pensar duas, três, quatro vezes quando for necessário. Será sempre meu chefe e foi um enorme prazer trabalhar ao seu lado. Saiba que me ensinou muito mais do que a academia pode ensinar, apresentando um senso de justiça inquestionável.

Aos meus amigos de Zalmoço, que tornavam os dias mais leves. Em especial a minha sempre chuchu (Prof. Erika Branco), pelo besteirol desenfreado. A Elane, pelo apoio nas análises histológicas, por ter aberto seu laboratório. Assim como o professor Washington Luiz, pelas análises histopatológicas realizadas com maestria.

*“O Caminho dos vencedores
é sempre traçado passo-a-passo
com muito esforço, suor e,
muitas vezes, com lágrimas.
Sabemos que a alegria da vitória
compensa qualquer sacrifício.
Somente pessoas corajosas,
constantes e decididas chegam ao fim.
A perseverança conquista a vitória.”*

RESUMO

Objetivou-se avaliar os efeitos de dietas contendo diferentes fontes lipídicas e a inclusão de emulsificante (lecitina de soja e polietileno glicol ricinoleato) para frangos de corte. No artigo I objetivou-se avaliar a influência de diferentes fontes lipídicas na metabolizabilidade de nutrientes e nos perfis séricos de frangos de corte, com a inclusão de emulsificante. Foram utilizados 336 pintos em um arranjo fatorial 4x2, com oito repetições, sendo quatro fontes lipídicas (óleo de soja, óleo de aves, óleo de peixe e sebo bovino) e dois tipos de inclusões (sem inclusão do produto e 0,5% de emulsificante). Procedeu-se os ensaios de metabolismo, pelo método da coleta total. Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância no SAS e as médias comparadas pelo teste de Tukey, à significância de $P < 0,05$. Não se observou diferença para o consumo de ração, coeficiente de metabolizabilidade da matéria seca e proteína bruta. O coeficiente de metabolizabilidade do extrato etéreo, foi menor nas dietas do sebo ($P < 0,001$). A fonte lipídica modificou a metabolizabilidade de dietas. O emulsificante, nos valores testados, não modificou a metabolizabilidade de ingredientes tão pouco os parâmetros séricos de HDL, LDL, colesterol e triacilglicerol. Para o artigo II objetivou-se testar a inclusão de emulsificante pode alterar os parâmetros de desempenho, metabolizabilidade, composição da carcaça e viabilidade econômica para frangos de corte com dietas contendo óleo de aves e sebo bovino. As dietas com óleo de aves (OA) ou sebo bovino (SB), em tratamentos denominados controle (CON), outras dietas com redução de 200 kcal/kg de energia metabolizável (RED) e dietas com redução de EM e inclusão de 0,1% de emulsificante (EMUL). As aves com óleo de aves tiveram melhor desempenho no peso médio e no consumo de ração, resultando na redução na quantidade de proteína bruta na carcaça de 58,3% para 56,1%, nas dietas com SB e OA, respectivamente. Os resultados indicaram que o emulsificante reduziu a metabolizabilidade de extrato etéreo, mas aumentou a EMA na dieta com sebo bovino em 200kcal/kg. O emulsificante adicionado na forma proposta apenas aumentou os custos da dieta sem expressivo resultado no desempenho, metabolismo e composição corporal de frangos de corte.

Palavras Chaves: energia metabolizável, lecitina de soja, polietileno glicol ricinoleato

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the effects of diets containing different lipid source and the inclusion of an emulsifier (soy lecithin and polyethylene glycol ricinoleate) for broilers. Article I aimed to evaluate the influence of different fat sources in the metabolization of nutrients and serum broiler profiles, with the addition of emulsifier. 336 chicks were used in a 4x2 factorial arrangement, with eight replications and four lipid sources (soybean oil, Poultry Oil, Fish Oil and Tallow Beef) and 2 types of inclusions (not including the product and 5 g / kg emulsifier). Proceeded metabolic tests by the total collection method. The data were subjected to analysis of variance in SAS and the means were compared by Tukey test, the significance of $P < 0.05$. No difference was observed for feed intake, metabolization coefficient of dry matter and crude protein. The coefficient of metabolizable ether extract (CMEE) was lower in the diets of fat ($P < 0.001$). The lipid source modifies the metabolization of diets. The emulsifier, the tested values, does not modify the metabolization of ingredients and does not modify the HDL serum parameters, LDL, Cholesterol and Triacilglerol. For Article II aimed to test how the addition of emulsifier can alter the performance parameters, metabolization, carcass composition and economic viability for broiler diets with poultry oil and beef tallow. Diets with poultry oil (OA) or tallow (SB), in treatments to control (CON), other diets with reduction of 0.83 MJ / kg of metabolizable energy (RED) and diets with reduced MS and inclusion of 0, 1% inclusion of emulsifier (Emul). Diets with poultry oil performed better on average weight and feed intake, resulting in a reduction in the amount of crude protein in the carcass of 58.3% to 56.1% in diets with SB and OA respectively. The results indicated that the emulsifier reduced metabolization of ether extract, but increased the EMA in the diet with beef tallow in 0.93 MJ / kg. The emulsifier added in the form proposed only increased the cost of diet without significant result on performance, metabolism and body composition of broilers.

Keywords: soy lecithin, metabolizable energy, polyethyleneglycol ricinoleate

LISTA DE SIGLAS

ANOVA – Análise de Variância

CR – Consumo de Ração

EB – Energia Bruta

EMA – Energia Metabolizável Aparente

EMAN – Energia Metabolizável Aparente Corrigida para o Balanço de Nitrogênio

GPD – Ganho de Peso Diário

HDL – Lipoproteína de Alta Densidade

IC – Índice de Custo

IDL – Lipoproteína de Densidade Intermediária

IEE – Índice de Eficiência Econômica

LDL – Lipoproteína de Baixa Densidade

MS – Matéria Seca

OA – Óleo de Aves

SB – Sebo Bovino

SEM – Erro Padrão da Média

TAG – Triacilglicerol

VLDL – Lipoproteína de Muito Baixa Densidade

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 Dietas experimentais e composição nutricional calculada.....	28
Tabela 2 Consumo de ração (CR), 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 (EMAn) em dietas para frangos de corte com diferentes fontes lipídicas com ou sem inclusão de emulsificante.	31
Tabela 3 Concentrações séricas de Colesterol Total, Lipoproteína de Alta Densidade (HDL), Lipoproteína de Baixa Densidade (LDL), Lipoproteína de muito baixa densidade (VLDL), Triacilglicerol de frangos de corte alimentados com dietas com diferentes fontes lipídicas com ou sem inclusão de emulsificante.	33
Tabela 4 Dietas experimentais e composição calculada para a fase Inicial (1-21 dias), de frangos alimentadas com óleo de aves (OA) e sebo bovino (SB), sob dietas controle (CON), com redução de energia da ração (RED) e redução de energia com inclusão de emulsificante (EMUL).	40
Tabela 5 Dietas experimentais e composição calculada para a fase crescimento (22-35 dias), de frangos alimentados com óleo de aves (OA) e sebo bovino (SB), sob dietas controle (CON), com redução de energia da ração (RED) e redução de energia com inclusão de emulsificante (EMUL).	41
Tabela 6 Dietas experimentais e composição calculada para a fase final (36-42 dias), de frangos alimentados com óleo de aves (OA) e sebo bovino (SB), sob dietas controle (CON), com redução de energia da ração (RED) e redução de energia com inclusão de emulsificante (EMUL).	41
Tabela 7 Metabolizabilidade de matéria seca(CMMS), proteína bruta (CMPB), extrato etéreo (CMEE), energia metabolizável aparente (EMA) e energia metabolizável aparente corrigida para o balanço de nitrogênio (EMAN) de frangos alimentados com óleo de aves (OA) e sebo bovino (SB), sob dietas controle (CON), com redução de energia da ração (RED) e redução de energia com inclusão de emulsificante (EMUL).	44
Tabela 8 Peso médio, ganho de peso diário, consumo de ração e conversão alimentar de frangos alimentados com óleo de aves (OA) e sebo bovino (SB), sob dietas controle (CON), com redução de energia da ração (RED) e redução de energia com inclusão de emulsificante (EMUL).	46
Tabela 9 Rendimento de carcaça (RC), composição corporal de matéria seca (MS) proteína bruta (PB) e extrato etéreo (EE), deposição diária de proteína (DDP), deposição diária de gordura (DDG) e gordura abdominal (GA) de frangos alimentados com óleo de aves (OA) e sebo bovino (SB), sob dietas controle (CON), com redução de energia da ração (RED) e redução de energia com inclusão de emulsificante (EMUL).	47
Tabela 10 Custo em ração (CR), renda bruta média (RMB), ponto de equilíbrio (PE), índice de custo (IC), índice de eficiência econômica (IEE) de frangos alimentados com óleo de aves (OA) e sebo bovino (SB), sob dietas controle (CON), com redução de energia da ração (RED) e redução de energia com inclusão de emulsificante (EMUL).	48
Tabela 11 Dietas experimentais e composição calculada para a fase Inicial (1-21 dias), de frangos alimentados com óleo de aves (OA) e sebo bovino (SB), sob dietas controle (CON), com redução de energia da ração (RED) e redução de energia com inclusão de emulsificante (EMUL).	57

Tabela 12 Dietas experimentais e composição calculada para a fase crescimento (22-35 dias), de frangos alimentados com óleo de aves (OA) e sebo bovino (SB), sob dietas controle (CON), com redução de energia da ração (RED) e redução de energia com inclusão de emulsificante (EMUL).	57
Tabela 13 Dietas experimentais e composição calculada para a fase final (36-42 dias), de frangos alimentados com óleo de aves (OA) e sebo bovino (SB), sob dietas controle (CON), com redução de energia da ração (RED) e redução de energia com inclusão de emulsificante (EMUL).	58
Tabela 14 Parâmetros séricos de colesterol total, lipoproteínas de alta densidade (HDL), lipoproteínas de baixa densidade (LDL), lipoproteína de baixíssima densidade (VLDL) e triacilglicerol em aves aos 21 dias de frangos alimentados com óleo de aves (OA) e sebo bovino (SB), sob dietas controle (CON), com redução de energia da ração (RED) e redução de energia com inclusão de emulsificante (EMUL).	60
Tabela 15 Parâmetros séricos de colesterol, lipoproteínas de baixa densidade (LDL), lipoproteínas de alta densidade (HDL), lipoproteína de baixíssima densidade (VLDL) e triacilglicerol em aves aos 35 dias de frangos alimentados com óleo de aves (OA) e sebo bovino (SB), sob dietas controle (CON), com redução de energia da ração (RED) e redução de energia com inclusão de emulsificante (EMUL).	61
Tabela 16 Parâmetros séricos de colesterol, lipoproteínas de baixa densidade (LDL), lipoproteínas de alta densidade (HDL), lipoproteína de baixíssima densidade (VLDL) e triacilglicerol em aves aos 42 dias de frangos alimentados com óleo de aves (OA) e sebo bovino (SB), sob dietas controle (CON), com redução de energia da ração (RED) e redução de energia com inclusão de emulsificante (EMUL).	62
Tabela 17 Peso relativo Coração (COR), Proventrículo (PRO), Moela (MOE), Intestino (INT), Pâncreas (PAN, Fígado (FIG), Baço (BAÇ), gordura no fígado (GF) e deposição de gordura no fígado (DGF) de frangos alimentados com óleo de aves (OA) e sebo bovino (SB), sob dietas controle (CON), com redução de energia da ração (RED) e redução de energia com inclusão de emulsificante (EMUL).	63
Tabela 18 Ocorrências de alterações histopatológicas de frangos alimentados com óleo de aves (OA) e sebo bovino (SB), sob dietas controle (CON), com redução de energia da ração (RED) e redução de energia com inclusão de emulsificante (EMUL).	64

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	3
2. OBJETIVOS.....	5
2.1. OBJETIVOS GERAIS.....	5
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	5
3. REVISÃO DE LITERATURA	6
3.1. LIPÍDEOS NA ALIMENTAÇÃO DE FRANGOS DE CORTE.....	6
3.1.1. Os lipídeos.....	6
3.1.2. Digestão e absorção de lipídeos	7
3.1.3. Metabolismo Lipídico.....	9
3.2. DIFERENTES FONTES LIPÍDICAS NA ALIMENTAÇÃO DE FRANGOS DE CORTE	10
3.2.1. Óleo de Soja.....	12
3.2.2. Óleo de aves	12
3.2.3. Óleo de peixe	13
3.2.4. Sebo Bovino	14
3.3. USO DE EMULSIFICANTES NA AVICULTURA.....	15
3.3.1. Lecitina de Soja.....	16
3.3.2. Polietileno Glicol Ricinoleato.....	17
3.4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	19
4. ARTIGO I - DIETAS PARA FRANGOS DE CORTE COM DIFERENTES FONTES LIPÍDICAS COM INCLUSÃO DE EMULSIFICANTE (LECITINA DE SOJA E POLIETILENO GLICOL RICINOLEATO).....	26
RESUMO:.....	26
INTRODUÇÃO.....	26
MATERIAL E MÉTODOS	27
Metabolizabilidade.....	28
Análises de Sangue	29
Análises Estatísticas	30
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	30
CONCLUSÃO	34
AGRADECIMENTOS.....	34
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	35
5. ARTIGO II - EFEITO DA REDUÇÃO DE ENERGIA DIETÉTICA E INCLUSÃO DE EMULSIFICANTE EM DIETAS PARA FRANGOS DE CORTE.....	38
RESUMO	38
INTRODUÇÃO.....	39
MATERIAL E MÉTODOS	39
Dietas Experimentais	40
Experimento I – Consumo e Digestibilidade????.....	42
Experimento II – Desempenho???	42

Viabilidade Econômica.....	43
Análise Estatística	43
RESULTADOS E DISCUSSÃO	44
AGRADECIMENTOS.....	49
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	50
6. ARTIGO III- PARÂMETROS SÉRICOS, PESO DOS ÓRGÃOS INTERNOS E HISTOPATOLOGIA DE FRANGOS DE CORTE RECEBENDO DIETAS COM EMULSIFICANTE	54
RESUMO	54
INTRODUÇÃO.....	55
MATERIAL E MÉTODOS	56
Animais e dietas experimentais.....	56
Parâmetros Séricos.....	58
Avaliação dos Órgão Internos	58
Avaliação histopatológica.....	59
Análise Estatística	59
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	60
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	66
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS E IMPLICAÇÕES	69
ANEXO I.....	70
ANEXO II	74

1. INTRODUÇÃO

A inclusão de óleos vegetais e gorduras foi inevitável para a avicultura de corte moderna, tendo em vista a melhoria nas características físicas da ração e pelo significativo potencial energético com baixo incremento calórico que essa inclusão pode trazer. Existem diversas fontes desses lipídeos disponíveis, sejam de origem animal ou vegetal e a escolha pode estar ligada à disponibilidade regional, custos ou ainda à capacidade de processamento, como no caso das gorduras que são sólidas à temperatura ambiente.

Frangos de corte apresentam limites fisiológicos para a digestão e absorção de lipídeos, contudo existem lacunas em que é possível visualizar algumas possibilidades de superá-las. Esses ingredientes (óleos e gorduras), são desafiadores para aves na fase inicial do crescimento, quando elas ainda possuem baixa produção de enzimas para sua digestão, dificultando a absorção dessa fração da dieta, e como consequência prejudicam a digestão dos demais componentes, como proteína e carboidrato (Tancharoenrat *et al.*, 2013). Nesse sentido, o uso de produtos para favorecer a emulsificação de lipídeos das dietas animais se baseia no aumento da superfície ativa para a ação da lipase, facilitando a hidrólise das moléculas de triglicerídios em ácidos graxos e monoglicerídios, além de favorecer a formação de micelas de produtos da lipólise, potencializando a absorção.

Ainda assim, para o uso dessas diversas fontes de óleos e gorduras a disponibilidade regional dos produtos é um ponto crucial. A produção de óleos de sementes oleaginosas parece já estar bem estabelecida, principalmente por estar atrelada à cadeia do biodiesel (óleo de palma) ou mesmo ao consumo humano (soja). Contudo, uma parcela significativa de óleos e gorduras destinados à produção animal provém do processamento secundário de produtos de origem animal, como o sebo bovino, o óleo de peixe e o óleo de aves os quais estão presentes em grandes quantidades no mercado paraense. A necessidade de maior valorização dos produtos regionais, associado ao emprego de emulsificantes ainda é pouco estudado.

Rotineiramente novos produtos surgem no mercado, e conseguem de forma pontual aumentar o desempenho dos animais, sem esclarecer os mecanismos de ação e seus potenciais de uso, limitando assim formuladores e

nutricionistas quanto a seu uso. Assim ao longo desse trabalho pretende-se elucidar o uso potencial de um composto de lecitina de soja e polietileno glicol ricinoleato na alimentação de frangos de corte, bem como a utilização de diferentes fontes lipídicas.

O primeiro tópico tem como objetivo fazer uma breve revisão dos mecanismos de ação conhecidos dos emulsificantes, além de proporcionar ao leitor embasamento sobre aspectos como a digestão e absorção de gorduras em aves e ainda mostrar as principais fontes de lipídeos presentes na indústria avícola paraense.

Para o artigo I foi proposto averiguar o efeito do emulsificante testado sob diferentes fontes lipídicas encontradas na Região Norte (óleo de soja, óleo de aves, óleo de peixe e sebo bovino), especificamente sobre a metabolizabilidade dos nutrientes e os impactos destes sobre o perfil do lipidograma sérico de aves de corte.

Para o artigo II propôs-se avaliar os efeitos da redução dos níveis de energia nas rações e como o emulsificante modifica os parâmetros determinados. Foram estudados o desempenho zootécnico, metabolizabilidade, rendimento de carcaça, composição corporal das aves e ainda a viabilidade econômica de uso do emulsificante, com sebo bovino e óleo de aves.

O artigo III, abordará os efeitos das dietas avaliadas sobre os parâmetros séricos, peso dos órgãos e parâmetros histopatológico das aves. O capítulo final visa principalmente responder as implicações práticas desse estudo e possíveis vislumbres de pesquisas futuras sobre a temática abordada.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVOS GERAIS

Avaliar os efeitos de dietas contendo diferentes fontes lipídicas e da inclusão de um emulsificante (lecitina de soja e polietileno glicol ricinoleato) para frangos de corte.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar o uso do emulsificante sobre a metabolizabilidade de nutrientes e modificações em parâmetros séricos de frangos de corte alimentados com diferentes fontes lipídicas;
- Avaliar o efeito do óleo de aves e do sebo bovino em dietas com redução de energia metabolizável e a influência do emulsificante sobre o desempenho, a metabolizabilidade de nutrientes e a viabilidade econômica de sua utilização para frangos de corte.
- Avaliar o efeito do óleo de aves e do sebo bovino em dietas com redução de energia metabolizável e a influência do emulsificante sobre os parâmetros do lipidograma sérico, peso de órgãos achados histopatológicos para frangos de corte.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1. LIPÍDEOS NA ALIMENTAÇÃO DE FRANGOS DE CORTE

3.1.1. Os lipídeos

São por definição um grupo de compostos quimicamente heterogêneos de substâncias solúveis em solventes orgânicos apolares, como éter e clorofórmio, e em meio aquoso tendem a coalescer (Baião e Lara, 2005; Silva *et al.*, 2014).

As funções biológicas dos lipídeos são tão diversas quanto sua composição química. Em muitos organismos, gorduras e óleos são as principais formas de armazenamento de energia. Fosfolipídios e esteróis são os principais elementos estruturais de membranas biológicas. Outros lipídeos, mesmo quando presentes em quantidades relativamente pequenas, têm papéis cruciais como cofatores enzimáticos, transportadores de elétrons, pigmentos que absorvem radiações luminosas, âncoras hidrofóbicas, agentes emulsificantes, hormônios e mensageiros intracelulares (Lehninger, Nelson e Cox, 2009).

Nos vegetais os lipídeos se apresentam de duas formas principais: armazenamento ou estruturais. Os estruturais encontram-se como componentes de superfície das plantas, na forma de ceras, e têm função de proteção. Podem se apresentar na forma de glicolipídios e glicofosfolipídios presentes na membrana plasmática, retículo endoplasmático e mitocôndria. Os lipídeos de armazenamento ocorrem em frutos e sementes, predominantemente como triacilglicerol. Igualmente nos animais, são utilizados na forma de armazenamento de energia, como gordura, constituindo cerca de 97% do tecido adiposo (McDonald *et al.*, 2011).

Os triacilgliceróis são ésteres que têm em sua estrutura uma molécula de glicerol com três moléculas de ácidos graxos, também descritos como triglicerídeos. São denominados de “gordura” quando se apresentam no estado sólido à temperatura ambiente, ou de “óleo” quando líquidos à temperatura ambiente. Suas propriedades físicas estão ligadas à distribuição de ácidos graxos que estão presentes na estrutura do éster (Tancharoenrat, 2012; Tisch, 2006).

Gorduras e óleos são rotineiramente adicionados à dieta de aves como fonte de energia mais eficiente, podendo contribuir com até 20% da energia das dietas, e assim têm sido escolhidos por nutricionistas para compor a matriz nutricional de forma flutuante de acordo com a idade das aves (Leeson e Summers, 2009).

3.1.2. Digestão e absorção de lipídeos

Nos frangos de corte uma característica importante da digestão de lipídeos é a ação proteolítica do proventrículo, pois libera os lipídeos da matriz alimentar possibilitando, com auxílio da acidez e motilidade gástrica, a formação de uma grande emulsão onde ficam dispersos (Silva *et al.*, 2014). Ao chegar à moela, a digestão continua com a redução do tamanho das partículas e a mistura vigorosa dos movimentos desse órgão. O refluxo inverso, que é o retorno do material do duodeno para a moela, parece contribuir significativamente na digestão dos lipídeos. Por meio deste mecanismo, as aves conseguem compensar o pequeno intestino e por isso o tempo de retenção do alimento é aumentado proporcionando maior tempo de digestão. A presença de sais biliares e monoglicerídeos, provenientes do duodeno, possibilita que no refluxo a emulsão de gordura seja iniciada na moela (Ravindran *et al.*, 2016).

Após a passagem pela moela, os alimentos seguem pela alça duodenal onde recebem suco pancreático e bile (Campbell, Kenealy e Campbell, 2009). Em razão da pouca solubilidade em meio aquoso, os lipídeos se agregam em grandes complexos dificultando a hidrólise enzimática e a absorção intestinal. Esses obstáculos são contornados pelo emprego de agentes emulsificantes que aumentam a interface lipídeo-água permitindo a ação das enzimas intestinais hidrossolúveis, também conhecida como a “solubilização” dos produtos de hidrólise (Motta, 2006).

No fígado os hepatócitos são responsáveis pela formação da bile. A bile é uma solução salina de cor amarelo-esverdeada que consiste principalmente de sais biliares, colesterol, fosfolípidios (lecitina) e pigmentos biliares (bilirrubina) (Frandsen, Wilke e Fails, 2013). Em aves os sais biliares são sintetizados pelo fígado com auxílio do aminoácido taurina – isso diminui a toxicidade celular destes sais. Os sais biliares são os responsáveis pela emulsificação de gotículas lipídicas, que são subdivididas a porções cada vez menores (Drackley, 2000).

O pâncreas libera, além de outras enzimas, as lipases que atuam sobre os lipídeos, catalisando algumas reações químicas, transformando os lipídeos em ácidos graxos e glicerol. A redução é necessária para que as aves consigam absorver essas moléculas normalmente na forma de monoacilglicerol, ácidos graxos livres, fosfolipídios. Dentro do enterócito ocorre a reestruturação dos lipídeos e dentro das células da mucosa intestinal são formadas as lipoproteínas (Hermier, 1997; McDonald *et al.*, 2011; Mersmann, 2005).

O jejuno é o local onde predominantemente os lipídeos são digeridos em frangos de corte, e essa digestão continua até a fração do íleo superior (Tancharoenrat *et al.*, 2014). A digestão além do íleo parece ser pouco estudada, principalmente porque a absorção de gordura é insignificante no intestino grosso de aves (Renner, 1965).

Como o sistema linfático intestinal é pouco desenvolvido nas aves, as lipoproteínas transitam diretamente para o sistema porta hepático, por isso são denominadas portomícrons (Bensadoun e Rothfeld, 1972). Estes apesar de serem semelhantes aos quilomícrons dos mamíferos, utilizam modos de transporte diferentes. Os portomícrons entram nos vasos sanguíneos intestinais por meio de vesículas intracitoplasmáticas endoteliais, enquanto os quilomícrons entram nos vasos linfáticos intestinais através de aberturas entre as células endoteliais (Fraser *et al.*, 1986).

Em aves as lipoproteínas intestinais sintetizadas são classificadas como lipoproteína de muito baixa densidade (VLDL). Um fator importante a ser considerado na digestão de lipídeos está relacionado com a composição de ácidos graxos dietéticos. A digestibilidade intestinal de ácidos graxos é diminuída conforme aumenta o comprimento da cadeia e o aumento da insaturação (Drackley, 2000).

Outro fator a ser considerado no estudo da digestão de lipídeos é a fase de desenvolvimento das aves, por ter influência direta sobre a forma como os nutrientes são aproveitados. O baixo desenvolvimento pancreático, que limita a liberação de lipase pancreática, conseqüentemente diminui a absorção das gorduras e óleos, modificando assim o aproveitamento adequado da energia dos alimentos (Sakomura, *et al.*, 2004).

3.1.3. Metabolismo Lipídico

A forma apolar dos triacilgliceróis não permite sua distribuição a partir do intestino para outros órgãos do corpo, requerendo formas de transporte mais estáveis em ambientes aquosos. Para fazê-lo, esses lipídeos apolares (triacilglicerol, ésteres de colesterol, de vitaminas solúveis em gordura) são agregados a compostos anfipáticos, tais como o colesterol livre, fosfolipídeos e proteínas específicas denominadas apoproteínas (Hussain *et al.*, 1996). Por sua vez, os ácidos graxos com menos de 14 átomos de carbono não são esterificados ativamente por enzimas intestinais, e em vez disso são absorvidos diretamente na veia portal como ácidos graxos livres (Drackley, 2000).

Depois da chegada dos portomícrons ao fígado, uma nova lipogênese ocorre, com a biossíntese de ácidos graxos. À medida que a hidrólise das lipoproteínas progride, apoproteínas também são perdidas e as lipoproteínas diminuem de tamanho, mas aumentam em densidade. As lipoproteínas de alta densidade são parcialmente metabolizadas (Buyse e Decuypere, 2014).

Dos vários tipos de lipídios produzidos no fígado de aves, o mais importante é a lipoproteína de muito baixa densidade (VLDL) porque se constitui na principal fonte de ácidos graxos a partir da qual os adipócitos podem produzir e depositar os seus próprios lipídios. Embora a gordura possa ser depositada em várias partes do corpo animal, é armazenada principalmente no tecido conjuntivo intramuscular, na cavidade abdominal, e tecido conjuntivo subcutâneo (Meurant, 2012).

A relação positiva entre a VLDL transportada pelo plasma e a adiposidade corporal em frangos sugere que tal situação depende da disponibilidade do substrato lipídico para a captação pelo adipócito. Assim sendo, as elevadas concentrações plasmáticas de lipoproteínas em aves obesas não resultam de um ritmo lento de captação pelo adipócito, mas de um aumento na sua síntese e secreção pelo fígado (Griffin, Windsor e Whitehead, 2007).

As VLDL transportam triacilgliceróis do fígado para os tecidos periféricos. As LDL e IDL são sintetizadas no plasma por ação da lipoproteína-lipase, uma lipase do soro sanguíneo. Conforme as VLDL vão depositando seus triacilgliceróis nas células, acontece um aumento da densidade por liberação dos ácidos graxos. Os ácidos graxos entram na célula e são reesterificados sendo depositados nas reservas ou utilizados nos processos metabólicos. O glicerol do

triglicerídeo que estava na lipoproteína não entra na célula e volta para o fígado onde é metabolizado.

A fração da lipoproteína que está diretamente relacionada com a quantidade de gordura armazenada no organismo é o triacilglicerol. O TAG é o lipídio predominante nos portomícrons e na VLDL (88 e 56% da molécula, respectivamente), enquanto que o colesterol e fosfolipídios são predominantes nas lipoproteínas de baixa (LDL) e alta densidade (HDL), (48 e 46%, respectivamente).

3.2. DIFERENTES FONTES LIPÍDICAS NA ALIMENTAÇÃO DE FRANGOS DE CORTE

Na escolha das fontes de óleo ou gorduras das dietas de frangos, alguns aspectos relevantes devem ser considerados, entre eles o custo, a qualidade e os seus efeitos sobre o desenvolvimento e a qualidade da carcaça de frangos de corte (Zollitsch *et al.*, 1997). Segundo Braga e Baião (2001) a suplementação com óleos vegetais e animais em rações para frangos de corte é um procedimento padrão da indústria avícola e visa melhorar o consumo, a densidade energética das rações, a diminuição da taxa de passagem do alimento no trato gastrointestinal, a diminuição do incremento calórico, bem como a diminuição do estresse por calor pelo aumento no consumo de ração.

Das *et al.*(2014) analisaram os efeitos da inclusão de óleos na dieta de frango de corte sobre o desempenho zootécnico das aves, e não observaram mudanças no desempenho nas duas primeiras semanas de idade. Entretanto para as aves na fase final de produção (42 dias de idade) a suplementação de óleo (soja, palma ou peixe) aumentou o ganho de peso e o consumo de ração, em comparação com frangos alimentados sem óleo adicionado.

As dietas também podem influenciar na deposição de gordura abdominal e na composição de ácidos graxos das aves, através da mudança no perfil de ácidos graxos dos alimentos ou pela quantidade de gordura ou óleo incluída na formulação. Postula-se que a ingestão de teores elevados de ácidos graxos poli-insaturados diminui a deposição de gordura abdominal. Para Crespo e Esteve-Garcia (2003), essas alterações no depósito de gordura podem estar relacionadas com diferentes taxas de síntese de lipídeos ou oxidação lipídica.

A inclusão de ácidos graxos poli-insaturados reduz a gordura abdominal (Villaverde *et al.*, 2005) e aumenta a deposição desses ácidos graxos na carne das aves (Villaverde *et al.*, 2006). Segundo Wongsuthavas *et al.* (2008), o número de células de gordura presente no músculo do peito depende do tipo de gordura e da quantidade incluída na dieta. Isso acontece de forma mais eficiente quando há a presença de ácidos graxos monoinsaturados nas formulações de ração.

Esses efeitos dietéticos sobre a composição de ácidos graxos da carne podem ser utilizados para formular rações com ácidos graxos de melhor valor nutricional produzindo, dessa forma, os alimentos funcionais que trazem outros benefícios aos consumidores (Bavelaar e Beynen, 2003; Lara *et al.*, 2006).

As concentrações plasmáticas de lipoproteínas e triacilgliceróis são igualmente influenciadas pelo tipo de gordura adicionada às dietas. Para Viveros *et al.* (2009) a concentração de VLDL foi altamente correlacionada com os níveis de gordura abdominal e é um bom indicador da deposição de gordura nas aves. Ainda segundo esses autores, a maior concentração de ácido graxo monoinsaturado (oleico) na dieta, diminui a concentração de VLDL no sangue. Outros estudos também indicaram modificação nos teores de lipoproteínas de frangos de corte dependendo da fonte de lipídeos utilizada (Crespo e Esteve-Garcia, 2003; Wongsuthavas *et al.*, 2007).

Existem diversas fontes de gordura e óleo utilizadas e as escolhas estão relacionadas aos fatores supracitados. As gorduras e óleos de origem animal são obtidos pelo processamento de tecidos animais, que são transformados pelo processamento industrial (graxaria) envolvendo as variáveis tempo, pressão e temperatura. Não existe uma classificação das gorduras animais no Brasil, apenas são caracterizadas pela espécie da qual provêm, chamando-se de óleo de peixe, óleo de aves, sebo bovino e banha suína, os quais são obtidos em frigoríficos (Bellaver e Zanotto, 2004).

Pelo potencial de produção de oleaginosas no Brasil, elas se tornaram importantes fontes de óleo para a alimentação animal. Entre os principais tipos de óleos vegetais existentes para nutrição animal estão o óleo de soja, milho, girassol, algodão, canola, palma e os coprodutos da indústria de refino dos mesmos, como gomas (lecitinas), borra acidulada e destilado de desodorização (Abdalla *et al.*, 2008).

A avicultura paraense já utiliza de forma convencional o óleo de soja nas dietas, principalmente nas integradoras que utilizam grandes volumes do produto e têm padrões de qualidade mais exigentes. Por outro lado, vislumbra-se o grande potencial de produtos de graxaria, como o sebo bovino, óleo de aves e o óleo de peixe, em especial pelo fato da região possuir abatedouros tanto de bovinos e aves e entrepostos de processamento de pescado. Assim, algumas dessas fontes são melhores descritas a seguir:

3.2.1. Óleo de Soja

O óleo de soja é obtido pela prensagem mecânica e/ou extração por solvente dos grãos de soja, isentos de misturas de outros óleos, gorduras ou outras matérias estranhas ao produto (Marzullo, 2007). O óleo de soja pode ser classificado em três etapas: bruto ou cru, degomado ou purificado e refinado. O óleo bruto ou cru é extraído por esmagamento mecânico do grão de soja. Este óleo torna-se purificado ou degomado após a extração da lecitina (fosfolipídeos) e refinado após ser neutralizado, clarificado e desodorizado. O óleo de soja tem 99,6% de gordura com coeficiente de metabolizabilidade aparente para aves de 95% e energia metabolizável aparente de 9.200 kcal/kg (Rostagno *et al.*, 2011).

Na forma refinada o óleo de soja apresenta em sua composição maiores valores para ácidos polinsaturados, de 45,19% a 55,97%, com porcentagens de ácido linolênico variando entre 2,17% e 4,99%, concentração intermediária em ácido graxo oléico (C18:1n-9), 21,3% \pm 0,08 e baixa concentração em ácido linolênico, 4,79% \pm 0,01 (Lopes *et al.*, 2004; Sanibal e Mancini Filho, 2004).

3.2.2. Óleo de aves

Para Lara *et al.* (2005), o óleo de vísceras de aves é uma interessante fonte de lipídeos para substituir o óleo de soja na alimentação de frangos de corte. O óleo de aves ou óleo de vísceras é resultante do tratamento que se dá aos coprodutos de abatedouros de aves na graxaria. As vísceras, que são em geral toda parte do frango que não será comercializada, e também aves que tiveram condenações de carcaças por vários motivos, são colocadas em um digestor que fará um cozimento e eliminará a umidade (Chiba, 2005; Fascina, 2007).

Segundo Baião e Lara (2005) o rendimento do produto varia de 1,3-1,6% do peso vivo da ave e depende do nível e fonte de energia utilizadas na ração, sexo do animal, idade e peso ao abate. Porcentagens mais elevadas de gordura são obtidas com níveis mais elevados de energia na dieta, quando aves mais velhas são abatidas, pois o peso corporal destes é maior. Além disso, as fêmeas produzem mais gordura do que os machos, independente do nível de energia da dieta e idade de abate.

Assim a indústria avícola tem utilizado em larga escala subprodutos de abatedouros adicionados às rações, como o óleo de vísceras de aves, que tem como principal vantagem o baixo custo e o alto conteúdo energético. No entanto, o perfil de ácidos graxos deste óleo favorece o desenvolvimento da rancidez oxidativa devido à grande quantidade de ácidos graxos insaturados, principalmente os ácidos oléico (C18:1) e linoleico (C18:2) representando juntos 69,50% do total de gordura deste óleo (Centenaro, Furlan e Souza-Soares, 2008). Os ácidos graxos insaturados são facilmente oxidados, em virtude da presença de duplas ligações nas cadeias de carbono de sua estrutura química (Robey e Shermer, 1994), desta forma podendo comprometer a sua utilização na indústria avícola.

3.2.3. Óleo de peixe

Há um constante interesse no uso de óleo de peixe em dietas para humanos e animais, uma vez que a sua composição diferenciada de ácidos graxos de cadeia longa é considerada benéfica para a saúde humana. Conquanto níveis moderados de óleos de peixe para frangos de corte tem demonstrado um aumento no teor em ácido eicosapentaenóico na carne. Ainda, quando os níveis nutricionais são superiores a 1%, relata-se distinto odor de peixe presente nas carnes e ovos, que é principalmente devido à contribuição dos ácidos graxos ômega-3 (Leeson e Summers, 2009).

O método convencional para a obtenção industrial de óleo envolve as etapas de cozimento, prensagem e/ou filtração e centrifugação do material. O cozimento da massa é essencial para a liberação da água e do óleo do material durante o tratamento com altas pressões e para evitar a deterioração microbiana do peixe. A prensagem tem a finalidade de remover a porção líquida do material, a qual é submetida à filtração seguida de centrifugação, dando origem a duas

porções: à porção líquida e à porção sólida. A porção líquida, recuperada na centrifugação é conhecida como licor de prensagem, composta de sólidos solúveis e óleo bruto. A porção sólida, conhecida como torta de prensagem, é composta de sólidos úmidos (Feltes *et al.*, 2010).

Considera-se que os peixes de água doce têm maior capacidade que os peixes marinhos para alongar e dessaturar os ácidos graxos curtos sintetizados por algas ou plantas (para formar ácido eicosapentaenóico e docosahexaenóico). Esta característica poderia constituir um fator adaptativo, originado pela disponibilidade de fontes de AGAI que no meio marinho seria superior que nos ambientes de água doce (Segura, 2012). São ricos em ácido docosapentaenóico (C22:5) e docosahexaenóico (DHA), mas os teores são variáveis de acordo com a espécie de peixe (Saldanha e Gonzales, 2012).

3.2.4. Sebo Bovino

O Sebo bovino, rico em ácidos graxos saturados, deve ser processado em no máximo 24 horas a partir do abate. Na recepção todos os resíduos animais são triturados em partículas de cinco centímetros e seguem para equipamentos de cozimento (Fascina, 2007).

Vários estudos comprovam o potencial de uso do sebo bovino na alimentação de aves. Para Duarte *et al.* (2010), o sebo pode ser utilizado, para frangos de corte sem afetar o desempenho produtivo, o rendimento e a composição da carcaça dessas aves. Já os dados de Azman *et al.* (2005), mesmo não tendo encontrado efeito sobre o peso médio dos animais, relatam aumentos significativos no consumo de ração para dietas com sebo bovino, com uma piora na conversão alimentar.

Poorghasemi *et al.* (2013) afirmaram que o sebo tem potencial de uso ao ser combinado com óleo de girassol ou canola, promovendo o aumento no rendimento de carne e maior rendimento no peito e coxa das aves alimentadas. Além disso, esses autores sugerem que a suplementação com uma combinação de fontes vegetais e gorduras animais na dieta de frangos de corte mantém os parâmetros de desempenho e de carcaça das aves. O estudo citado não levou em consideração os custos dessas dietas, principalmente porque os óleos vegetais testados têm alto valor agregado, uma vez que a produção se destina principalmente à alimentação humana.

3.3. USO DE EMULSIFICANTES NA AVICULTURA

Os emulsificantes são substâncias capazes de acelerar ou estabilizar emulsões que possuem duas partes: uma parte hidrofílica e outra hidrofóbica. Ambas são separadas, mas fazem parte da mesma molécula (Zogbi e Benejam, 2010). Assim, visando otimizar o uso dessas gorduras e óleos na dieta de frangos de corte, vários pesquisadores se dedicaram a estudar formas de melhorar a metabolizabilidade desses ingredientes.

Utilizadas como base para uma grande variedade de reações, os emulsificantes têm ocorrência natural, podendo também serem produzidos industrialmente para fim alimentar, farmacêutico, cosmético ou agroquímico (Kamba, Itodo e Ogah, 2013). As emulsões são sistemas de dispersão de líquidos, não imiscíveis, divididas em duas fases: uma dispersa (gotículas) e uma fase contínua (meio onde a emulsão é feita). Podem ser divididas em três classes: óleo-em-água (O/A), água-em-óleo (A/O), e óleo-em-óleo (O/O) (Tadros, 2013). São utilizadas como melhoradoras da metabolizabilidade das fontes lipídicas utilizadas para frangos nas primeiras semanas de vida, resultando na melhora dos índices de desempenho zootécnico (Schneider, 2012).

Alzawqari *et al.* (2011), em experimento conduzido para estudar os efeitos de diferentes níveis dietéticos de bile bovina desidratada, relataram um aumento da digestibilidade da gordura em frangos. Os resultados desse estudo indicaram que a bile de bovino desidratada pode ser utilizada como um aditivo não-nutriente natural para melhorar o desempenho e digestibilidade do sebo bovino para frangos de corte, pelo menos, através da estimulação da maturação morfológica do trato gastrointestinal, pois os ácidos biliares controlam endotoxinas bacterianas, com um potencial assim para aves mais jovens. Para esses produtos sabe-se que o processo de emulsificação depende da natureza das gorduras, sendo determinadas principalmente pelo comprimento da cadeia, a posição dos ácidos graxos nos triacilgliceróis e a saturação de gordura (Gu e Li, 2003).

A suplementação com emulsificantes exógenos como a bile bovina desidratada, apesar de ser possível, ainda não é economicamente viável; contudo já existem emulsificantes com menor custo de produção e um número

grande de produtos comerciais disponíveis (Tancharoenrat, 2012). Os fosfolipídios são emulsificantes naturais, compostos por ácidos graxos e uma molécula de ácido fosfórico, que podem também estar conjugados com uma molécula de glicerol (glicofosfolipídeo) (Pokorný e Gunstone, 2006). A lecitina de soja é uma fonte natural desse emulsificante, sendo um resíduo do processamento do óleo de soja, a qual após refino e purificação, tem potencial para ser utilizada em dietas para animais.

3.3.1. Lecitina de Soja

A lecitina é um importante emulsificante natural composto por uma mistura de fosfolipídios. A lecitina de soja constitui 1,5% a 3,0% do óleo bruto e é separada por hidratação e centrifugação do óleo (Bellaver, Jr. e Snizek Jr, 1999). Apresenta uma fraca propriedade de emulsão e para proporcionar emulsões mais estáveis deve ser misturada com outros emulsificantes. Dentre seus componentes a fosfatidilcolina estabiliza a emulsão óleo/água e a fosfatidiletanolamina e o fosfatidilinositol estabilizam emulsão água/óleo (Araújo, 2011).

Jin et al. (1998) relataram que a adição de lecitina ao sebo bovino em dietas para leitões aumentou a digestibilidade da matéria seca, extrato etéreo e proteína bruta. A lecitina de soja também é muito popular por seus possíveis benefícios na redução dos níveis de colesterol no sangue (Ipatova et al., 2004; Spilburg et al., 2003). Ela foi testada por Hu *et al.* (2012) com dietas em níveis de energia metabolizável para frangos de 1 a 21 dias de idade (12,13 e 11,92 MJ/kg), e para frangos de 22 a 49 dias (12,96 e 12,65 MJ/kg) melhorando a eficiência alimentar, especialmente em dietas de baixa energia de 1 a 21 dias de idade.

Outros resultados têm demonstrado que a lecitina de soja altera os níveis hormonais de TSH e insulina no soro de frangos de corte, que podem estar relacionadas a modificação no metabolismo lipídico, sem resultados conclusivos. Essas mudanças no metabolismo resultaram na redução da concentração de colesterol total, lipoproteínas de baixa densidade e melhorias nos teores de triacilglicerol e lipoproteína de alta densidade (Huang *et al.*, 2008). O papel da lecitina como emulsificante não se resume apenas à formação da emulsão, mas

proporcionar sua estabilidade, uma vez formada sob condições variadas de pH, solventes fracos e altas temperaturas (Walstra, Vliet, Van, 2008).

A lisofosfatidilcolina, outro princípio ativo presente na lecitina de soja, é um derivado monocíclico da fosfatidilcolina, produzida pela ação da fosfolipase A2. A lisofosfatidilcolina tem efeito potencializado pela presença de um ácido graxo e é capaz de formar micelas esféricas em solução aquosa, melhorando assim as emulsões no trato gastrointestinal (Tancharoenrat *et al.*, 2013). Lisofosfolipídeos também têm a capacidade de formar micelas de tamanho pequeno e são mais eficazes do que a bile e a lecitina de soja (Melegy *et al.*, 2010).

Estudos de Zhang *et al.* (2011) com lisofosfatidilcolina comercial (LysoforteTM) para frangos de corte alimentados com dietas com três fontes de gordura, mostraram maior ganho de peso das aves e aumento da energia metabolizável apenas durante a fase inicial. Por outro lado, Zosangpui *et al.* (2011), suplementando patos (*Khaki campbell*) utilizando a lecitina como emulsionante, não observaram melhorias no desempenho na fase de crescimento.

Zhang *et al.* (2010), estudando a inclusão de lisofosfatidilcolina exógena na dieta com óleo de aves para frango de corte, observaram aumento significativo no ganho de peso corporal dos frangos de corte e na energia metabolizável aparente das dietas para aves com idade de 14 a 17 dias. Eles atribuíram os efeitos ao aumento da digestibilidade aparente do ácido graxo.

3.3.2. Polietileno Glicol Ricinoleato

O polietileno glicol ricinoleato (PEGR) é um éster de óxido de etileno e óleo de rícino. Segundo Tan *et al.* (2016), o PEGR está associado ao aumento da energia metabolizável aparente, de aves de corte alimentadas com farelo de arroz, contudo a digestibilidade da gordura não foi afetada. O PEGR parece ter efeito mais eficaz sobre dietas com maior grau de saturação, apesar disso apresentou efeitos positivos sobre o desempenho. As relações de saturação e insaturação das dietas influenciam sobre a ação do emulsificante, (Leleu *et al.*, 2013).

O PEGR e seus efeitos foram também estudados por Kaczmarek *et al.* (2015), reportando que frangos de corte alimentados com dietas

suplementadas com esse emulsificante obtiveram maior ganho de peso (GP) e melhor taxa de conversão alimentar (CA). Para Karunajeewa et al. (1990), além dos fatores de desempenho, citam o aumento no consumo de água na fase final (37-39 dias), influenciando também sobre o teor de umidade das excretas.

Patos de corte, quando alimentados com banha suína com PEGR, tiveram decréscimo de desempenho, quando comparada a aves alimentadas com óleo de soja e óleo de palma, que tiveram resultados positivos para a inclusão do emulsificante (Zosangpuii, Patra e Samanta, 2015). Udomprasert e Rukkwamsuk (2006), conduziram estudos com suínos na fase de crescimento, com polietileno glicol ricinoleato e observaram que as proporções médias diárias de ganho e conversão alimentar foram melhoradas, assim como a redução da degradação da gordura na dieta.

Para outros pesquisadores avaliando dietas à base de milho para frangos com a inclusão de óleo de palma em 35 g/kg no período de crescimento e 28 g/kg no período terminação, suplementadas com três níveis de polietileno glicol ricinoleato (0, 10 e 20 g/kg), obtiveram maior resultado com 10g/kg com maior peso vivo e melhor conversão alimentar (Roy et al., 2010).

Os efeitos mencionados anteriormente não são conclusivos quanto ao uso de PEGR, em especial para frangos de corte. Ressalta-se ainda que sua associação a lecitina de soja na forma como se propôs neste estudo, não se encontrou relatos na literatura.

3.4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABDALLA, A. L.; SILVA FILHO, J. C. DA; GODOI, A. R. DE; ALMEIDA CARMO, C. DE; PAULA EDUARDO, J. L. DE; SILVA FILHO, J. C. DA; GODOI, A. R. DE; CARMO, C. DE A.; EDUARDO, J. L. DE P. Utilização de subprodutos da indústria de biodiesel na alimentação de ruminantes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. SPE, p. 260–268, 2008.

ALZAWQARI, M.; MOGHADDAM, H. N.; KERMANSHAHI, H.; RAJI, A. R. The effect of desiccated ox bile supplementation on performance, fat digestibility, gut morphology and blood chemistry of broiler chickens fed tallow diets. **Journal of Applied Animal Research**, v. 39, n. 2, p. 169–174, 2011.

ARAÚJO, J. Química de alimentos: teoria e prática. *In: Química de alimentos: teoria e prática*. 5^o ed. Viçosa-MG: UFV, 2011. p. 601.

AZMAN, M. A. L. İ.; ÇERÇİ, İ. H.; BIRBEN, N. Effects of various dietary fat sources on performance and body fatty acid composition of broiler chickens. **Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences**, v. 29, n. 3, p. 811–819, 2005.

BAIÃO, N.; LARA, L. Oil and fat in broiler nutrition. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v. 7, n. 3, p. 129–141, set. 2005.

BAVELAAR, F. J.; BEYNEN, A. C. Relationships between dietary fatty acid composition and either melting point or fatty acid profile of adipose tissue in broilers. **Meat science**, v. 64, n. 2, p. 133–140, 2003.

BELLAVER, C.; JR., P. N. S.; SNIZEK JR, P. N. **Processamento da soja e suas implicações na alimentação de suínos e aves**. Congresso brasileiro de soja. **Anais...**Londrina, Paraná: Embrapa Soja, 1999

BELLAVER, C.; ZANOTTO, D. L. **Parâmetros de qualidade em proteínas e gorduras de origem animal** Conferência Apinco de Ciência e Tecnologia Avícolas. **Anais...**Santos, São Paulo: 2004

BENSADOUN, A.; ROTHFELD, A. The form of absorption of lipids in the chicken, *Gallus domesticus*. **Experimental Biology and Medicine**, v. 141, n. 3, p. 814–817, 1972.

BRAGA, J. P.; BAIÃO, N. C. Suplementação lipídica no desempenho de aves em altas temperaturas. **Cadernos Técnicos de Veterinária e Zootecnia UFMG**, v. 31, p. 23–28, 2001.

BUYSE, J.; DECUYPERE, E. Adipose Tissue and Lipid Metabolism. *In: SCANES, C. G. (Ed.). Sturkie's avian physiology*. Sixth ed. [s.l.] Elsevier, 2014. p. 443–451.

CAMPBELL, J. R.; KENEALY, M. D.; CAMPBELL, K. L. **Animal sciences: the biology, care, and production of domestic animals**. [s.l.] Waveland Press, 2009.

CENTENARO, G. S.; FURLAN, V. J. M.; SOUZA-SOARES, L. A. DE. Gordura de frango: alternativas tecnológicas e nutricionais. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 29, n. 3, p. 619–630, 2008.

CHIBA, L. I. By- Product Feeds: Animal Origin. *In: Encyclopedia of Animal Science*. [s.l.: s.n.]. p. 180–183, 2005.

CRESPO, N.; ESTEVE-GARCIA, E. Polyunsaturated fatty acids reduce insulin and very low density lipoprotein levels in broiler chickens. **Poultry Science**, v. 82, n. 7, p. 1134–1139, 1 jul. 2003.

DAS, G. B.; HOSSAIN, M. E.; AKBAR, M. A. Effects of Different Oils on Productive Performance of Broiler. **Iranian Journal of Applied Animal Science**, v. 4, n. 1, p. 111–116, 2014.

DRACKLEY, J. K. Lipid metabolism. **Farm animal metabolism and nutrition**, p. 97–119, 2000.

DUARTE, F. D.; TEIXEIRA, J. L. Desempenho , Rendimento E Composição Da Carcaça. p. 439–444, 2010.

FASCINA, V. B. **Valor energético, desempenho, lipídios séricos e composição corporal de frangos de corte recebendo óleo de soja e sebo bovino em diferentes combinações**. [s.l.] Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, 2007.

FELTES, M. M. C.; CORREIA, J. F. G.; BEIRÃO, L. H.; BLOCK, J. M.; NINOW, J. L.; SPILLER, V. R. Alternativas para a agregação de valor aos resíduos da industrialização de peixe Alternatives for adding value for the fish processing wastes. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 14, n. 6, p. 669–677, 2010.

FRANDSON, R. D.; WILKE, W. L.; FAILS, A. D. **Anatomy and Physiology of Farm Animals**. [s.l.] John Wiley & Sons, 2013.

FRASER, R.; HESLOP, V. R.; MURRAY, F. E.; DAY, W. A. Ultrastructural studies of the portal transport of fat in chickens. **British journal of experimental pathology**, v. 67, n. 6, p. 783–791, 1986.

GRIFFIN, H. D.; WINDSOR, D.; WHITEHEAD, C. C. Changes in lipoprotein metabolism and body composition in chickens in response to divergent selection for plasma very low density lipoprotein concentration. **British Poultry Science**, 8 nov. 2007.

GU, X.; LI, D. Fat nutrition and metabolism in piglets: a review. **Animal Feed Science and Technology**, v. 109, n. 1–4, p. 151–170, out. 2003.

HERMIER, D. Lipoprotein Metabolism and Fattening in Poultry. **J. Nutr.**, v. 127, n. 5, p. 805S-, 1 maio 1997.

HU, L.; WU, X.; ZENG, Q.; DING, X.; ZHE, L.; ZHANG, K. Diets Supplemented With Soybean Lecith in Emulsifier Effect Growth Performance, Nutrient

Availability and Serum Biochemical Indices of Broilers. **Chinese Journal of Animal Nutrition**, v. 24, n. 10, p. 1928–1938, 2012.

HUANG, J.; YANG, D.; GAO, S.; WANG, T. Effects of soy-lecithin on lipid metabolism and hepatic expression of lipogenic genes in broiler chickens. **Livestock Science**, v. 118, n. 1–2, p. 53–60, 2008.

HUSSAIN, M. J.; PEAKMAN, M.; GALLATI, H.; LO, S. S. S.; HAWA, M.; VIBERTI, G. C.; WATKINS, P. J.; LESLIE, R. D. G.; VERGANI, D. Elevated serum levels of macrophage-derived cytokines precede and accompany the onset of IDDM. **Diabetologia**, v. 39, n. 1, p. 60–69, 1996.

IPATOVA, O. M.; PROZOROVSKAIA, N. N.; TORKHOVSKAIA, T. I.; BARANOVA, V. S.; GUSEVA, D. A. Biological effects of the soybean phospholipids. **Biomeditsinskaia Khimiia**, v. 50, n. 5, p. 436–450, 2004.

JIN, C. F.; KIM, J. H.; HAN, I. K.; JUNG, H. J.; KWON, C. H. Effects of various fat sources and lecithin on the growth performances and nutrient utilization in pigs weaned at 21 days of age. **Asian Australas. J. Anim. Sci**, v. 11, n. 2, p. 176–184, 1 abr. 1998.

KACZMAREK, S. A.; BOCHENEK, M.; SAMUELSSON, A.-C.; RUTKOWSKI, A. Effects of glyceryl polyethylene glycol ricinoleate on nutrient utilisation and performance of broiler chickens. **Archives of animal nutrition**, v. 69, n. 4, p. 285–96, 6 jan. 2015.

KAMBA, E. A.; ITODO, A. U.; OGAH, E. Utilization of Different Emulsifying Agents in the Preparation and Stabilization of Emulsions. **International Journal of Materials and Chemistry**, v. 3, n. 4, p. 69–74, 2013.

KARUNAJEEWA, H.; IJAGBUJI, E. G.; REECE, R. L. Effect of dietary levels of rapeseed meal and polyethylene glycol on the performance of male broiler chickens. **British Poultry Science**, v. 31, n. 3, p. 545–555, 8 set. 1990.

LARA, L. J. C. *et al.* Rendimento, composição e teor de ácidos graxos da carcaça de frangos de corte alimentados com diferentes fontes lipídicas. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 58, n. 1, p. 108–115, fev. 2006.

LARA, L. J. C. J. C.; BAIÃO, N. C. C.; AGUILAR, C. A. L. A. L.; CANÇADO, S. V. V.; FIUZA, M. A. A.; RIBEIRO, B. R. C. R. C. Efeito de fontes lipídicas sobre o desempenho de frangos de corte. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 57, n. 6, p. 793–798, dez. 2005.

LEESON, S.; SUMMERS, J. D. **Commercial Poultry Nutrition**. [s.l.] Nottingham University Press, Nottingham, England, 2009.

LEHNINGER, A. L.; NELSON, D.; COX, M. Princípios de bioquímica, Sarvier. *In: São Paulo*. São Paulo: [s.n.]. p. 280–300, 2009.

LELEU, S.; SEGERS, L.; ROVERS, M.; AA, A. VAN DER; MAERTENS, L. **The effect of a nutritional emulsifier on broiler performances in an energy**

diluted diet 19th European Symposium-on-Poultry Nutrition. **Anais...** Potsdam, Germany: 2013

LOPES, M. DO R. V.; AUED-PIMENTEL, S.; CARUSO, M. S. F.; JORGE, N.; RUVIERI, V. Composição de ácidos graxos em óleos e gorduras de fritura Fatty acids composition in frying fats and oils. **Rev. Inst. Adolfo Lutz**, v. 63, n. 2, p. 168–176, 2004.

MARZULLO, R. DE C. M. **Análise de ecoeficiência dos óleos vegetais oriundos da soja e palma, visando a produção de biodiesel**. São Paulo: Universidade de São Paulo, 11 out. 2007.

MCDONALD, P.; EDWARDS, R. A; GREENHALGH, J. F. D.; MORGAN, C. A; SINCLAIR, L. A; WILKINSON, R. G. **Animal nutrition**. [s.l: s.n.], 2011.

MELEGY, T.; KHALED, N. F.; EL-BANA, R.; ABDELLATIF, H. Dietary fortification of a natural biosurfactant, lysolecithin in broiler. **African Journal of Agricultural Research**, v. 5, n. 21, p. 2886–2892, 4 nov. 2010.

MERSMANN, H. J. Lipids. *In*: POND, W. G. (Ed.). . **Encyclopedia of Animal Science**. Taylor & F ed. [s.l.] Taylor & Francis, 2005. p. 578–581.

MEURANT, G. **Animal life-cycle feeding and nutrition**. [s.l.] Academic Press, 2012.

MOTTA, V. T. Introdução à bioquímica. **Bioquímica básica.**, p. 365, 2006.

POKORNÝ, J.; GUNSTONE, F. D. Production, separation and modification of phospholipids for use in food. **Modifying lipids for use in food**, p. 369–390, 2006.

POORGHASEMI, M.; SEIDAVI, A.; QOTBI, A. A. A.; LAUDADIO, V.; TUFARELLI, V. Influence of Dietary Fat Source on Growth Performance Responses and Carcass Traits of Broiler Chicks. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v. 26, n. 5, p. 705–710, 1 maio 2013.

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

ROBEY, W.; SHERMER, W. The damaging effects of oxidation. **Feed Mix**, v. 2, n. 5, p. 22–26, 1994.

ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; DONZELE, J. L.; GOMES, P. C.; OLIVEIRA, R. T.; LOPES, D. C.; FERREIRA, A. S.; BARRETO, S. L. DE T.; EUCLIDES, R. F. Brazilian tables for poultry and swine. **HS Rostagno. 3rd. edn. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Brazil**, 2011.

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. **Veterinary medicine international**, v. 2010, p. 262604, 2010.

SAKOMURA, N. K.; LONGO, F. A.; RABELLO, C. B.-V.; WATANABE, K.; PELÍCIA, K.; FREITAS, E. R. Efeito do nível de energia metabolizável da dieta no desempenho e metabolismo energético de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 6, p. 1758–1767, dez. 2004.

SALDANHA, E.; GONZALES, E. Enriquecimento de ácidos graxos na alimentação de poedeiras. **Pesquisa & Tecnologia**, v. 9, n. 1, 2012.

SANIBAL, E. A. A.; MANCINI FILHO, J. Perfil de ácidos graxos trans de óleo e gordura hidrogenada de soja no processo de fritura. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 24, n. 1, p. 27–31, 2004.

SCHNEIDER, G. L. **Emulsificante em dietas iniciais com diferentes fontes lipídicas para frangos de corte**. [s.l.] Universidade Federal do Paraná, 2012.

SEGURA, J. G. **Extração e Caracterização de Óleos de Resíduos de Peixes de Água Doce**. [s.l.] Universidade de São Paulo, 2012.

SILVA, J. H. V. DA; LIMA, R. B.; LACERDA, P. B. DE; OLIVEIRA, A. DA C. Digestão e Absorção de Lipídeos. *In*: SAKOMURA, N. K.; SILVA, J. H. V.; COSTA, F. G. P.; FERNANDES, J. B. K.; HAUSCHILD, L. (Eds.). **Nutrição de Não Ruminantes**. Jaboticabal: Funep, 2014. p. 62–76.

SPILBURG, C. A.; GOLDBERG, A. C.; MCGILL, J. B.; STENSON, W. F.; RACETTE, S. B.; BATEMAN, J.; MCPHERSON, T. B.; OSTLUND, R. E. Fat-free foods supplemented with soy stanol-lecithin powder reduce cholesterol absorption and LDL cholesterol. **Journal of the American Dietetic Association**, v. 103, n. 5, p. 577–581, 2003.

TADROS, T. F. Emulsion Formation, Stability, and Rheology. *In*: TADROS, T. F. (Ed.). **Emulsion Formation and Stability**. First Edit ed. [s.l.] John Wiley & Sons, 2013. .

TAN, H. S.; ZULKIFLI, I.; FARJAM, A. S.; GOH, Y. M.; CROES, E.; KARMAKAR, S. Effect of exogenous emulsifier on growth performance, fat digestibility, apparent metabolisable energy in broiler chickens. **JOURNAL OF BIOCHEMISTRY, MICROBIOLOGY AND BIOTECHNOLOGY**, v. 4, n. 1, p. 7–10, 2016.

TANCHAROENRAT, P. Factors Influencing Fat Digestion in Poultry. **PhD Thesis**, 2012.

TANCHAROENRAT, P.; RAVINDRAN, V.; ZAEFARIAN, F.; RAVINDRAN, G. 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**, v. 186, n. 3–4, p. 186–192, 2013.

TANCHAROENRAT, P.; RAVINDRAN, V.; ZAEFARIAN, F.; RAVINDRAN, G. Digestion of fat and fatty acids along the gastrointestinal tract of broiler chickens. **Poultry science**, v. 93, n. 2, p. 371–9, 1 fev. 2014.

TISCH, D. Animal feeds, feeding and nutrition, and ration evaluation with CD-

ROM. 2006.

UDOMPRASERT, P.; RUKKWAMSUK, T. Effect of an exogenous emulsifier on growth performance in weanling pigs. **KASETSART JOURNAL NATURAL SCIENCE**, v. 40, p. 652–656, 2006.

VILLAVERDE, C.; BAUCCELLS, M. D.; CORTINAS, L.; BARROETA, A. C. Effects of dietary concentration and degree of polyunsaturation of dietary fat on endogenous synthesis and deposition of fatty acids in chickens. **British poultry science**, v. 47, n. 2, p. 173–9, 18 abr. 2006.

VILLAVERDE, C.; BAUCCELLS, M. D.; CORTINAS, L.; HERVERA, M.; BARROETA, A. C. Chemical composition and energy content of chickens in response to different levels of dietary polyunsaturated fatty acids. **Archives of animal nutrition**, v. 59, n. 4, p. 281–292, 2005.

VIVEROS, A.; ORTIZ, L. T.; RODRÍGUEZ, M. L.; REBOLÉ, A.; ALZUETA, C.; ARIJA, I.; CENTENO, C.; BRENES, A. Interaction of dietary high-oleic-acid sunflower hulls and different fat sources in broiler chickens. **Poultry Science**, v. 88, n. 1, p. 141–151, 2009.

WALSTRA, P.; VLIET, T. VAN. Dispersed systems: basic considerations. **FOOD SCIENCE AND TECHNOLOGY-NEW YORK-MARCEL DEKKER**, v. 169, p. 783, 2008.

WONGSUTHAVAS, S.; TERAPUNTUWAT, S.; WONGSRIKEAW, W.; KATAWATIN, S.; YUANGKLANG, C.; BEYNEN, A. C. Influence of amount and type of dietary fat on deposition, adipocyte count and iodine number of abdominal fat in broiler chickens. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, v. 92, n. 1, p. 92–98, 2008.

WONGSUTHAVAS, S.; YUANGKLANG, C.; WITTAYAKUN, S.; VASUPEN, K.; MITCHAOTHAI, J.; SRENANUAL, P.; BEYNEN, A. C. Dietary soybean oil, but not krabok oil, diminishes abdominal fat deposition in broiler chickens. **International Journal of Poultry Science**, v. 6, n. 11, p. 792–795, 2007.

ZHANG, B.; HAITAO, L.; ZHAO, D.; GUO, Y. Lysophosphatidylcholine Increased Apparent Digestibility of Poultry Fat in Broiler Chicken Diet. **Chinese Journal of Animal Nutrition**, v. 3, p. 25, 2010.

ZHANG, B.; HAITAO, L.; ZHAO, D.; GUO, Y.; BARRI, A. 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**, v. 163, n. 2–4, p. 177–184, 2011a.

_____. 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**, v. 163, n. 2–4, p. 177–184, 11 fev. 2011b.

ZOGBI, A. P.; BENEJAM, W. O. Gelation and emulsion: Principles. **Handbook of Poultry Science and Technology, Secondary Processing**, v. 2, p. 15, 2010.

ZOLLITSCH, W.; KNAUS, W.; AICHINGER, F.; LETTNER, F. Effects of different dietary fat sources on performance and carcass characteristics of broilers. **Animal Feed Science and Technology**, v. 66, n. 1–4, p. 63–73, 1997.

ZOSANGPUII; PATRA, A. K.; SAMANTA, G. Inclusion of an emulsifier to the diets containing different sources of fats on performances of Khaki Campbell ducks. **Iranian Journal of Veterinary Research**, v. 16, n. 2, p. 156–160, 2015.

ZOSANGPUII; PATRA, A. K.; SAMANTA, G.; PAL, K. Effects of an emulsifier on the performances of Khaki Campbell ducks added with different sources of fats. **Frontiers of Agriculture in China**, v. 5, n. 4, p. 605–611, 8 dez. 2011.

4. ARTIGO I – USO DE FONTES LIPÍDICAS DE ORIGEM ANIMAL E EMULSIFICANTE NO METABOLISMO DE NUTRIENTES EM FRANGOS DE CORTE¹

RESUMO:

O objetivo da pesquisa foi determinar a metabolizabilidade de dietas para frangos de corte com fontes lipídicas de origem animal (óleo de aves, óleo de peixe e sebo bovino) com a inclusão de emulsificante (polietileno glicol ricinoleato e lecitina de soja). Utilizou-se 336 pintos machos, Cobb, distribuídos em um arranjo fatorial 4x2, com oito repetições, sendo 4 fontes lipídicas (Óleo de Soja, Óleo de Aves, Óleo de Peixe e Sebo Bovino) e 2 tipos de inclusão (sem inclusão do produto e 5 g/kg de emulsificante). Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância no SAS e às médias comparadas pelo teste de Tukey, a significância de $P < 0,05$. Não houve diferença para o consumo de ração, coeficiente de metabolizabilidade da matéria seca e proteína bruta entre as dietas testadas. O óleo de soja propiciou maiores valores de energia metabolizável aparente e corrigida quando comparado ao óleo de peixe, estes não diferindo dos demais. O sebo bovino tem a menor metabolizabilidade do extrato etéreo (73,42%), em relação ao óleo de soja (83,9 %), óleo de aves (84,7%) e óleo de peixe (80,5%). O emulsificante (lecitina de soja e polietileno glicol ricinoleato) não modifica a metabolizabilidade de dietas. As fontes lipídicas e o emulsificante não modificam o lipidograma sérico de aves na fase inicial.

Palavras Chave: energia metabolizável, extrato etéreo, óleo de aves, sebo bovino

INTRODUÇÃO

Na avicultura, as gorduras e óleos, fontes de energia e de ácidos graxos essenciais, são utilizadas nas rações para aumentar a densidade energética. Essa adição promove efeitos benéficos no desempenho dos frangos, como melhoria na taxa de crescimento e na utilização dos nutrientes da ração (Junqueira *et al.*, 2005), redução da pulverulência, menor separação de

¹ Diretrizes da Revista Brasileira de Ciências Avícolas - ANEXO I

partículas, carreamento de vitaminas lipossolúveis e lubrificação de equipamentos de moagem (Ravindran *et al.*, 2016).

Por outro lado, mesmo com os melhores valores de metabolizabilidade das frações lipídicas das dietas certa quantidade não é aproveitada, sendo eliminada pelas aves em razão de fatores inerentes ao animal ou às propriedades químicas do alimento. Outra característica importante dos lipídeos nas dietas de frangos é o gasto de energia para emulsionar e absorver estes componentes. Assim, o uso de emulsionantes exógenos pode auxiliar na utilização de gordura e melhorar de forma gradual a energia metabolizável aparente (Zaefarian, Romero e Ravindran, 2015).

O mecanismo de ação dos emulsificantes exógenos já é bem definido, no entanto há grande variabilidade nas respostas obtidas, principalmente ao se utilizar fontes diferentes de óleos e gorduras. A possibilidade no uso de produtos com menor valor de mercado, por exemplo, o sebo bovino, sem que haja diminuição no desempenho dos animais, pode ser uma saída para reduzir custos de produção. Esta ação, neste contexto, poderia ser alcançada melhorando a eficácia do processo digestivo e absorptivo de ácidos graxos.

Os emulsificantes, pela sua função química, desempenham importante papel neste processo, e a adição de uma fonte exógena pode otimizar a disponibilização de energia fornecida pelos lipídeos. Tancharoenrat *et al.* (2014) aludiram sobre as relações entre os efeitos positivos da lisolectina de soja e os ácidos graxos insaturados na dieta de leitões, principalmente aqueles presentes no óleo de soja. Assim também, Kaczmarek *et al.* (2015) demonstraram melhorias na energia metabolizável aparente (EMAN) quando incluído o polietileno glicol ricinoleato.

Objetivou-se assim avaliar a influência de diferentes fontes lipídicas na metabolizabilidade de nutrientes e no perfil sérico de colesterol, triacilglicerol, lipoproteínas (HDL, LDL e VLDL) de frangos de corte, com a inclusão de emulsificante (polietileno glicol ricinoleato e lecitina de soja).

MATERIAL E MÉTODOS

Os procedimentos experimentais foram executados após aprovação da Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA/Universidade Federal Rural da Amazônia, protocolo 007/2013). O emulsificante testado tem nome comercial de

Liposorb®, fabricado por Polchen - Innovative Solution, contendo em sua composição 500g/kg de lecitina de soja (fosfatidilcolina e lisofosfatidilcolina) e 500g/kg de polietileno glicol ricinoleato, conforme informado pelo fabricante.

Metabolizabilidade

Foi conduzido um ensaio de metabolismo no Setor de Avicultura do Instituto da Saúde e Produção Animal, da Universidade Federal Rural da Amazônia, Campus Belém. Foram utilizados 336 pintos machos, Cobb, distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado, em arranjo fatorial 4x2, com cinco repetições, sendo 4 fontes lipídicas (Óleo de Soja, Óleo de Aves, Óleo de Peixe e Sebo Bovino) e 2 tipos de inclusão de emulsificante (sem inclusão do produto e 5 g/kg de ração).

Os animais foram criados sobre piso até os 14 dias de idade, quando foram transferidos para as gaiolas metabólicas, sendo alojados oito indivíduos por unidade experimental, com peso médio inicial de 490 gramas ($\pm 3,7$ DP). Após cinco dias de adaptação, aos 18 dias de idade iniciou-se as coletas de excretas, pelo método de coleta total, por cinco dias, realizadas a cada 12 horas. Após retiradas das penas e fragmentos de ração foram posteriormente pesadas, sendo então acondicionadas e armazenadas em freezer a -20°C .

Todas as dietas foram calculadas para atender às exigências nutricionais das aves conforme Rostagno *et al.* (2011), e formuladas de forma a serem isocalóricas e isoproteicas (Tabela 1). O emulsificante foi adicionado as rações na concentração de 0,05 da dieta total. Durante a fase inicial, todas as aves se alimentaram de ração com óleo de soja (1 a 14 dias).

Tabela 1 Dietas experimentais e composição nutricional calculada.

Ingredientes	Óleo de Soja	Óleo de Aves	Óleo de Peixes	Sebo Bovino
Milho moído	56.71	56.34	56.34	54.78
Farelo de Soja	35.59	35.91	35.91	36.20
Óleo de Soja	3.40	0.0	0.0	0.0
Óleo de Aves	0.0	3.47	0.0	0.0
Óleo de Peixe	0.0	0.0	3.47	0.0
Sebo Bovino	0.0	0.0	0.0	4.75
Calcário	0.87	0.87	0.87	0.87
Fosfato Bicálcico	1.51	1.51	1.51	1.51
Bicarbonato de Sódio	0.37	0.37	0.37	0.37
Sal Comum	0.23	0.23	0.23	0.23
Premix Mineral e Vitamínico ¹	0.60	0.60	0.60	0.60
L- Lisina	0.260	0.250	0.250	0.240
DL- Metionina	0.320	0.320	0.320	0.320

L- Treonina	0.090	0.080	0.080	0.080
L- Valina	0.060	0.050	0.050	0.050
Composição Calculada				
Energia Metabolizável	3050.00	3050.00	3050.00	3050.00
Proteína Bruta (%)	21.20	21.20	21.20	21.20
Extrato Etéreo (%)	6.05	6.09	6.09	7.32
Cálcio (%)	0.84	0.84	0.84	0.84
Fosforo Disponível (%)	0.40	0.40	0.40	0.40

¹Composição mínima por kg do produto: Vitamina A 1.666.666.00UI; Vitamina B1 250.00mg; Vitamina B12 2.000.00µg; Vitamina B2 833.00mg; Vitamina B6 250.00mg; Vitamina D3 333.333.00 UI; Vitamina E 2.500.00UI; Vitamina K3 416.00mg; Biotina 8.00mg; Colina 50.16g; Niacina 5.833.00mg; Ácido Fólico 100.00mg; Ácido Pantotênico 1.717.00mg; Cobalto 16.00mg; Cobre 1.000.00mg; Ferro 8.333.00mg; Iodo 166.00mg; Manganês 10.83g; Selênio 33.00mg; Zinco 7.500.00mg; Metionina 250.00g; Bacillus subtilis 50.000.000.000.00 UFC; Halquinol 5.000.00mg; Narasina 7.333.00mg; Nicarbazina 7.333.00mg.

Após a coleta total as amostras foram descongeladas, à temperatura ambiente, pesadas e homogeneizadas para retirada de uma amostra de aproximadamente 500 gramas de cada unidade experimental. Estas foram secas em estufa de ventilação forçada a 55°C, por 72 horas, para obtenção das amostras secas ao ar. Para determinação do teor de matéria seca total (MS) as amostras foram secas em estufa a 105°C até atingir peso constante; os teores de nitrogênio (N) foram determinados pelo método Kjeldahl, e o extrato etéreo realizado pelo método de Goldfish com éter de petróleo, com hidrólise ácida prévia (Detmann *et al.*, 2012). Para determinação da energia bruta (EB) utilizou-se Bomba Calorimétrica Adiabática (IKA® modelo C200).

Com base nos dados de consumo, produção de excretas, análises de MS, N e EB das rações e excretas foram estimadas a energia metabolizável aparente (EMA) e aparente corrigida (EMAn), utilizando-se as equações propostas por Matterson *et al.* (1965) citados por Sakomura e Rostagno (2016).

Análises de Sangue

Ao final do período de coleta de excretas foram retirados 3 mL de sangue de uma ave por unidade experimental, por punção da veia braquial, utilizando-se tubos sem anticoagulante, sendo centrifugado a 3000 rpm por 10 minutos para separação do soro.

As análises das amostras de soro foram realizadas utilizando kits comerciais colorimétricos (Labtest® Diagnóstica S.A. – Lagoa Santa – MG – Brasil) em analisador bioquímico automatizado (modelo BS-120, Mindray - China), para os teores de lipoproteína de alta densidade (HDL), lipoproteína de baixa densidade (LDL), triacilglicerol (TG) e colesterol (CO). Os valores de

lipoproteína de muito baixa densidade (VLDL) foram calculados pela divisão do teor de TG por cinco (Friedewald, Levy e Fredrickson, 1972).

Análises Estatísticas

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, e todos os procedimentos estatísticos foram realizados pelo procedimento GLM do software SAS (SAS Institute Inc, 2014). Cada gaiola foi considerada como uma unidade experimental. Em caso de significância as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey. O valor de probabilidade de $P < 0,05$ foi descrito como estatisticamente significativo e o de P entre 0,05 e 0,10P como tendência.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve interação entre as fontes lipídicas e a inclusão de emulsificante na dieta ($P > 0,05$), para os parâmetros testados, assim como não houve diferença ($P > 0,05$) em nenhum dos fatores avaliados para o consumo de ração, coeficiente de metabolizabilidade da matéria seca e proteína bruta (Tabela 2). O coeficiente de metabolizabilidade do extrato etéreo do sebo bovino foi menor quando comparado aos demais, esse efeito deve possivelmente por sua composição de ácidos graxos mais saturados, o que conseqüentemente dificulta sua absorção, principalmente em aves na fase inicial (Ferreira et al., 2008), que apresentam baixa concentração de ácido biliar na digesta, levando a uma reduzida formação de micelas (Smits et al., 2000). Segundo Tancharoenrat et al. (2014), quanto maior o grau de saturação e comprimento da cadeia dos ácidos graxos leva a maior dificuldade das aves em digerir os mesmos. Outro fator que influencia a digestibilidade das gorduras é a distribuição posicional de ácidos graxos na molécula de glicerol. A baixa digestibilidade do sebo está relacionada, em parte, à presença de altas proporções de ácidos graxos saturado nas posições 1 e 3 (Meng et al., 2004).

O emulsificante tem como principal mecanismo de ação a formação de micelas no sistema digestivo da ave, contudo o efeito do emulsificante não foi observado para nenhum dos parâmetros avaliados ($P > 0,05$). Segundo Roy et al. (2010), os efeitos do uso de emulsificantes passam a ser observado em dietas com inclusão moderadas de gorduras (3-4%), inclusão similar a realizada neste

estudo. Na pesquisa de Abbas et al. (2016) o emulsificante aumentou a digestibilidade de MS e EE em dietas isocalóricas para frangos de corte, com baixas inclusões de gorduras dietéticas (1, 2 e 3%). Os resultados do presente estudo são coerentes aos reportados por Tan et al. (2016), em que a inclusão de emulsificante a base de polietileno glicol ricinoleato (0.05% de inclusão) em dietas com óleo de farelo de arroz, não apresentou efeito sobre a metabolizabilidade de extrato etéreo, contudo esses autores observaram efeito do emulsificante sobre a EMA. Huang e Yang (2008) estudando a inclusão de lecitina de soja para aves na fase inicial (19-21 dias) e final (39-42 dias), não encontraram efeitos sobre a digestibilidade de nutrientes, em dietas com óleo de soja.

Esses efeitos contraditórios podem estar relacionados a concentração inadequada de emulsificante em dietas contendo maiores concentrações de gordura. Allahyari-Bake & Jahanian (2016), em uma pesquisa para avaliar um emulsificante a base de lisofosfadilcolina, não observou diferença estatística em dois experimentos quanto a digestibilidade de nutrientes em frangos de corte, mas citou a diferença numérica da metabolizabilidade de gordura com a adição de emulsificante, também observado nesse estudo.

Entre os fatores que podem levar a esses diferentes efeitos, a fonte de gordura utilizada, a composição e a taxa de inclusão de gorduras alimentares e emulsificantes, podem levar a respostas diferentes (Zhang et al., 2011; Zhao et al., 2015). Contudo, não se observou efeito da interação entre a fonte de lipídeos utilizada com a inclusão de emulsificante. Jansen et al. (2015) relataram que o efeito dos lisofosfolídeos sobre a digestibilidade dos nutrientes depende fortemente das fontes de gordura utilizadas nas dietas de frangos de corte. Zampiga et al. (2016) enquanto observaram uma melhoria estatisticamente significativa quando os lisofosfolípidos foram adicionados a dietas contendo banha de porco, apenas uma ligeira melhoria foi detectada quando o emulsionante foi incluído na dieta contendo óleo de soja, sendo este último caracterizado por uma elevada taxa de digestibilidade.

Tabela 2 Consumo de ração (CR), 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

(EMAn) em dietas para frangos de corte com diferentes fontes lipídicas com ou sem inclusão de emulsificante.

	CR (g/ave)	CMMS (%)	CMPB (%)	CMEE (%)	EMA (Kcal/kg)	EMAn (Kcal/kg)
Fonte de Lipídica						
Óleo de Soja	555,06	71,39	63,10	83,90 ^a	3208,20 ^a	3030,57 ^a
Óleo de Aves	551,74	69,99	60,49	84,72 ^a	3109,60 ^{ab}	2936,60 ^{ab}
Óleo de Peixe	547,14	67,97	60,50	80,46 ^a	3037,44 ^b	2864,03 ^b
Sebo Bovino	559,61	69,83	60,79	73,42 ^b	3168,96 ^{ab}	2986,73 ^{ab}
Emulsificante						
Com	554,92	69,97	60,83	81,87	3128,54	2956,18
Sem	551,86	69,62	61,61	79,38	3133,56	2952,78
CV (%)	5,85	4,82	5,01	6,09	3,94	4,14
Valor de P						
Fonte Lipídica	0,850	0,180	0,190	<0,0001	0,023	0,029
Emulsificante	0,767	0,746	0,423	0,118	0,899	0,930
Interação	0,379	0,448	0,310	0,785	0,272	0,384

^{a,b} Letras diferentes na mesma coluna diferem pelo teste de Tukey (P<0,05).

As aves que consumiram dietas com óleo de soja tiveram maior EMA e EMAn quando comparado ao óleo de peixe, estes não diferindo dos demais. O óleo de aves e óleo de soja apresentaram semelhança na metabolizabilidade de nutrientes, similar aos resultados de Tancharoenrat *et al.* (2013), que obtiveram a energia metabolizável aparente igual para aves alimentadas com dietas com óleo de soja, óleo de palma e gordura de aves, demonstrando o potencial de inclusão deste óleo em dietas de frango de corte. Estes autores ainda encontraram uma menor EMA para dietas com sebo bovino, resultado não reportado no presente estudo, possivelmente pelo nível de inclusão do sebo bovino (4,75% na dieta), que mesmo diminuindo a metabolizabilidade de extrato etéreo, não modificou o aproveitamento de energia das dietas. Estes resultados são similares aos de Polycarpo *et al.* (2014), comparando óleo de soja e óleo de aves nas dietas de aves, a fonte lipídica não influencia na metabolizabilidade de matéria seca, extrato etéreo e energia de aves, em aves na fase inicial (21 dias) e crescimento (35 dias).

Os parâmetros séricos não foram influenciados pelas fontes lipídicas testadas, pela inclusão de emulsificante ou pela interação dos fatores (P>0,05) (Tabela 03). Estes resultados não são coerentes com diversos estudos que reportam efeitos da fonte de gordura ou óleo na dieta sobre o lipidograma sérico de aves de corte. Ainda assim os resultados encontrados neste estudo são similares aos observados por Burlikowska *et al.* (2010) e Silva *et al.*, (2001) relataram que diferentes fontes de gordura não influenciaram o metabolismo de gordura em aves. Guerreiro Neto *et al.* (2011) e Fascina *et al.* (2009), não encontraram quaisquer diferenças de HDL entre frangos alimentados com óleos

vegetais ou gordura animal. Ozdogan e Akst (2003) também não observaram diferenças nos níveis de triglicérides em frangos de corte alimentados com óleos vegetais (girassol, milho e soja) ou sebo bovino.

Tabela 3 Concentrações séricas de Colesterol Total, Lipoproteína de Alta Densidade (HDL), Lipoproteína de Baixa Densidade (LDL), Lipoproteína de muito baixa densidade (VLDL), Triacilglicerol de frangos de corte alimentados com dietas com diferentes fontes lipídicas com ou sem inclusão de emulsificante.

	Colesterol Total (mg/dL)	HDL (mg/dL)	LDL (mg/dL)	Triacilglicerol (mg/dL)	VLDL (mg/dL)
Fonte de Lipídica					
Óleo de Soja	123,55	96,22	22,88	41,33	7,44
Óleo de Aves	140,00	104,60	31,10	44,30	8,86
Óleo de Peixe	143,70	102,20	30,20	47,00	9,40
Sebo Bovino	141,20	108,60	26,60	40,80	8,16
Emulsificante					
Com	133,82	99,75	27,40	42,90	8,17
Sem	139,75	105,50	27,85	43,80	8,76
CV (%)	13,06	12,84	28,24	18,95	24,72
Valor de P					
Fonte de Lipídica	0,0906	0,2579	0,1080	0,3384	0,1965
Emulsificante	0,3589	0,2231	0,8723	0,7366	0,3793
Interação	0,3464	0,3201	0,5167	0,7659	0,6260

^a Letras diferentes na mesma coluna diferem pelo teste de Tukey (P<0,05).

No corrente estudo, mesmo tendo-se trabalhado com inclusões maiores de sebo bovino (4,75) na dieta, comparando-se com o óleo de soja (3,4% de inclusão), não se observou diferença para nenhum parâmetro sérico estudado. Monfaredi et al. (2011), avaliando dois níveis de inclusão (2% e 4%) para óleo de soja e sebo bovino, concluíram que os parâmetros sanguíneos foram diferentes para as duas fontes de gordura suplementar com a redução da taxa de colesterol e LDL, e aumento das concentrações triglicérides e HDL, nas dietas com óleo de soja do que com o sebo de bovino. Fascina *et al.* (2009) observaram níveis de triacilglicéris mais baixos em frangos alimentados com óleo de soja em comparação com aqueles alimentados com sebo.

O HDL transporta cerca de 75% do colesterol total em pintos (Peebles *et al.*, 1997), espera-se que este seja altamente influenciado pela mudança de gordura dietética, conforme apontado por Mirghelenj *et al.* (2016), que observaram que a utilização de óleo de peixe 14 dias antes do abate resultou em acréscimo nos níveis de HDL no soro em comparação com óleos vegetais.

Royan *et al.* (2013), igualmente encontraram modificações de perfis do lipidograma sérico, com significativas reduções dos teores de lipoproteínas nas

dietas com óleo de soja e de peixes, não observadas neste trabalho, possivelmente pelos teores maiores das frações lipídicas nas dietas dos autores (9,52%), comparado ao presente estudo (6%), o qual pode não ter sido suficiente para modificações nos parâmetros séricos estudados. Os valores de gordura ou óleo incluídos neste estudo, são próximos aos utilizados comercialmente no Brasil, isso sugere que nessas concentrações as modificações do lipidograma sérico são pouco observadas.

CONCLUSÃO

O sebo bovino tem a menor metabolizabilidade do extrato etéreo, em relação ao óleo de soja, óleo de aves e óleo de peixe. O óleo de peixe tem menor energia metabolizável aparente e corrigida em relação ao óleo de soja. O emulsificante (lecitina de soja e polietileno glicol ricinoleato) não modifica a metabolizabilidade de dietas. As fontes lipídicas e o emulsificante não modificam o lipidograma sérico de aves na fase inicial.

AGRADECIMENTOS

À Fundação Amazônia Paraense – FAPESPA – pelo apoio financeiro para desenvolvimento da pesquisa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BURLIKOWSKA, K.; PIOTROWSKA, A.; SZYMECZKO, R. Effect of dietary fat type on performance, biochemical indices and fatty acids profile in the blood serum of broiler chickens. **Journal of animal and feed sciences**, v. 19, n. 3, p. 440–451, 2010.
- DETMANN, E.; SOUZA, M. A.; VALADARES FILHO, S. C.; QUEIROZ, A. C.; BERCHIELLI, T. T.; SALIBA, E. O. S.; CABRAL, L. S.; PINA, D. S.; LADEIRA, M. M.; AZEVEDO, J. A. G. **Métodos para análise de alimentos-Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia de Ciência Animal, INCT**Visconde do Rio Branco, MG: Suprema, , 2012.
- FASCINA, V. B.; CARRIJO, A.; SOUZA, K.; GARCIA, A.; KIEFER, C.; SARTORI, J. Soybean Oil and Beef Tallow in Starter Broiler Diets. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 11, n. 4, p. 249–256, dez. 2009.
- FERREIRA, A. F.; OLIVEIRA ANDREOTTI, M. DE; CARRIJO, A. S.; SOUZA, K. M. R. DE; FASCINA, V. B.; RODRIGUES, E. A.; ANDREOTTI, M. D. O.; CARRIJO, A. S.; SOUZA, K. M. R. DE; FASCINA, V. B.; RODRIGUES, E. A. Valor nutricional do óleo de soja, do sebo bovino e de suas combinações em rações para frangos de corte-DOI: 10.4025/actascianimsci. v27i2. 1224. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 27, n. 2, p. 213–219, 2008.
- FRIEDEWALD, W. T.; LEVY, R. I.; FREDRICKSON, D. S. Estimation of the concentration of low-density lipoprotein cholesterol in plasma, without use of the preparative ultracentrifuge. **Clinical chemistry**, v. 18, n. 6, p. 499–502, 1 jun. 1972.
- GUERREIRO NETO, A.; PEZZATO, A.; SARTORI, J.; MORI, C.; CRUZ, V.; FASCINA, V.; PINHEIRO, D.; MADEIRA, L.; GONÇALVEZ, J. Emulsifier in broiler diets containing different fat sources. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v. 13, n. 2, p. 119–125, jun. 2011.
- HUANG, J.; YANG, D.; GAO, S.; WANG, T. Effects of soy-lecithin on lipid metabolism and hepatic expression of lipogenic genes in broiler chickens. **Livestock Science**, v. 118, n. 1–2, p. 53–60, 2008.
- JUNQUEIRA, O. M.; ARAÚJO, L. F.; DUARTE, K. F.; CANCHERINI, L. C.; RODRIGUES, E. A.; OLIVEIRA ANDREOTTI, M. DE; ARAÚJO, L. F.; DUARTE, K. F.; CANCHERINI, L. C.; RODRIGUES, E. A. Valor energético de algumas fontes lipídicas determinado com frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 6 SUPPL., p. 2335–2339, 2005.
- KACZMAREK, S. A.; BOCHENEK, M.; SAMUELSSON, A.-C.; RUTKOWSKI, A. Effects of glyceryl polyethylene glycol ricinoleate on nutrient utilisation and performance of broiler chickens. **Archives of animal nutrition**, v. 69, n. 4, p. 285–96, 6 jan. 2015.
- MIRGHELENJ, S. A.; GOLIAN, A.; BEHROOZLAK, M. A.; MORADI, S. Effects of Different Fat Sources in Finisher Diet of Broiler Chickens on Performance, Fat Deposition and Blood Metabolites. **Iranian Journal of Applied Animal Science**, v. 6, n. 1, p. 143–148, 1 mar. 2016.

MONFAREDI, A.; REZAEI, M.; SAYYAHZADEH, H. Effect of supplemental fat in low energy diets on some blood parameters and carcass characteristics of broiler chicks. **South African Journal of Animal Science**, v. 41, n. 1, p. 24–32, 2011.

OZDOGAN, M.; AKST, M. Effects of Feeds Containing Different Fats on Carcass and Blood Parameters of Broilers. **Journal of Applied Poultry Research**, v. 12, n. 3, p. 251–256, 2003.

PEEBLES, E.; CHEANEY, J.; BRAKE, J.; BOYLE, C.; LATOUR, M.; MCDANIEL, C. Effects of added lard fed to broiler chickens during the starter phase. 2. Serum lipids. **Poultry Science**, v. 76, n. 12, p. 1648–1654, 1 dez. 1997.

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. Effect of lipid sources and inclusion levels in diets for broiler chickens. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 66, n. 2, p. 519–528, abr. 2014.

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

ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; DONZELE, J. L.; GOMES, P. C.; OLIVEIRA, R. T.; LOPES, D. C.; FERREIRA, A. S.; BARRETO, S. L. DE T.; EUCLIDES, R. F. Brazilian tables for poultry and swine. **HS Rostagno. 3rd. edn. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Brazil**, 2011.

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. **Veterinary medicine international**, v. 2010, p. 262604, 2010.

ROYAN, M.; MENG, G. Y.; OTHMAN, F. AUZIA.; SAZILI, A. Q.; HANACHI, P.; NAVIDSHAD, B.; MARYAM, R.; GOH, Y. Effects of dietary conjugated linoleic acid, fish oil and soybean oil on body-fat deposition and serum lipid fractions in broiler chickens. **African Journal of Biotechnology**, v. 12, n. 51, p. 7133–7137, 2013.

SAKOMURA, N. K.; ROSTAGNO, H. S. **Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos**. 2^o ed. Jaboticabal: Funep, 2016.

SAS INSTITUTE INC. **SAS Institute Inc.SAS Institute Inc. MarketLine Company Profile**. [s.l: s.n.], 2014. Disponível em: <<http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=plh&AN=101476231&site=eds-live>>.

SILVA, R. R. DA; OLIVEIRA, T. T. DE; NAGEM, T. J.; PINTO, A. DA S.; ALBINO, L. F. T.; ALMEIDA, M. R. DE; MORAES, G. H. K. DE; PINTO, J. G. Efeito hipolipidêmico dos flavonóides naringina e rutina. **Arch. latinoam. nutr**, v. 51, n. 3, p. 258–264, 2001.

TAN, H. S.; ZULKIFLI, I.; FARJAM, A. S.; GOH, Y. M.; CROES, E.; KARMAKAR, S. Effect of exogenous emulsifier on growth performance, fat digestibility, apparent metabolisable energy in broiler chickens. **JOURNAL OF BIOCHEMISTRY, MICROBIOLOGY AND BIOTECHNOLOGY**, v. 4, n. 1, p. 7–

10, 2016.

TANCHAROENRAT, P.; RAVINDRAN, V.; ZAEFARIAN, F.; RAVINDRAN, G. 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**, v. 186, n. 3–4, p. 186–192, 2013.

TANCHAROENRAT, P.; RAVINDRAN, V.; ZAEFARIAN, F.; RAVINDRAN, G. Digestion of fat and fatty acids along the gastrointestinal tract of broiler chickens. **Poultry science**, v. 93, n. 2, p. 371–9, 1 fev. 2014.

ZAEFARIAN, F.; ROMERO, L. F.; RAVINDRAN, V. 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**, v. 56, n. 5, p. 590–7, 19 jan. 2015.

ZAMPIGA, M.; MELUZZI, A.; SIRRI, F. Effect of dietary supplementation of lysophospholipids on productive performance, nutrient digestibility and carcass quality traits of broiler chickens. **Italian Journal of Animal Science**, v. 15, n. 3, p. 521–528, 4 jul. 2016.

ZHANG, B.; HAITAO, L.; ZHAO, D.; GUO, Y.; BARRI, A. 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**, v. 163, n. 2–4, p. 177–184, 2011a.

_____. 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**, v. 163, n. 2–4, p. 177–184, 11 fev. 2011b.

5. ARTIGO II - EFEITO DA REDUÇÃO DE ENERGIA DIETÉTICA E INCLUSÃO DE EMULSIFICANTE EM DIETAS PARA FRANGOS DE CORTE²

RESUMO

Objetivou-se avaliar a utilização de emulsificantes em dietas com redução de energia com óleo de aves ou sebo bovino sobre os parâmetros de metabolizabilidade, desempenho, composição da carcaça e viabilidade econômica para frangos de corte. O emulsificante a base de lecitina de soja e polietileno glicol ricinoleato foi administrado a animais recebendo dietas com óleo de aves (OA) ou sebo bovino (SB), em tratamentos denominados controle (CON), com redução de 200kcal/kg de energia metabolizável (RED) e dietas com redução de EM e inclusão de 0,1% de emulsificante (EMUL). As dietas com óleo de aves tiveram melhor desempenho (peso médio e consumo de ração) resultando na redução na quantidade de proteína bruta na carcaça de 58,3% para 56.1%, nas dietas com SB e OA respectivamente. Os frangos alimentados com óleo de aves tiveram peso médio maior (103.88g), quando comparado aos que receberam as dietas com sebo bovino, resultado possivelmente influenciado pelo maior consumo de ração deste tratamento (34.77g/ave). A inclusão de emulsificante reduziu a metabolizabilidade de extrato etéreo, mas aumentou a energia metabolizável aparente na dieta com sebo bovino em 0.93 MJ/kg, quando comparada à dieta com redução de energia. A maior inclusão de óleo e de gordura levou ao aumento do custo das dietas controle, associado à baixa viabilidade encontrada para esse tratamento refletindo sobre a diminuição da renda bruta e aumento do ponto de equilíbrio. O emulsificante adicionado na forma como proposta aumentou o custo da dieta sem expressivo resultado no desempenho, metabolismo e composição corporal de frangos de corte.

PALAVRAS CHAVES: fosfatidilcolina, lisofosfatidilcolina, polietileno glicol ricinoleato, lecitina de soja, energia metabolizável

² Diretrizes do Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition- ANEXO II

INTRODUÇÃO

A energia das dietas, apesar de não ser considerada um nutriente, influencia na escolha de ingredientes. Dentre os que contribuem significativamente nas formulações, óleos e gorduras se destacam pela expressiva melhora na energia metabolizável e pelo baixo incremento calórico resultante da inclusão.

O sebo bovino é um resíduo de abatedouros que pode ser utilizado nas dietas de frangos de corte, com efeitos ainda contraditórios. O óleo de aves é um ingrediente também utilizado nas dietas, resultado do processamento de resíduos de abatedouros avícolas.

Assim tem-se investido na inclusão de emulsificantes para melhorar a formação de micelas e conseqüentemente o aproveitamento de gorduras, o que pode ser uma alternativa para os nutricionistas.

Os emulsificantes podem melhorar o desempenho de aves quando submetidas a dietas com redução de energia metabolizável (Hu et al., 2012), ou em dietas convencionais melhorando a conversão alimentar (Papadopoulos *et al.*, 2014), aumento da utilização de gordura, aumento da deposição de gordura corporal e redução da deposição de gordura abdominal (Zhang et al., 2010) e ainda aumento da vida útil da ração pela diminuição do índice de peróxido (Liu *et al.*, 2013). Estudos com suínos também têm indicado que a inclusão de lecitina de soja acarreta em melhoria na qualidade da carne (Akit et al., 2014; D'Souza et al., 2012). Contraditoriamente, Zampiga et al. (2016) afirmam que mesmo com a melhora significativa na conversão alimentar de frangos de corte alimentados com emulsificante (lisofosfolípídeo), os efeitos sobre os outros parâmetros produtivos parecem limitados.

Assim, objetivou-se avaliar a inclusão de um emulsificante pode alterar os parâmetros de desempenho, metabolizabilidade, composição da carcaça e viabilidade econômica para frangos de corte com dietas contendo óleo de aves e sebo bovino.

MATERIAL E MÉTODOS

Os procedimentos experimentais foram executados após aprovação da Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA/Universidade Federal Rural da

Amazônia, protocolo 007/2013). O emulsificante testado tem nome comercial de Liposorb®, fabricado por Polchen - Innovative Solution, contendo em sua composição 500g/kg de lecitina de soja (fosfatidilcolina e lisofosfatidilcolina) e 500g/kg de polietileno glicol ricinoleato, conforme informado pelo fabricante.

Dietas Experimentais

O programa nutricional foi dividido em dietas iniciais de 1 a 21 dias de idade (**Tabela 4**), crescimento de 22 a 35 dias de idade (**Tabela 5**) e final de 36 a 42 dias de idade (**Tabela 6**). As dietas, fornecidas *ad libitum*, tinham em sua composição: milho moído, farelo de soja, fosfato bicálcico, calcário, sal, DL-metionina, L-lisina, DL-treonina, bicarbonato de sódio e premix mineral e vitamínico. As dietas foram formuladas para serem isonutritivas, com excessão dos valores de energia bruta, regulados de acordo com o tratamento.

Tabela 4 Dietas experimentais e composição calculada para a fase Inicial (1-21 dias), de frangos alimentados com óleo de aves (OA) e sebo bovino (SB), sob dietas controle (CON), com redução de energia da ração (RED) e redução de energia com inclusão de emulsificante (EMUL).

Ingredientes	Óleo de Aves (OA)			Sebo Bovino (SB)		
	Controle	Redução	Emulsificante	Controle	Redução	Emulsificante
Milho	55,08	55,51	55,51	53,44	56,15	56,15
Farelo de Soja	36,24	36,16	36,16	36,54	36,05	36,05
Fosfato Bicálcico	1,51	1,51	1,51	1,51	1,51	1,51
Calcário	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87
Gordura de Aves	3,95	1,50	1,50	0,00	0,00	0,00
Sebo Bovina	0,00	0,00	0,00	5,29	1,50	1,50
Sal	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23
Metionina	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32
Lisina	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24
Treonina	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
Inerte	0,50	2,61	2,51	0,50	2,08	1,98
Bicarbonato de Sódio	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37
Premix Mineral e Vitamínico ¹	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60
Emulsificante ²	0,00	0,00	0,10	0,00	0,00	0,10
Composição Calculada						
EM (MJ/kg)	12,76	11,92	11,92	12,76	11,92	11,92
Proteína Bruta (%)	21,20	21,20	21,20	21,20	21,20	21,20
Cálcio (%)	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84
Fosforo Disponível (%)	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
Lisina Digestível (%)	1,22	1,22	1,22	1,22	1,22	1,22

¹Composição mínima por kg do produto: Vitamina A 1.666.666.00UI; Vitamina B1 250.00mg; Vitamina B12 2.000.00µg; Vitamina B2 833.00mg; Vitamina B6 250.00mg; Vitamina D3 333.333.00UI; Vitamina E 2.500.00UI; Vitamina K3 416.00mg; Biotina 8.00mg; Colina 50.16g; Niacina 5.833.00mg; Ácido Fólico 100.00mg; Ácido Pantotênico 1.717.00mg; Cobalto 16.00mg; Cobre 1.000.00mg; Ferro 8.333.00mg; Iodo 166.00mg; Manganês 10.83g; Selênio 33.00mg; Zinco 7.500.00mg; Metionina 250.00g; Bacillus subtilis 50.000.000.000 UFC; Halquinol 5.000.00mg; Narasina 7.333.00mg; Nicarbazina 7.333.00mg. ² Lecitina de Soja e Polietileno Glicol Ricinoleato.

Tabela 5 Dietas experimentais e composição calculada para a fase crescimento (22-35 dias), de frangos alimentados com óleo de aves (OA) e sebo bovino (SB), sob dietas controle (CON), com redução de energia da ração (RED) e redução de energia com inclusão de emulsificante (EMUL).

Ingredientes	Óleo de Aves (OA)			Sebo Bovino (SB)		
	Controle	Redução	Emulsificante	Controle	Redução	Emulsificante
Milho	58,01	61,21	61,21	55,99	61,85	61,85
Farelo de Soja	32,68	32,11	32,11	33,05	31,99	31,99
Fosfato Bicálcico	1,30	1,30	1,30	1,31	1,30	1,30
Calcário	0,83	0,84	0,84	0,83	0,84	0,85
Gordura de Aves	4,90	1,50	1,50	0,00	0,00	0,00
Gordura Bovina	0,00	0,00	0,00	6,57	1,50	1,50
Sal	0,22	0,21	0,21	0,22	0,21	0,21
Metionina	0,30	0,29	0,29	0,30	0,29	0,29
Lisina	0,24	0,24	0,24	0,22	0,25	0,25
Treonina	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,08
Inerte	0,50	1,27	1,17	0,49	0,74	0,63
Bicarbonato de Sódio	0,35	0,36	0,36	0,35	0,36	0,36
Premix Mineral e Vitamínico*	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60
Emulsificante†	0,00	0,00	0,10	0,00	0,00	0,10
Composição Calculada						
EM (MJ/kg)	13,17	12,34	12,34	13,17	12,34	12,34
Proteína Bruta (%)	19,80	19,80	19,80	19,80	19,80	19,80
Cálcio (%)	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76
Fosforo Disponível (%)	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35
Lisina Digestível (%)	1,13	1,13	1,13	1,13	1,13	1,13

*Composição mínima por kg do produto: Vitamina A 1.333.333.00UI; Vitamina B1 166.00mg; Vitamina B12 1.666.00µg; Vitamina B2 666.00mg; Vitamina B6 166.00mg; Vitamina D3 300.000.00 UI; Vitamina E 2.000.00UI; Vitamina K3 333.00mg; Biotina 6.00mg; Colina 36.0g; Niacina 4.666.00mg; Ácido Fólico 67.00mg; Ácido Pantotênico 1.717.00mg; Cobalto 16.00mg; Cobre 1.000.00mg; Ferro 8.333.00mg; Iodo 166.00mg; Manganês 10.83g; Selênio 33.00mg; Zinco 7.500.00mg; Metionina 233.33g; Bacillus subtilis 50.000.000.000.00 UFC; Halquinol 5.000.00mg; Salinomicina 10.99.00g. † Lecitina de Soja e Polietileno Glicol Ricinoleato.

Tabela 6 Dietas experimentais e composição calculada para a fase final (36-42 dias), de frangos alimentados com óleo de aves (OA) e sebo bovino (SB), sob dietas controle (CON), com redução de energia da ração (RED) e redução de energia com inclusão de emulsificante (EMUL).

Ingredientes	Óleo de Aves (OA)			Sebo Bovino (SB)		
	Controle	Redução	Emulsificante	Controle	Redução	Emulsificante
Milho	62,85	65,24	65,24	60,94	65,88	65,88
Farelo de Soja	28,70	28,27	28,27	29,05	28,16	28,16
Fosfato Bicálcico	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10
Calcário	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74
Gordura de Aves	4,63	1,50	1,50	0,00	0,00	0,00
Gordura Bovina	0,00	0,00	0,00	6,20	1,50	1,50
Sal	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
Metionina	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27
Lisina	0,26	0,27	0,27	0,26	0,27	0,27
Treonina	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
Inerte	0,51	1,67	1,57	0,50	1,12	1,02
Bicarbonato de Sódio	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36
Premix Mineral e Vitamínico*	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
Emulsificante†	0,00	0,00	0,10	0,00	0,00	0,10
Composição Calculada						
EM (MJ/Kg)	13,38	12,55	12,55	13,38	12,55	12,55
Proteína Bruta (%)	18,40	18,40	18,40	18,40	18,40	18,40
Cálcio (%)	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66
Fosforo Disponível (%)	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31
Lisina Digestível (%)	1,06	1,06	1,06	1,06	1,06	1,06

*Composição mínima por kg do produto: Vitamina A 1.660.000.00UI; Vitamina B1 100.00mg; Vitamina B12 2.000.00µg; Vitamina B2 800.00mg; Vitamina B6 200.00mg; Vitamina D3 333.000.00 UI; Vitamina E 2.330.00UI; Vitamina K3 400.00mg; Biotina 6.66mg; Colina 43.000.00mg; Niacina 5.660.00mg; Ácido Fólico 66.60mg; Ácido Pantotênico 1.830.00mg; Cobalto 26.60mg; Cobre 2.000.00mg; Ferro 15.600.00mg; Iodo 266.00mg; Manganês 17.300mg; Selênio 66.60mg; Zinco 12.000.00mg; Metionina 235.000.00mg; Bacillus subtilis 50.000.000.000.00 UFC. † Lecitina de Soja e Polietileno Glicol Ricinoleato.

Os animais receberam as dietas com óleo de aves (OA) ou sebo bovino (SB), em tratamentos denominados controle (CON) com níveis de energia recomendados por Rostagno et al. (2011), redução de 200kcal/kg de energia metabolizável (RED) e dietas com redução de energia e inclusão de 0,1% de inclusão de emulsificante (EMUL).

Experimento I – Metabolizabilidade

Foram utilizados 336 pintos machos de corte, Cobb, distribuídos em gaiolas metabólicas em seis tratamentos com sete repetições cada. As dietas experimentais foram as rações iniciais. Após cinco dias de adaptação aos 18 dias de idade iniciaram as coletas de excretas, pelo método de coleta total, por cinco dias, conforme citado por Sakomura e Rostagno (2016).

As amostras de ração e excretas coletadas foram acondicionadas e armazenadas em freezer a -20°C. Após a coleta total, as excretas foram descongeladas, à temperatura ambiente, pesadas e homogeneizadas para retirada de uma amostra de aproximadamente 500 gramas de cada unidade experimental. Estas foram pré-secas em estufa de ventilação forçada a 55°C, por 72 horas. Para determinação do teor de matéria seca (MS) as amostras foram secas em estufa a 105°C, os teores de nitrogênio (N) foram determinados pelo método Kjeldahl, e o extrato etéreo pelo método de Goldfisch com éter de petróleo com hidrólise ácida prévia (DETMANN *et al.*, 2012). A determinação de energia bruta (EB) foi realizada em Bomba Calorimétrica IKA® modelo C200. Com base nos dados de consumo, produção de excretas, análises de MS, N e EB das rações e excretas foram estimadas a energia metabolizável aparente (EMA) e aparente corrigida (EMAn), utilizando-se as equações propostas por Matterson et al. (1965) citado por Sakomura e Rostagno (2016).

Experimento II – Desempenho Zootecnico

Foi utilizado um total de 1248 pintos machos de 1 dia de idade, peso médio 39,11±0,19 g, Cobb, distribuídos em seis tratamentos com oito repetições cada, em box experimental com 26 aves.

As pesagens das aves ocorreram aos 21, 35 e 42 dias de idade, determinando-se o peso médio, o ganho de peso diário, o consumo de ração, a conversão alimentar, viabilidade, eficiência de utilização de energia para ganho.

Ao completarem 42 dias de idade, 16 aves por tratamento com o peso mais próximo a média do respectivo tratamento foram abatidas, depenadas e evisceradas. O rendimento de carcaça foi calculado pela relação entre o peso da carcaça quente eviscerada e o peso ao abate.

As carcaças foram serradas ao meio e moídas, para determinação dos teores de matéria seca, proteína bruta e extrato etéreo. A pré-secagem das amostras foi por liofilização. Para determinação do teor de matéria seca (MS) as amostras pré-secas foram secas em estufa a 105°C, os teores de nitrogênio (N) foram determinados pelo método Kjeldahl, e o extrato etéreo realizado pelo método de Goldfish com éter de petróleo (Detmann *et al.*, 2012).

Viabilidade Econômica

Os resultados de desempenho do experimento II, foram utilizados para o cálculo dos parâmetros econômicos. Para verificar a viabilidade econômica utilizou-se metodologia semelhante a proposta por Bellaver *et al.* (1985). Determinou-se o custo médio em ração, por quilograma de peso vivo ganho, durante o período experimental. Em seguida, foram calculados o índice de eficiência econômica (IEE) e o índice de custo médio (IC), propostos por (Barbosa *et al.*, 1992).

Análise Estatística

Os dados obtidos foram submetidos à ANOVA. Todos os procedimentos estatísticos foram realizados pelo procedimento GLM do software SAS (SAS Institute, 2016). Para o experimento I utilizou-se um delineamento inteiramente casualizado, onde cada gaiola foi considerada como uma unidade experimental. No experimento II utilizou-se o delineamento em blocos casualizados, com cinco blocos, sendo considerado o fator bloqueado como as áreas do galpão em que os boxes estavam localizados, cada box foi considerado como uma unidade experimental, com duas repetições por bloco.

As médias foram comparadas pelo teste F para contrastes ortogonais. Os grupos de contraste utilizados foram: dietas com óleo de aves versus dietas com sebo bovino (OA vs SB); dietas de óleo de aves controle versus redução de energia e redução com emulsificante (OACON vs OARED + OAEMUL); dietas de sebo bovino controle versus redução de energia e redução com emulsificante

(SBCON vs SBRED + SBEMUL); dietas com redução de energia versus emulsificante para óleo de aves (OARED vs OAEMUL) e sebo bovino (SBRED vs SBEMUL). A significância estatística aceita foi de $P < 0,05$.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As dietas com redução de energia (RED e EMUL), para óleo de aves e sebo bovino (SB), apresentaram menor coeficiente de metabolizabilidade de extrato etéreo (CMEE), menor energia metabolizável aparente (EMA) e menor energia metabolizável aparente corrigida (EMAN) (

Tabela 7). O emulsificante aumentou a EMA e a EMAN, quando comparadas às dietas com redução de energia, em dietas com sebo bovino.

Tabela 7 Metabolizabilidade de matéria seca (CMMS), proteína bruta (CMPB), extrato etéreo (CMEE), energia metabolizável aparente (EMA) e energia metabolizável aparente corrigida para o balanço de nitrogênio (EMAN) de frangos alimentados com óleo de aves (OA) e sebo bovino (SB), em dietas com níveis de acordo com a exigência de energia (CON), com redução de energia da ração (RED) ou redução de energia com inclusão de emulsificante (EMUL).

Tratamentos	CMMS	CMPB	CMEE [†]	EMA [†] (kcal/Kg)	EMAN [†] (kcal/Kg)
OACON	74,82	69,71	85,15	3382,61	3176,01
OARED	72,56	67,09	82,49	3199,41	2998,59
OAEMUL	74,41	71,04	76,38	3171,82	2969,01
SBCON	74,00	72,09	88,85	3444,48	3224,30
SBRED	74,26	71,13	76,12	3109,44	2900,87
SBMUL	73,08	67,82	78,59	3332,28	3125,40
SEM	0,453	0,848	1,258	24,425	23,200
Contrastes Ortogonais (p>F)					
OA vs SB	ns	ns	ns	ns	ns
OACON vs (OARED+OAMUL)	ns	ns	*	***	***
SBCON vs (SBRED+SBEMUL)	ns	ns	***	***	***
OARED vs OAEMUL	ns	ns	ns	ns	ns
SBRED vs SBEMUL	ns	ns	***	***	***

[†]Significativo para ANOVA ($p < 0,05$).

NS: $p > 0,05$; * $p < 0,1$; ** $p < 0,05$; *** $p < 0,01$.

A fonte lipídica não influenciou a metabolizabilidade dos nutrientes. Estes resultados contradizem aos resultados reportados na literatura, segundo (Scaife *et al.*, 1994) dietas ricas em ácidos graxos saturados, como o SB, têm menor metabolizabilidade de nutrientes e conseqüentemente menor EMA, devido ao maior aporte de sais biliares necessários a formação de micelas. Para Tancharoenrat *et al.* (2013), o perfil de ácidos graxos mais insaturados do óleo

de aves quando comparado ao sebo bovino aumentaria a digestibilidade para frangos de corte. Contudo neste estudo, esses efeitos não foram percebidos ($P > 0,05$), semelhante ao relatado por Blanch et al. (1996) que afirmam que o valor nutritivo de gorduras é mais influenciado pelo seu teor em ácidos graxos livres e à fração não-nutritiva do que pelo seu grau de saturação.

O emulsificante aumentou em 222,44 kcal/kg a energia metabolizável aparente (EMA) e 224,53 kcal/kg para a energia corrigida (EMAN), na dieta com sebo bovino quando comparadas às dietas controle. Estes resultados são coerentes, aos reportados na literatura por Jones et al. (1992) os quais afirmam que o sebo foi mais digestível para suínos quando os animais eram suplementados com lecitina e liolecitina (0,1g/kg). Polycarpo et al. (2016), também observaram melhora na digestibilidade de sebo com a inclusão de lisofosfolipídios. Segundo Dierick & Decuyper (2004) o efeito inconsistente de emulsionantes exógenos no desempenho pode ser devido ao grau de saturação da fonte de gordura utilizada. No presente estudo, o emulsificante testado tinha em sua composição a lecitina de soja e o polietileno glicol ricinoleato (PEGR), assim se esperava efeito também no óleo de aves. Sabe-se que o PEGR tem efeito significativo quando a fonte de gordura avaliada possui alta relação de insaturado e saturado (Tan et al., 2016).

O consumo de ração das aves não foi influenciado pelas dietas testadas (**Tabela 8**). Os frangos de corte possuem limitações físicas do trato gastrointestinal, assim ajustes no consumo de ração, mesmo com modificações no valores de energia metabolizável da dieta, tem sido pouco relatadas (Cho et al. 2012). Dietas com óleo de aves proporcionaram maior peso médio, ganho de peso e eficiência de utilização de energia quando comparadas a aves alimentadas com dietas com sebo bovino.

As dietas controle com valores tabelados de energia metabolizável (Rostagno et al., 2011) apresentaram melhor desempenho das aves (peso médio e ganho de peso), com óleo de aves e sebo bovino, quando comparadas a dietas com redução de energia. Estes resultados indicam que a redução de energia causa prejuízo ao peso médio e ao ganho de peso das aves aos 42 dias, e a inclusão do emulsificante mesmo com melhorias na EMA, não são capazes de contrapor essas perdas. Em pesquisa similar utilizando óleo de palma, Aguilar et

al. (2013) também não observou melhora no desempenho de frangos pela inclusão de emulsificante.

Tabela 8 Peso médio, ganho de peso diário (GPD), consumo de ração (CR), conversão alimentar (CA), viabilidade e eficiência da utilização de energia para ganho (EUEG) de frangos alimentadas com óleo de aves (OA) e sebo bovino (SB), em dietas com níveis de acordo com a exigência de energia (CON), com redução de energia da ração (RED) e redução de energia com inclusão de emulsificante (EMUL).

Tratamentos	Peso Médio [†] (g/ave)	GPD [†] (g/dia)	CR [†] (g/ave)	CA (g/g)	Viabilidade (%)	EUEG [†] (kcal/g)
OA CON	2744,12	64,40	4370,74	1,62	94,32	208,13
OA RED	2661,63	62,43	4428,43	1,69	94,23	214,17
OA EMUL	2632,92	61,75	4399,36	1,70	94,19	211,90
SB CON	2673,43	62,72	4471,44	1,70	86,97	202,06
SB RED	2544,52	59,65	4338,70	1,73	97,54	207,01
SB EMUL	2509,09	58,80	4223,47	1,71	92,79	209,68
SEM	18,41	0,43	39,34	0,01	1,03	1,32
Contrastes Ortogonais (p>F)						
OA vs SB	***	***	NS	NS	NS	**
OACON vs (OARED+OAMUL)	**	**	NS	*	NS	NS
SBCON vs (SBRED+SBEMUL)	***	***	NS	NS	***	*
OARED vs OAEMUL	NS	NS	NS	NS	NS	NS
SBRED vs SBEMUL	***	***	NS	NS	***	NS

[†]Significativo para ANOVA (p<0,05).

NS:p>0,05; *p<0,1; **p<0,05; ***p<0,01.

Enquanto outros autores não observaram diferença significativa devido ao uso de emulsificantes (Roy *et al.*, 2010; Zaefarian, Romero e Ravindran, 2015; Zampiga, Meluzzi e Sirri, 2016), Zhang *et al.* (2011) afirmam que a utilização de lisofosfatidilcolina melhora significativamente o ganho de peso corporal em frangos de corte de 1 a 21 dias. Para Cho *et al.* (2012), a redução da densidade de energia da dieta (148 kcal/kg EM), pode resultar numa depressão de desempenho, podendo ser compensada pela inclusão de emulsificantes exógenos, sem redução de parâmetros de crescimento, efeito não observado neste estudo.

O nível controle de EM para o sebo bovino, apesar de propiciar o maior desempenho em relação às dietas RED e EMUL, diminuiu a viabilidade das aves a valores abaixo do preconizado pelos padrões de desempenho da linhagem (Vantress, 2008). O emulsificante reduziu a viabilidade das aves para dietas com sebo, quando contrastadas a dietas com redução de energia.

Para as dietas com sebo bovino e redução de energia, o emulsificante aumentou o teor de extrato etéreo, a deposição diária de gordura e a gordura abdominal das aves (

Tabela 9). O aumento da metabolizabilidade do extrato etéreo levou a maior gordura abdominal e deposição diária de gordura, pode ter levado ao aumento da mortalidade de aves, segundo Silva *et al.* (2001), níveis crescentes de energia das rações leva ao aumento da gordura abdominal em frangos de corte.

O rendimento de carcaça não foi afetado pelas dietas estudadas. As dietas com óleo de aves tiveram menor teor de proteína bruta na carcaça e a dieta controle apresentou redução no teor de proteína da carcaça quando comparada às dietas com redução de energia, assim como a inclusão de emulsificante aumentou a porcentagem de proteína em relação a dieta com redução de energia.

Tabela 9 Rendimento de carcaça (RC), composição corporal de matéria seca (MS) proteína bruta (PB) e extrato etéreo (EE), deposição diária de proteína (DDP), deposição diária de gordura (DDG) e gordura abdominal (GA) de frangos alimentados com óleo de aves (OA) e sebo bovino (SB), sob dietas controle (CON), com redução de energia da ração (RED) e redução de energia com inclusão de emulsificante (EMUL).

Tratamentos	RC (%)	Composição Corporal (%)			DDP (g/dia)	DDG [†] (g/dia)	GA [†] (%)
		MS	PB [†]	EE [†]			
OA CON	87,07	31,24	52,59	33,14	34,47	21,71	1,71
OA RED	87,33	28,46	56,09	31,94	35,45	18,78	1,76
OA EMUL	86,95	29,41	59,38	29,27	37,41	18,49	1,62
SB CON	86,60	29,93	56,88	33,72	35,93	21,21	2,32
SB RED	87,46	29,63	59,63	27,66	36,14	16,76	1,55
SB MUL	86,79	29,38	58,49	29,97	34,48	17,70	1,72
SEM	0,219	0,326	0,604	0,726	0,404	0,517	0,05
Contrastes Ortogonais (p>F)							
OA vs SB	NS	NS	**	NS	NS	NS	**
OACON vs (OARED+OAMUL)	NS	**	***	NS	*	**	NS
SBCON vs (SBRED+SBEMUL)	NS	NS	NS	**	NS	***	***
OARED vs OAEMUL	NS	NS	*	NS	NS	NS	NS
SBRED vs SBEMUL	NS	NS	NS	***	NS	***	***

[†]Significativo para ANOVA (p<0.05).

NS:p>0,05; *p<0,1; **p<0,05; ***p<0,01.

Não houve influência das fontes de gordura ou de adição de emulsificante sobre o rendimento de carcaça, resultados consistentes com os de Andreotti *et al.* (2004), Ferreira *et al.* (2008), Guerreiro Neto *et al.* (2011), Lara *et al.* (2006), que também não observaram diferenças na carcaça de frangos de corte alimentados com diferentes fontes de gordura. Para Gaiotto *et al.* (2000) a adição

das diferentes fontes de gordura às rações não altera a quantidade de gordura abdominal acumulada, mas modifica a composição dos ácidos graxos da gordura abdominal.

A deposição diária de gordura foi maior nas aves recebendo os tratamentos controle quando contrastadas com suas respectivas dietas com redução de energia metabolizável, e são similares aos encontrados por Sakomura *et al.* (2004). Esses autores concluem que no nível de energia de 3200 kcal/kg (mesmo valor utilizado nas dietas controle) as aves têm melhor equilíbrio na eficiência de utilização de energia para deposição de proteína e de gordura, conseqüentemente, melhor qualidade da carcaça, em decorrência da menor deposição de gordura. Segundo Mendes *et al.* (2004), o aumento linear no nível de energia da dieta (2900 a 3200 kcal/kg) não resulta em mudanças no rendimento de carcaça, efeito observado neste estudo.

A dieta controle com sebo bovino apresentou maior custo em ração, enquanto para as dietas com óleo de aves a dieta com emulsificante teve o maior custo (Tabela 9 Tabela 10). O ponto de equilíbrio indica o volume exato da produção que apresente retorno zero. Para a dieta com SB, a redução de energia e inclusão de emulsificante apresentou menor ponto de equilíbrio, menor índice de custo (IC) e maior índice de eficiência econômica (IEE), quando comparadas às dietas com redução de energia sem inclusão de emulsificante (OA RED). Observou-se ainda que o volume de produção deverá ser maior nos tratamentos controle (OA e SB), para que consiga pagar os custos com alimentação. O tratamento com OA RED, apresentou menor índice de custo e maior IEE.

Tabela 10 Custo em ração (CR), renda bruta média (RMB), ponto de equilíbrio (PE), índice de custo (IC), índice de eficiência econômica (IEE) de frangos alimentados com óleo de aves (OA) e sebo bovino (SB), sob dietas controle (CON), com redução de energia da ração (RED) e redução de energia com inclusão de emulsificante (EMUL).

Tratamentos	Custo em Ração/Ave [†]	Renda Bruta Média [†]	Ponto de Equilíbrio	Índice de Custo	Índice de Eficiência Econômica
OA CON	2,044	8,23	1,84	102,09	97,95
OA RED	2,002	7,98	1,75	100,00	100,00
OA EMUL	2,068	7,90	1,79	103,31	96,79
SB CON	2,134	8,02	1,87	106,62	93,79
SB RED	2,087	7,63	1,74	104,25	95,93
SB EMUL	2,085	7,53	1,71	104,15	96,01

[†]Moeda brasileira.

A maior inclusão de óleo e gordura levou ao aumento do custo das dietas controle, associado à baixa viabilidade encontrada para esse tratamento os refletindo sobre a diminuição da renda bruta e aumento do ponto de equilíbrio. Apesar da dieta com redução de energia (para sebo bovino), ter o índice de eficiência econômica (IEE) maior, a escolha desse programa nutricional pode ser arriscada ao produtor, uma vez que reduz de forma considerável as variáveis de desempenho. Mesmo pensamento deve se seguir para dietas com óleo de aves, considerando, contudo, que o tratamento com redução de energia sem emulsificante apresentou menor índice de custo (IC) e maior IEE. Ainda assim as dietas controle de OA apresentaram bons resultados econômicos e desempenho zootécnico adequado.

O emulsificante (lecitina de soja e polietileno glicol ricinoleato) incluído nas dietas de frango, melhora a metabolizabilidade do extrato etéreo, EMA e EMAN aumentando a deposição de gordura na carcaça, sem benefícios ao desempenho das aves e índice de eficiência econômica.

AGRADECIMENTOS

À Fundação Amazônia Paraense – FAPESPA – pelo apoio financeiro para desenvolvimento da pesquisa.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUILAR, Y. M.; BECERRA, J. C.; BERTOT, R. R.; PELÁEZ, J. C.; LIU, G.; HURTADO, C. B. 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 and Environment**, v. 11, n. 1, p. 629–633, 2013.

AKIT, H.; COLLINS, C. L.; FAHRI, F. T.; HUNG, A. T.; D'SOUZA, D. N.; LEURY, B. J.; DUNSHEA, F. R. Dietary lecithin improves dressing percentage and decreases chewiness in the longissimus muscle in finisher gilts. **Meat Science**, v. 96, n. 3, p. 1147–1151, 2014.

ANDREOTTI, M. DE O.; JUNQUEIRA, O. M.; BARBOSA, M. J. B.; CANCHERINI, L. C.; ARAÚJO, L. F.; RODRIGUES, E. A. Intestinal transit time, performance, carcass characteristics and body composition in broilers fed isoenergy diets formulated with different levels of soybean oil | Tempo de trânsito intestinal, desempenho, característica de carcaça e composição corporal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 4, p. 870–879, 2004.

BARBOSA, H. P.; FIALHO, E. T.; FERREIRA, AL. S.; LIMA, G. J. M. M.; GOMES, M. F. M. Triguilho para suínos nas fases inicial de crescimento, crescimento e terminação. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v. 21, n. 5, p. 827–837, 1992.

BELLAVER, C.; FIALHO, E. T.; PROTAS, J. F. DA S.; GOMES, P. C. Radícula de malte na alimentação de suínos em crescimento e terminação. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v. 20, n. 8, 1985.

BLANCH, A.; BARROETA, A. C.; BAUCCELLS, M. D.; SERRANO, X.; PUCHAL, F. Utilization of different fats and oils by adult chickens as a source of energy, lipid and fatty acids. **Animal Feed Science and Technology**, v. 61, n. 1–4, p. 335–342, set. 1996.

CHO, J. H.; ZHAO, P.; KIM, I. H. 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**, v. 4, n. 10, p. 161, 2012.

D'SOUZA, D. N.; MULLAN, B. P.; PETHICK, D. W.; PLUSKE, J. R.; DUNSHEA, F. R. Nutritional strategies affect carcass and pork quality but have no effect on intramuscular fat content of pork. **Animal Production Science**, v. 52, n. 4, p. 276–282, 2012.

DETMANN, E.; SOUZA, M. A.; VALADARES FILHO, S. C.; QUEIROZ, A. C.; BERCHIELLI, T. T.; SALIBA, E. O. S.; CABRAL, L. S.; PINA, D. S.; LADEIRA, M. M.; AZEVEDO, J. A. G. **Métodos para análise de alimentos-Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia de Ciência Animal, INCT** Visconde do Rio Branco, MG: Suprema, 2012.

DIERICK, N.; DECUYPERE, J. Influence of lipase and/or emulsifier addition on

the ileal and faecal nutrient digestibility in growing pigs fed diets containing 4% animal fat. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 84, n. 12, p. 1443–1450, 20 set. 2004.

FERREIRA, A. F.; OLIVEIRA ANDREOTTI, M. DE; CARRIJO, A. S.; SOUZA, K. M. R. DE; FASCINA, V. B.; RODRIGUES, E. A.; ANDREOTTI, M. D. O.; CARRIJO, A. S.; SOUZA, K. M. R. DE; FASCINA, V. B.; RODRIGUES, E. A. Valor nutricional do óleo de soja, do sebo bovino e de suas combinações em rações para frangos de corte-DOI: 10.4025/actascianimsci. v27i2. 1224. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 27, n. 2, p. 213–219, 2008.

GAIOTTO, J.; MENTEN, J.; RACANICCI, A.; IAFIGLIOLA, M. Óleo de Soja, Óleo Ácido de Soja e Sebo Bovino Como Fontes de Gordura em Rações de Frangos de Corte. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, 2000.

GUERREIRO NETO, A.; PEZZATO, A.; SARTORI, J.; MORI, C.; CRUZ, V.; FASCINA, V.; PINHEIRO, D.; MADEIRA, L.; GONÇALVEZ, J. Emulsifier in broiler diets containing different fat sources. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v. 13, n. 2, p. 119–125, jun. 2011.

HU, L.; WU, X.; ZENG, Q.; DING, X.; ZHE, L.; ZHANG, K. Diets Supplemented With Soybean Lecith in Emulsifier Effect Growth Performance, Nutrient Availability and Serum Biochemical Índices of Broilers. **Chinese Journal of Animal Nutrition**, v. 24, n. 10, p. 1928–1938, 2012.

LARA, L. J. C. *et al.* Rendimento, composição e teor de ácidos graxos da carcaça de frangos de corte alimentados com diferentes fontes lipídicas. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 58, n. 1, p. 108–115, fev. 2006.

LIU, X.-C.; YANG, Z.-B.; YANG, W.-R.; JIANG, S.-Z.; ZHANG, G.-G. In vitro study of effects of emulsified oil on broiler feed quality. **Animal science journal = Nihon chikusan Gakkaihō**, v. 84, n. 3, p. 231–7, 1 mar. 2013.

MENDES, A. A.; MOREIRA, J.; OLIVEIRA, E. G. DE; GARCIA, E. A.; ALMEIDA, M. I. M. DE; GARCIA, R. G. Efeitos da energia da dieta sobre desempenho, rendimento de carcaça e gordura abdominal de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 6 SUPPL. 3, p. 2300–2307, 2004.

PAPADOPOULOS, G. A.; MÜLLER, K.; SCHERTLING, D.; BENEDETTO, M. DI. Supplementation of lysolecithin in combination with a multi-non-starch polysaccharides enzyme improves the feed efficiency during the post-weaning period in piglets. **Acta Agriculturae Scandinavica, Section A — Animal Science**, 1 dez. 2014.

POLYCARPO, G. V *et al.* Effects of lipid sources, lysophospholipids and organic acids in maize based broiler diets on nutrient balance, liver concentration of fat-soluble vitamins, jejunal microbiota and performance. **British Poultry Science**, n. just-accepted, p. 1–11, 22 set. 2016.

ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; DONZELE, J. L.; GOMES, P. C.; OLIVEIRA, R. T.; LOPES, D. C.; FERREIRA, A. S.; BARRETO, S. L. DE T.;

EUCLIDES, R. F. Brazilian tables for poultry and swine. **HS Rostagno. 3rd. edn. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Brazil, 2011.**

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. **Veterinary medicine international**, v. 2010, p. 262604, 2010.

SAKOMURA, N. K.; BLANCHI, M. DEL; PIZAURO, J. M.; CAFÉ, M. B.; FREITAS, E. R. Efeito da idade dos frangos de corte sobre a atividade enzimática e digestibilidade dos nutrientes do farelo de soja e da soja integral. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 4, p. 924–935, 2004.

SAKOMURA, N. K.; ROSTAGNO, H. S. **Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos**. 2^o ed. Jaboticabal: Funep, 2016.

SAS INSTITUTE INC. **SAS Institute Inc.SAS Institute Inc. MarketLine Company Profile**. [s.l: s.n.], 2016. Disponível em: <<http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=plh&AN=101476231&site=eds-live>>.

SCAIFE, J. R.; MOYO, J.; GALBRAITH, H.; MICHIE, W.; CAMPBELL, V. Effect of different dietary supplemental fats and oils on the tissue fatty acid composition and growth of female broilers. **British poultry science**, v. 35, n. 1, p. 107–18, 8 mar. 1994.

SILVA, R. R. DA; OLIVEIRA, T. T. DE; NAGEM, T. J.; PINTO, A. DA S.; ALBINO, L. F. T.; ALMEIDA, M. R. DE; MORAES, G. H. K. DE; PINTO, J. G. Efeito hipolipidêmico dos flavonóides naringina e rutina. **Arch. latinoam. nutr**, v. 51, n. 3, p. 258–264, 2001.

TAN, H. S.; ZULKIFLI, I.; FARJAM, A. S.; GOH, Y. M.; CROES, E.; KARMAKAR, S. Effect of exogenous emulsifier on growth performance, fat digestibility, apparent metabolisable energy in broiler chickens. **JOURNAL OF BIOCHEMISTRY, MICROBIOLOGY AND BIOTECHNOLOGY**, v. 4, n. 1, p. 7–10, 2016.

TANCHAROENRAT, P.; RAVINDRAN, V.; ZAEFARIAN, F.; RAVINDRAN, G. 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**, v. 186, n. 3–4, p. 186–192, 2013.

VANTRESS, C. Broiler performance and nutrition supplement. **Cobb-Vantress Inc., Arkansas**, 2008.

ZAEFARIAN, F.; ROMERO, L. F.; RAVINDRAN, V. 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**, v. 56, n. 5, p. 590–7, 19 jan. 2015.

ZAMPIGA, M.; MELUZZI, A.; SIRRI, F. Effect of dietary supplementation of lysophospholipids on productive performance, nutrient digestibility and carcass

quality traits of broiler chickens. **Italian Journal of Animal Science**, v. 15, n. 3, p. 521–528, 4 jul. 2016.

ZHANG, B.; HAITAO, L.; ZHAO, D.; GUO, Y. Lysophosphatidylcholine Increased Apparent Digestibility of Poultry Fat in Broiler Chicken Diet. **Chinese Journal of Animal Nutrition**, v. 3, p. 25, 2010.

ZHANG, B.; HAITAO, L.; ZHAO, D.; GUO, Y.; BARRI, A. 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**, v. 163, n. 2–4, p. 177–184, 2011a.

_____. 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**, v. 163, n. 2–4, p. 177–184, 11 fev. 2011b.

6. ARTIGO III- PARÂMETROS SÉRICOS, PESO DOS ÓRGÃOS INTERNOS E HISTOPATOLOGIA DE FRANGOS DE CORTE RECEBENDO DIETAS COM EMULSIFICANTE ³

RESUMO

Objetivou-se avaliar o efeito do óleo de aves e do sebo bovino em dietas com redução de energia metabolizável e a influência do emulsificante sobre os parâmetros do lipidograma sérico, órgãos internos e achados histopatológicos para frangos de corte. Foram utilizados um total de 1248 pintos machos de 1 dia de idade, distribuídos em seis tratamentos com oito repetições cada. Os animais foram submetidos a dietas com óleo de aves (OA) ou sebo bovino (SB), em tratamentos denominados controle (CON) com níveis de energia recomendados por Rostagno et al. (2011), dietas com redução de 200kcal/kg de energia metabolizável (RED) e dietas com redução de energia e inclusão de 0,1% de emulsificante (EMUL). Aos 21, 35 e 42 dias de idade das aves, foram analisadas as concentrações do lipidograma sérico. Ao completarem 42 dias de idade foi analisado o peso dos órgãos internos, e cortes histológicos do fígado, pâncreas, coração e intestino. As médias foram comparadas pelo teste F para contrastes ortogonais. Aos 21 dias de idade os teores de VLDL e triacilglicerol foram menores em aves alimentadas com óleo de aves (OA) quando incluído o emulsificante (EMUL). As aves alimentadas com dietas controle com sebo bovino (SBCON), tiveram maior peso relativo de próventrículo, intestino e baço quando comparadas às dietas com redução de energia e a deposição de gordura no fígado foi maior para aves com dietas com óleo de aves (21,7 g/ave) quando comparadas a dietas com sebo bovino (19,93 g/ave). A dieta com sebo bovino com inclusão de emulsificante levou ao aumento do número de achados de hepatite intersticial leve e discreta, hepatite portal discreta. O emulsificante provocou aumento dos achados de hepatite intersticial discreta e esteatose nas aves com dieta OA e SB.

PALAVRAS CHAVES: sebo bovino, esteatose macrovesicular, hepatite portal,

³ Diretrizes do Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition- ANEXO II

INTRODUÇÃO

Na avicultura moderna, a utilização de fontes de lipídios é componente essencial das dietas. O uso de emulsificante com substancial aproveitamento energético dos alimentos pode ser empregado para melhoria do desempenho de frangos de corte. Sabe-se que as gorduras de origem animal ricas em ácidos graxos saturados não são facilmente digeríveis para aves, quando comparado com os óleos vegetais insaturados (Poorghasemi *et al.*, 2013). Um significativo número de gorduras de diferentes fontes é estudado em nutrição de aves, não só do ponto de vista produtivo, mas também em relação a saúde e bem-estar dos animais.

O tipo de gordura na dieta afeta não apenas as características bioquímicas do sangue, mas também os órgãos com processos metabólicos complexos, particularmente o fígado (Krasnodębska-Depta e Koncicki, 2000). Assim, estudos sobre a composição sérica são essenciais para contribuir com o progresso da medicina aviária, com a realização de estudos que permitam a interpretação adequada das respostas do organismo e do acompanhamento de casos clínicos e de campo, para possíveis adoções de medidas visando a uma melhora no diagnóstico e nos índices zootécnicos (Schmidt *et al.*, 2007). No entanto, aspectos básicos relacionados à fisiologia e avaliações clínico-laboratoriais são pouco estudados (Gonçalves *et al.*, 2012).

A lecitina de soja tem sido associada a melhoras na metabolização de gordura pelo fígado das aves (Leveille *et al.* 1975), contudo poucos estudos têm aprofundado sobre os mecanismos de ação em aves de corte, em especial sobre a modificação histopatológica desses animais. Assim como o polietileno glicol ricinoleato, que tampouco foi registrado na literatura sua ação no organismo de frangos de corte, com estudos apenas relacionado a ação direta desse agente sobre o desempenho.

Objetivou-se avaliar o efeito do óleo de aves e do sebo bovino em dietas com redução de energia metabolizável e a influência do emulsificante sobre os parâmetros do lipidograma sérico, peso relativo dos órgãos internos e achados histopatológicos para frangos de corte.

MATERIAL E MÉTODOS

Os procedimentos experimentais foram executados após aprovação da Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA/Universidade Federal Rural da Amazônia, protocolo 007/2013). O emulsificante testado tem nome comercial de Liposorb®, fabricado por Polchen - Innovative Solution, contendo em sua composição 500g/kg de lecitina de soja (fosfatidilcolina e lisofosfadilcolina) e 500g/kg de polietileno glicol ricinoleato, conforme informado pelo fabricante.

Animais e dietas experimentais

Foi utilizado um total de 1248 pintos machos de um dia de idade, peso médio de 39,11 \pm 0,19 g, de linhagem Cobb, distribuídos em seis tratamentos com oito repetições cada, em box experimental com 26 aves.

O programa nutricional foi dividido em dietas iniciais de 1 a 21 dias de idade (**Tabela 4**), crescimento de 22 a 35 dias de idade (**Tabela 5**) e final de 36 a 42 dias de idade (**Tabela 6**). As dietas, fornecidas *ad libitum*, tinham em sua composição: milho moído, farelo de soja, fosfato bicálcico, calcário, sal, DL-metionina, L-lisina, DL-treonina, bicarbonato de sódio e premix mineral e vitamínico. As dietas foram formuladas para serem isonutritivas, com excessão dos valores de energia bruta, regulados de acordo com o tratamento.

Os animais foram alimentados com dietas com óleo de aves (OA) ou sebo bovino (SB), em tratamentos denominados controle (CON) com níveis de energia recomendados por Rostagno et al. (2011), dietas com redução de 200kcal/kg de energia metabolizável (RED) e dietas com redução de energia e inclusão de 0,1% de inclusão de emulsificante (EMUL).

Tabela 11 Dietas experimentais e composição calculada para a fase Inicial (1-21 dias), de frangos alimentados com óleo de aves (OA) e sebo bovino (SB), sob dietas controle (CON), com redução de energia da ração (RED) e redução de energia com inclusão de emulsificante (EMUL).

Ingredientes	Óleo de Aves (OA)			Sebo Bovino (SB)		
	Controle	Redução	Emulsificante	Controle	Redução	Emulsificante
Milho	55,08	55,51	55,51	53,44	56,15	56,15
Farelo de Soja	36,24	36,16	36,16	36,54	36,05	36,05
Fosfato Bicálcico	1,51	1,51	1,51	1,51	1,51	1,51
Calcário	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87
Gordura de Aves	3,95	1,50	1,50	0,00	0,00	0,00
Sebo Bovina	0,00	0,00	0,00	5,29	1,50	1,50
Sal	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23
Metionina	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32
Lisina	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24
Treonina	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
Inerte	0,50	2,61	2,51	0,50	2,08	1,98
Bicarbonato de Sódio	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37
Premix Mineral e Vitamínico ¹	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60
Emulsificante ²	0,00	0,00	0,10	0,00	0,00	0,10
Composição Calculada						
EM (MJ/kg)	12,76	11,92	11,92	12,76	11,92	11,92
Proteína Bruta (%)	21,20	21,20	21,20	21,20	21,20	21,20
Cálcio (%)	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84
Fosforo Disponível (%)	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
Lisina Digestível (%)	1,22	1,22	1,22	1,22	1,22	1,22

¹Composição mínima por kg do produto: Vitamina A 1.666.666.00UI; Vitamina B1 250.00mg; Vitamina B12 2.000.00µg; Vitamina B2 833.00mg; Vitamina B6 250.00mg; Vitamina D3 333.333.00UI; Vitamina E 2.500.00UI; Vitamina K3 416.00mg; Biotina 8.00mg; Colina 50.16g; Niacina 5.833.00mg; Ácido Fólico 100.00mg; Ácido Pantotênico 1.717.00mg; Cobalto 16.00mg; Cobre 1.000.00mg; Ferro 8.333.00mg; Iodo 166.00mg; Manganês 10.83g; Selênio 33.00mg; Zinco 7.500.00mg; Metionina 250.00g; Bacillus subtilis 50.000.000.000 UFC; Halquinol 5.000.00mg; Narasina 7.333.00mg; Nicarbazina 7.333.00mg. † Lecitina de Soja e Polietileno Glicol Ricinoleato.

Tabela 12 Dietas experimentais e composição calculada para a fase crescimento (22-35 dias), de frangos alimentados com óleo de aves (OA) e sebo bovino (SB), sob dietas controle (CON), com redução de energia da ração (RED) e redução de energia com inclusão de emulsificante (EMUL).

Ingredientes	Óleo de Aves (OA)			Sebo Bovino (SB)		
	Controle	Redução	Emulsificante	Controle	Redução	Emulsificante
Milho	58,01	61,21	61,21	55,99	61,85	61,85
Farelo de Soja	32,68	32,11	32,11	33,05	31,99	31,99
Fosfato Bicálcico	1,30	1,30	1,30	1,31	1,30	1,30
Calcário	0,83	0,84	0,84	0,83	0,84	0,85
Gordura de Aves	4,90	1,50	1,50	0,00	0,00	0,00
Gordura Bovina	0,00	0,00	0,00	6,57	1,50	1,50
Sal	0,22	0,21	0,21	0,22	0,21	0,21
Metionina	0,30	0,29	0,29	0,30	0,29	0,29
Lisina	0,24	0,24	0,24	0,22	0,25	0,25
Treonina	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,08
Inerte	0,50	1,27	1,17	0,49	0,74	0,63
Bicarbonato de Sódio	0,35	0,36	0,36	0,35	0,36	0,36
Premix Mineral e Vitamínico*	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60
Emulsificante [†]	0,00	0,00	0,10	0,00	0,00	0,10
Composição Calculada						
EM (MJ/kg)	13,17	12,34	12,34	13,17	12,34	12,34
Proteína Bruta (%)	19,80	19,80	19,80	19,80	19,80	19,80
Cálcio (%)	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76
Fosforo Disponível (%)	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35
Lisina Digestível (%)	1,13	1,13	1,13	1,13	1,13	1,13

^{*}Composição mínima por kg do produto: Vitamina A 1.333.333.00UI; Vitamina B1 166.00mg; Vitamina B12 1.666.00µg; Vitamina B2 666.00mg; Vitamina B6 166.00mg; Vitamina D3 300.000.00UI; Vitamina E 2.000.00UI; Vitamina K3 333.00mg; Biotina 6.00mg; Colina 36.0g; Niacina 4.666.00mg; Ácido Fólico 67.00mg; Ácido Pantotênico 1.717.00mg; Cobalto 16.00mg; Cobre 1.000.00mg; Ferro 8.333.00mg; Iodo 166.00mg; Manganês 10.83g; Selênio 33.00mg; Zinco 7.500.00mg; Metionina 233.33g; Bacillus subtilis 50.000.000.000 UFC; Halquinol 5.000.00mg; Salinomicina 10.99.00g. † Lecitina de Soja e Polietileno Glicol Ricinoleato.

Tabela 13 Dietas experimentais e composição calculada para a fase final (36-42 dias), de frangos alimentados com óleo de aves (OA) e sebo bovino (SB), sob dietas controle (CON), com redução de energia da ração (RED) e redução de energia com inclusão de emulsificante (EMUL).

Ingredientes	Óleo de Aves (OA)			Sebo Bovino (SB)		
	Controle	Redução	Emulsificante	Controle	Redução	Emulsificante
Milho	62,85	65,24	65,24	60,94	65,88	65,88
Farelo de Soja	28,70	28,27	28,27	29,05	28,16	28,16
Fosfato Bicálcico	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10
Calcário	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74
Gordura de Aves	4,63	1,50	1,50	0,00	0,00	0,00
Gordura Bovina	0,00	0,00	0,00	6,20	1,50	1,50
Sal	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
Metionina	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27
Lisina	0,26	0,27	0,27	0,26	0,27	0,27
Treonina	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
Inerte	0,51	1,67	1,57	0,50	1,12	1,02
Bicarbonato de Sódio	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36
Premix Mineral e Vitamínico*	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
Emulsificante [†]	0,00	0,00	0,10	0,00	0,00	0,10
Composição Calculada						
EM (MJ/Kg)	13,38	12,55	12,55	13,38	12,55	12,55
Proteína Bruta (%)	18,40	18,40	18,40	18,40	18,40	18,40
Cálcio (%)	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66
Fosforo Disponível (%)	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31
Lisina Digestível (%)	1,06	1,06	1,06	1,06	1,06	1,06

*Composição mínima por kg do produto: Vitamina A 1.660.000.00UI; Vitamina B1 100.00mg; Vitamina B12 2.000.00µg; Vitamina B2 800.00mg; Vitamina B6 200.00mg; Vitamina D3 333.000.00 UI; Vitamina E 2.330.00UI; Vitamina K3 400.00mg; Biotina 6.66mg; Colina 43.000.0mg; Niacina 5.660.00mg; Ácido Fólico 66.60mg; Ácido Pantotênico 1.830.00mg; Cobalto 26.60mg; Cobre 2.000.00mg; Ferro 15.600.00mg; Iodo 266.00mg; Manganês 17.300mg; Selênio 66.60mg; Zinco 12.000.00mg; Metionina 235.000.00mg; Bacillus subtilis 50.000.000.00 UFC. † Lecitina de Soja e Polietileno Glicol Ricinoleato.

Parâmetros Séricos

Aos 21, 35 e 42 dias de idade das aves, foi coletado 3 ml de sangue de uma ave por unidade experimental, por punção da veia braquial, utilizando-se tubos sem anticoagulante, sendo centrifugado a 3000 rpm por 10 minutos para separação do soro. As análises de perfil lipídico das amostras de soro foram realizadas utilizando kits comerciais colorimétricos (Labtest[®] Diagnóstica S.A. – Lagoa Santa – MG – Brazil) em analisador bioquímico automatizado (modelo BS-120, Mindray - China), para avaliação dos teores de lipoproteína de alta densidade (HDL), lipoproteína de baixa densidade (LDL), triacilglicerol (TG) e colesterol (CO). Os valores de lipoproteína de muito baixa densidade (VLDL) foram calculados pela divisão entre o teor de TG por cinco (Friedewald et al. 1972).

Avaliação dos Órgão Internos

Ao completarem 42 dias de idade, 16 aves por tratamento com o peso mais próximo a média da parcela foram abatidas, depenadas e evisceradas. O

coração, proventrículo, moela, intestinos, pâncreas e fígado foram removidos e pesados posteriormente sendo realizada a relação do peso do órgão ao peso vivo da ave. O fígado foi liofilizado e o extrato etéreo determinado pelo método Am 5-04 (AOAC, 2005), sendo então determinada a deposição de gordura no fígado, pela concentração de extrato etéreo e o peso em gramas.

Avaliação histopatológica

Foi realizada a avaliação histopatológica do fígado, pâncreas, coração e intestino. As amostras foram fixadas em solução de Davidson, para posterior desidratação em série alcoólica crescente, diafanização em três banhos de 20 minutos com xilol 100%, impregnação em parafina e inclusão. Os cortes histológicos foram obtidos em espessura de 5µm através de um micrótomo rotativo. As lâminas foram coradas com Hematoxilina e Eosina. A análise em microscopia óptica foi realizada por varreduras registrando-se alterações.

Análise Estatística

Os achados histopatológicos foram quantificados e relativizados em relação ao número total de achados, e expressos em porcentagens. Os dados de composição sérica e rendimentos de órgãos foram submetidos à ANOVA, pelo procedimento GLM do software SAS (SAS Institute, 2016). Utilizou-se o delineamento em blocos casualizados, com cinco blocos, sendo considerado o fator bloco as áreas do galpão em que os mesmos estavam localizados, com duas repetições por bloco.

As médias foram comparadas pelo teste F para contrastes ortogonais. Os grupos de contraste utilizados foram: dietas com óleo de aves versus dietas com sebo bovino (OA vs SB); dietas de óleo de aves controle versus redução de energia e redução com emulsificante (OACON vs OARED + SBEMUL); dietas de sebo bovino controle versus redução de energia e redução com emulsificante (SBCON vs SBRED + SBEMUL); dietas com redução de energia versus emulsificante para óleo de aves (OARED vs SBEMUL) e sebo bovino (SBRED vs SBEMUL). O valor de probabilidade de $P < 0,05$ foi descrito como estatisticamente significativo e de P entre 0,05 e 0,10 como tendência.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores de colesterol total, HDL, LDL não foram influenciados pelos tratamentos com emulsificante aos 21, 35 e 42 dias de idade (Tabela 14; Tabela 15; Tabela 16). Aos 21 dias de idade os teores de VLDL e triacilglicerol foram menores em aves alimentadas com óleo de aves (OA) quando incluído o emulsificante (EMUL) na dieta. O colesterol total e o LDL não apresentaram diferença para nenhum dos contrastes testados ($P>0,05$), estudos sugerem que a lecitina de soja, um fosfolipídio natural, tem propriedades hipocolesterolêmicas (Wilson, Meserve e Nicolosi, 1998), tendo essa ação relacionada a inibição da absorção de colesterol no intestino delgado, tal como sugerido por Iwata *et al.* (1992) e Spilburg *et al.* (2003). Contudo, a inclusão de lecitina de soja nas dietas testadas foi de 0,05g/kg. Huang, *et al.* (2008b) encontraram redução da concentração de colesterol total e LDL em dietas com inclusão de 2% de lecitina de soja.

Tabela 14 Parametros séricos de colesterol total, lipoproteínas de alta densidade (HDL), lipoproteínas de baixa densidade (LDL), lipoproteína de baixíssima densidade (VLDL) e triacilglicerol em aves aos 21 dias de frangos alimentados com óleo de aves (OA) e sebo bovino (SB), sob dietas controle (CON), com redução de energia da ração (RED) e redução de energia com inclusão de emulsificante (EMUL).

Tratamentos	Colesterol Total (mmol/L)	HDL (mmol/L)	LDL (mmol/L)	VLDL [†] (mmol/L)	Triacilglicerol [†] (mmol/L)
OA CON	3,26	2,17	0,44	0,18	0,88
OA RED	3,01	2,32	0,39	0,20	1,00
OA EMUL	3,12	2,46	0,37	0,12	0,61
SB com	3,04	2,16	0,36	0,20	0,98
SB RED	3,23	2,26	0,43	0,17	0,83
SB EMUL	3,02	2,05	0,42	0,17	0,85
SEM	0,06	0,05	0,02	0,01	0,04
Contrastes Ortogonais ($p>F$)					
OA vs SB	ns	***	ns	ns	ns
OACON vs (OARED+OAMUL)	ns	***	ns	ns	ns
SBCON vs (SBRED+SBEMUL)	ns	ns	ns	ns	ns
OARED vs OAEMUL	ns	ns	ns	**	**
SBRED vs SBEMUL	ns	ns	ns	ns	ns

[†]Significativo para ANOVA ($p<0,05$).

NS: $p>0,05$; * $p<0,05$; ** $p<0,01$; *** $p<0,001$.

A fonte de lipídeo apresentou tendência apenas para os teores de HDL na fase inicial (21 dias), na qual os animais que receberam dietas com sebo bovino tiveram redução de 6,3% em comparação a aves alimentadas com óleo de aves.

Isso se deve possivelmente ao fato de que lipídeos, com maior grau de insaturação, levam ao aumento das concentrações de HDL sendo característica do óleo de aves (Monfaredi, Rezaei e Sayyahzadeh, 2011). Estes resultados foram observados apenas na fase inicial; para as demais fases os resultados são similares aos reportados por Fan et al. (1995), os quais verificaram que a concentração de colesterol sérico não foi afetada por diferentes fontes de gordura.

As concentrações de lipídeos plasmáticos e lipoproteínas são indicativas da regulação metabólica em um estado de equilíbrio e do ajuste basal da circulação de ácidos graxos entre o tecido adiposo e fígado (Mossab *et al.*, 2002). Segundo Fascina et al. (2009), o sebo bovino aumenta a concentração de HDL sérico; por outro lado Silva et al. (2001), têm resultados similares aos encontrados neste estudo que não observou variação significativa nos valores de HDL de frangos de corte alimentados com óleo vegetal ou banha de porco. Para o óleo de aves, os resultados são coerentes aos descritos por Aghdam Shahriar et al. (2007), para aves alimentadas com dietas de 6% e 3% de inclusão de óleo de aves, não observando diferença quando comparado ao óleo de canola. Contudo, os valores encontrados no lipidograma sérico neste estudo são inferiores aos reportados por este autor.

Tabela 15 Parametros séricos de colesterol, lipoproteínas de baixa densidade (LDL), lipoproteínas de alta densidade (HDL), lipoproteína de baixíssima densidade (VLDL) e triacilglicerol em aves aos 35 dias de frangos alimentados com óleo de aves (OA) e sebo bovino (SB), sob dietas controle (CON), com redução de energia da ração (RED) e redução de energia com inclusão de emulsificante (EMUL).

Tratamentos	Colesterol Total (mmol/L)	HDL (mmol/L)	LDL (mmol/L)	VLDL [†] (mmol/L)	Triacilglicerol [†] (mmol/L)
OA com	3,15	2,18	0,73	0,17	0,83
OA RED	3,20	1,91	0,72	0,17	0,84
OA EMUL	3,26	2,36	0,78	0,15	0,76
SB CON	2,94	2,13	0,79	0,17	0,84
SB RED	2,99	2,15	0,65	0,16	0,79
SB EMUL	3,21	2,29	0,75	0,17	0,86
SEM	0,07	0,06	0,03	0,01	0,03
Contrastes Ortogonais (p>F)					
OA vs SB	ns	ns	ns	ns	ns
OACON vs (OARED+OAMUL)	ns	ns	ns	ns	ns
SBCON vs (SBRED+SBEMUL)	ns	***	ns	ns	ns
OARED vs OAEMUL	ns	ns	ns	ns	ns
SBRED vs SBEMUL	ns	ns	ns	ns	ns

[†]Significativo para ANOVA (p< 0.05).

NS:p>0,05; *p<0,05; **p<0,01; ***p<0,1.

Os valores médios encontrados neste estudo são maiores aos reportados por Ozdogan e Akst (2003), em dietas com 6% de inclusão de sebo bovino, mesmo para as dietas com redução de energia (menor inclusão de sebo). Portanto, contradizem os estudos que afirmam que os ingredientes da dieta podem ser manipulados para modificar os lipidogramas séricos de frangos (Blanch *et al.*, 1996).

Aos 42 dias, as aves que receberam dieta controle com óleo de aves apresentaram menor teor de VLDL e triacilglicerol, quando comparadas às dietas com redução de energia. A maior concentração de ácidos graxos poli-insaturados provenientes da dieta, sugere uma elevada atividade do metabolismo dos lipídeos e deposição de gordura abdominal, provocando a rápida oxidação de ácidos graxos poli-insaturados, reduzindo a concentração de triacilglicerol (Mohammed e Horniaková, 2011).

A redução de energia não modificou os parâmetros séricos de colesterol total, HDL e LDL de aves aos 42 dias, destoante dos resultados encontrados por Whitehead e Griffin (1982) que encontraram maiores concentrações desses parâmetros em aves alimentadas com dieta rica em gordura.

Tabela 16 Parametros séricos de colesterol, lipoproteínas de baixa densidade (LDL), lipoproteínas de alta densidade (HDL), lipoproteína de baixíssima densidade (VLDL) e triacilglicerol em aves aos 42 dias de frangos alimentadas com óleo de aves (OA) e sebo bovino (SB), sob dietas controle (CON), com redução de energia da ração (RED) e redução de energia com inclusão de emulsificante (EMUL).

Tratamentos	Colesterol Total (mmol/L)	HDL (mmol/L)	LDL (mmol/L)	VLDL [†] (mmol/L)	Triacilglicerol [†] (mmol/L)
OA CON	2,66	1,95	0,56	0,10	0,49
OA RED	3,05	2,15	0,64	0,16	0,79
OA EMUL	2,79	2,01	0,60	0,14	0,72
SB CON	2,62	2,01	0,58	0,14	0,71
SB RED	2,68	1,94	0,58	0,17	0,84
SB EMUL	2,60	1,84	0,65	0,14	0,69
SEM	0,06	0,03	0,03	0,01	0,03
Contrastes Ortogonais (p>F)					
OA vs SB	ns	ns	ns	ns	ns
OACON vs (OARED+OAMUL)	ns	ns	ns	**	**
SBCON vs (SBRED+SBEMUL)	ns	ns	ns	ns	ns
OARED vs OAEMUL	ns	ns	ns	ns	ns
SBRED vs SBEMUL	ns	ns	ns	ns	ns

[†]Significativo para ANOVA (p<0.05).

NS:p>0,05; *p<0,05; **p<0,01; ***p<0,1.

Os pesos relativos de coração, moela, fígado e gordura no fígado não foram influenciados pelas dietas (**Tabela 17**). Resultados similares foram encontrados por Oliveira Neto *et al.* (2000), afirmando que mesmo com modificações no consumo de ração os níveis de energia (de 3000 a 3300 kcal/kg) não influenciaram o peso desses órgãos, atribuindo esse resultado ao desenvolvimento normal das aves, não dependente dos níveis de energia das rações. O contraste entre as fontes de lipídeos mostra a maior deposição de gordura no fígado dos frangos alimentados com óleo de aves (21,7 g/ave), quando comparada com sebo bovino (19,93 g/ave).

Tabela 17 Peso relativo coração (COR), proventrículo (PRO), moela (MOE), intestino (INT), pâncreas (PAN, fígado (FIG), baço (BAÇ), gordura no fígado (GF) e deposição de gordura no fígado (DGF) de frangos alimentados com óleo de aves (OA) e sebo bovino (SB), sob dietas controle (CON), com redução de energia da ração (RED) e redução de energia com inclusão de emulsificante (EMUL).

Tratamentos	COR (%)	PRO (%)	MOE (%)	INT (%)	PAN [†] (%)	FIG (%)	BAÇ (%)	GF (%)	DGF [†] (g/ave)
OA CON	0,38	0,29	1,11	2,74	0,14	1,52	0,07	50,36	21,24
OA RED	0,39	0,29	1,10	2,68	0,16	1,57	0,07	52,71	22,03
OA EMUL	0,38	0,28	1,05	2,69	0,16	1,61	0,07	51,40	21,83
SB CON	0,37	0,31	1,06	2,85	0,16	1,49	0,08	50,27	19,46
SB RED	0,39	0,28	1,06	2,71	0,16	1,55	0,07	52,47	20,84
SB EMUL	0,40	0,28	1,11	2,57	0,16	1,50	0,07	52,86	19,51
SEM	0,00	0,00	0,01	0,04	0,00	0,02	0,00	0,81	0,43
Contrates Ortogonais (p>F)									
OA vs SB	ns	ns	ns	ns	***	ns	ns	ns	*
OACON vs (OARED+OAMUL)	ns	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns	ns
SBCON vs (SBRED+SBEMUL)	ns	*	ns	*	ns	ns	***	ns	ns
OARED vs OAEMUL	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
SBRED vs SBEMUL	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

[†]Significativo para ANOVA (p< 0.05).

NS:p>0,05; *p<0,05; **p<0,01; ***p<0,1.

As aves alimentadas com dietas controle com sebo bovino (SBCON), tiveram maior peso relativo de próventrículo, intestino e baço quando comparadas às dietas com redução de energia. Para o peso relativo do pâncreas observou-se uma tendência maior para aves alimentadas com sebo bovino (SB). Esse efeito pode ter ocorrido pela necessidade de maior liberação de enzimas pancreáticas para essas dietas, quando comparadas a dietas com óleo de aves, sabe-se que o aumento da produção enzimática está relacionada ao aumento do peso deste órgão (Maiorka *et al.* 2004).

Por outro lado, a deposição de gordura no fígado foi maior para aves com dietas com óleo de aves (21,7 g/ave) quando comparadas a dietas com sebo bovino (19,93 g/ave). Os resultados divergem de Peebles *et al.* (1997), que ao estudarem os efeitos da fonte de gordura na dieta (banha suína), não observaram modificações no peso dos órgãos mesmo com modificações no lipidograma sérico, estando mais relacionado ao padrões de crescimento das aves.

O emulsificante não modificou o peso relativo dos órgãos avaliados, assim como a deposição de gordura no fígado. Raju *et al.* (2011), avaliando farelo de arroz com inclusão de liolecitina de soja, não observaram efeito sobre a deposição de gordura no fígado. O emulsificante testado tem em sua composição uma associação entre lecitina de soja e o polietilenoglicol ricinoleato, sendo que os efeitos dessa segunda substância ainda são escassos na literatura.

O resultado da avaliação histopatológica demonstrou grande número de achados de hepatite nas aves avaliadas (**Tabela 18**). Observou-se assim uma grande incidência de esteatose macrovesicular para o fígado das aves que recebeu o tratamento com sebo bovino controle. A dieta com sebo bovino com inclusão de emulsificante levou ao aumento do número de achados de hepatite intersticial leve e discreta, hepatite portal discreta, possivelmente pelo maior aporte de gordura dietética via sistema porta.

Tabela 18 Ocorrências de alterações histopatológicas de frangos alimentados com óleo de aves (OA) e sebo bovino (SB), sob dietas controle (CON), com redução de energia da ração (RED) e redução de energia com inclusão de emulsificante (EMUL).

Tratamentos	Hepatite Intersticial Discreta (%)	Hepatite Intersticial Leve (%)	Hepatite Portal Discreta (%)	Esteatose Macrovesicular (%)
OA CON	7,46	1,49	5,97	0,00
OA RED	2,99	2,99	7,46	0,00
OA EMUL	8,96	1,49	5,97	1,49
SB CON	8,96	0,00	5,97	4,48
SB RED	2,99	0,00	1,49	2,99
SB EMUL	4,48	1,49	2,99	2,99

Segundo Tufarelli *et al.* (2015), o uso de gorduras de origem animal leva a alterações histopatológicas no fígado de aves, quando comparadas a dietas com óleos vegetais. Buettner *et al.* (2006), em estudos com ratos (Wistar),

associaram a inclusão de gorduras saturadas (gordura de coco e banha suína) com o aumento do número de casos de esteatose, o qual relacionado a alterações nos teores de triacilglicerol do fígado. No corrente estudo mesmo com os altos valores de achados relacionado a alterações no fígado das aves, os níveis séricos do lipidograma não foram modificados.

O emulsificante provocou aumento dos achados de hepatite intersticial discreta e esteatose nas aves com dieta OA, similar as dietas com SB, onde também aumentou os casos de hepatite intersticial leve e discretas. Não foram observadas alterações dignas de notação, quanto os tecidos do intestino, coração e pâncreas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGHDAM SHAHRIAR, H.; REZAEI, A.; LAK, A.; AHMADZADEH, A. Effect of dietary fat sources on blood and tissue biochemical factors of broiler. **Journal of Animal and Veterinary Advances**, v. 6, n. 11, p. 1304–1307, 2007.

BLANCH, A.; BARROETA, A. C.; BAUCCELLS, M. D.; SERRANO, X.; PUCHAL, F. Utilization of different fats and oils by adult chickens as a source of energy, lipid and fatty acids. **Animal Feed Science and Technology**, v. 61, n. 1–4, p. 335–342, set. 1996.

BUETTNER, R.; PARHOFER, K. G.; WOENCKHAUS, M.; WREDE, C. E.; KUNZ-SCHUGHART, L. A.; SCHÖLMERICH, J.; BOLLHEIMER, L. C. Defining high-fat-diet rat models: Metabolic and molecular effects of different fat types. **Journal of Molecular Endocrinology**, v. 36, n. 3, p. 485–501, 2006.

FAN, Q.; FENG, J.; WU, S.; SPECHT, K.; SHE, S. Nutritional evaluation of rice bran oil and a blend with corn oil. **Nahrung-Food**, v. 39, n. 5–6, p. 490–496, 1995.

FASCINA, V. B.; CARRIJO, A.; SOUZA, K.; GARCIA, A.; KIEFER, C.; SARTORI, J. Soybean Oil and Beef Tallow in Starter Broiler Diets. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 11, n. 4, p. 249–256, dez. 2009.

GONÇALVES ET AL 2012

GONÇALVES, F. G.; ZANINI, S. F.; FEITOSA, M. L.; GONÇALVES, E. P. M.; COLNAGO, G. L. **Efeito da pimenta rosa associada a diversas dosagens de antibióticos em frangos de corte**. *Ciência Rural*, 2 ago. 2012. Disponível em: <<http://revistas.bvs-vet.org.br/crural/article/view/21497>>. Acesso em: 18 out. 2012.

HUANG, J.; YANG, D.; GAO, S.; WANG, T. Effects of soy-lecithin on lipid metabolism and hepatic expression of lipogenic genes in broiler chickens. **Livestock Science**, v. 118, n. 1–2, p. 53–60, 2008.

IWATA, T.; HOSHI, S.; TAKEHISA, F.; TSUTSUMI, K.; FURUKAWA, Y.; SHUICHI, K. The effect of dietary safflower phospholipid and soybean phospholipid on plasma and liver lipids in rats fed a hypercholesterolemic diet. **Journal Nutricional Science Vitaminology**, v. 38, n. 5, p. 471–479, 1992.

MAIORKA, A.; SILVA, A. V. F. DA; SANTIN, E.; PIZAURO, J. M.; MACARI, M. Broiler breeder age and dietary energy level on performance and pancreas lipase and trypsin activities of 7-days old chicks. **International Journal of Poultry Science**, v. 3, n. 3, p. 234–237, 2004.

MOHAMMED, H. A.; HORNIÁKOVÁ, E. EFFECT OF USING SATURATED AND UNSATURATED FAT WITH MIXING. v. 1, n. 3, p. 309–322, 2011.

MONFAREDI, A.; REZAEI, M.; SAYYAHZADEH, H. Effect of supplemental fat in low energy diets on some blood parameters and carcass characteristics of broiler chicks. **South African Journal of Animal Science**, v. 41, n. 1, p. 24–32, 2011.

MOSSAB, A.; LESSIRE, M.; GUILLAUMIN, S.; KOUBA, M.; MOURROT, J.; PEINIAU, P.; HERMIER, D. Effect of dietary fats on hepatic lipid metabolism in the growing turkey. **Comparative biochemistry and physiology. Part B**,

Biochemistry & molecular biology, v. 132, n. 2, p. 473–483, 2002.

OLIVEIRA NETO, A. R. DE; OLIVEIRA, R. F. M. DE; DONZELE, J. L.; ROSTAGNO, H. S.; FERREIRA, R. A.; CARMO, H. M. DO. Níveis de energia metabolizável para frangos de corte no período de 22 a 42 dias de idade mantidos em ambiente termoneutro. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 4, p. 1132–1140, ago. 2000.

OZDOGAN, M.; AKST, M. Effects of Feeds Containing Different Fats on Carcass and Blood Parameters of Broilers. **Journal of Applied Poultry Research**, v. 12, n. 3, p. 251–256, 2003.

PEEBLES, E.; CHEANEY, J.; BRAKE, J.; BOYLE, C.; LATOUR, M.; MCDANIEL, C. Effects of added lard fed to broiler chickens during the starter phase. 2. Serum lipids. **Poultry Science**, v. 76, n. 12, p. 1648–1654, 1 dez. 1997.

POORGHASEMI, M.; SEIDAVI, A.; QOTBI, A. A. A.; LAUDADIO, V.; TUFARELLI, V. Influence of Dietary Fat Source on Growth Performance Responses and Carcass Traits of Broiler Chicks. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v. 26, n. 5, p. 705–710, 1 maio 2013.

RAJU, M.; RAMA RAO, S.; CHAKRABARTI, P.; RAO, B.; PANDA, A.; PRABHAVATHI DEVI, B.; SUJATHA, V.; REDDY, J.; SHYAM SUNDER, G.; PRASAD, R. Rice bran lysolecithin as a source of energy in broiler chicken diet. **British Poultry Science**, v. 52, n. 6, p. 769–774, 2011.

ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; DONZELE, J. L.; GOMES, P. C.; OLIVEIRA, R. T.; LOPES, D. C.; FERREIRA, A. S.; BARRETO, S. L. DE T.; EUCLIDES, R. F. Brazilian tables for poultry and swine. **HS Rostagno. 3rd. edn. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Brazil**, 2011.

SAS INSTITUTE INC. **SAS Institute Inc. SAS Institute Inc. MarketLine Company Profile**. [s.l.: s.n.], 2016. Disponível em: <<http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=plh&AN=101476231&site=eds-live>>.

SCHMIDT, E. M. S.; LOCATELLI-DITTRICH, R.; SANTIN, E.; PAULILLO, A. C. Patologia clínica em aves de produção - Uma ferramenta para monitorar a sanidade avícola - Revisão. **Archives of Veterinary Science**, v. 12, n. 3, p. 9–20, 2007.

SILVA, R. R. DA; OLIVEIRA, T. T. DE; NAGEM, T. J.; PINTO, A. DA S.; ALBINO, L. F. T.; ALMEIDA, M. R. DE; MORAES, G. H. K. DE; PINTO, J. G. Efeito hipolipidêmico dos flavonóides naringina e rutina. **Arch. latinoam. nutr**, v. 51, n. 3, p. 258–264, 2001.

SPILBURG, C. A.; GOLDBERG, A. C.; MCGILL, J. B.; STENSON, W. F.; RACETTE, S. B.; BATEMAN, J.; MCPHERSON, T. B.; OSTLUND, R. E. Fat-free foods supplemented with soy stanol-lecithin powder reduce cholesterolabsorption and LDL cholesterol. **Journal of the American Dietetic Association**, v. 103, n. 5, p. 577–581, 2003.

TUFARELLI, V.; BOZZO, G.; PERILLO, A.; LAUDADIO, V. Effects of feeding different lipid sources on hepatic histopathology features and growth traits of broiler chickens. **Acta Histochemica**, v. 117, n. 8, p. 780–783, 2015.

WHITEHEAD, C. C.; GRIFFIN, H. D. Plasma lipoprotein concentration as an indicator of fatness in broilers: effect of age and diet. **British poultry science**, v. 23, n. 4, p. 299–305, 3 jul. 1982.

WILSON, T. A.; MESERVEY, C. M.; NICOLosi, R. J. Soy lecithin reduces plasma lipoprotein cholesterol and early atherogenesis in hypercholesterolemic monkeys and hamsters: Beyond linoleate. **Atherosclerosis**, v. 140, n. 1, p. 147–153, 1998.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS E IMPLICAÇÕES

- I. As fontes lipídicas modificam a metabolizabilidade de nutrientes para frangos de corte, o óleo de aves tem potencial na substituição ao óleo de soja, mais estudos devem ser feitos para investigar os possíveis efeitos sensoriais na carne desses animais.
- II. O emulsificante avaliado a base de lecitina de soja e polietileno glicol ricinoleato, mesmo tendo efeito sobre a valorização de energia e aumento da deposição de gordura não melhoram o desempenho de aves aos 42 dias de criação.
- III. As dietas com óleo de aves tiveram bom desempenho econômico para frangos de corte, confirmando a inclusão sobre dietas para aves. O sebo bovino pode aumentar a mortalidade dos animais, tornando questionável sua aplicação na avicultura convencional.
- IV. Dietas com sebo bovino aumentam o numero de casos de modificações histológicas no fígado de aves, estudos mais aprofundados são necessários para entender como essas modificações implicam no status sanitário do plantel.

ANEXO I

19/08/2016

Rev. Bras. Cienc. Avic. - Instruções aos autores



ISSN 1516-635X *versão impressa*
ISSN 1806-9061 *versão on-line*

INSTRUÇÕES AOS AUTORES

- [Escopo e política](#)
- [Normas editoriais](#)
- [Layout do manuscrito](#)

Escopo e política

A publicação da Revista Brasileira de Ciência Avícola é coordenada pela comissão editorial da FACTA (Fundação APINCO de Ciência e Tecnologia Avícolas). Todas as conclusões e resultados publicados são de responsabilidade integral do(s) autor(es).

A Revista Brasileira de Ciência Avícola é publicada trimestralmente e aceita apenas trabalhos originais de pesquisa que sejam relevantes à área de ciência avícola. As áreas consideradas para publicação são: Bioquímica e Biologia Celular; Construção, Ambiente e Bem-estar; Aves Silvestres; Produção e Manejo; Imunologia, Doenças Avícolas e Controle; Aves de Postura e Produção de Codornas; Nutrição; Fisiologia, Genética, Reprodução e Incubação; Tecnologia, Processamento e Segurança Alimentar.

O objetivo principal da Revista é o de publicar artigos científicos e técnicos completos, assim como revisões de literatura na área de ciência avícola, escritos por pesquisadores e especialistas da área. Os autores que gostariam de publicar uma revisão de literatura, um editorial ou uma revisão técnica devem entrar em contato com o editor da Revista.

Todos os manuscritos devem ser enviados em inglês. Os artigos são avaliados por revisão de pares de modo confidencial e imparcial.

O envio de um manuscrito à Revista Brasileira de Ciência Avícola significa que:

1. O artigo nunca foi publicado.
2. O artigo não está sendo enviado para publicação em outro lugar.
3. Todos os autores aprovaram o envio do artigo a Revista Brasileira de Ciência Avícola.
4. Todos os autores obtiveram permissão para publicar por parte dos empregadores ou instituições às quais são filiados.
5. As permissões necessárias, incluindo a aprovação ética, foram obtidas. Serão desconsiderados os trabalhos que descrevam experimentos que demonstram uma falta de preocupação com os padrões éticos e de bem estar animal.

O manuscrito deve ser enviado pelo sistema ScholarOne: <https://mc04.manuscriptcentral.com/rbca-scielo>, as outras correspondências devem ser enviadas preferencialmente por email ou por correio para:

Brazilian Journal of Poultry Science
FACTA - Fundação APINCO de Ciência e Tecnologia Avícolas
Avenida Andrade Neves, 2501
13070-001 – Campinas, SP, Brasil
Tel. 55 (19) 3243-6555
Fax. 55 (19) 3243-8542
E-mail: revista@facta.org.br

Normas editoriais

Artigos científicos

O manuscrito deve conter os resultados de pesquisas originais que contribuem de modo relevante para o avanço da ciência avícola. Se alguma parte dos resultados já tiver sido publicada anteriormente como um resumo ou pequeno trabalho em algum evento científico, esta informação precisa constar no trabalho. Manuscritos que tragam novos conceitos, metodologias ou abordagens experimentais inovadoras terão prioridade.

O manuscrito deve ter as seguintes sessões:

Título
Autor(es)
Endereço para correspondência
Resumo
Palavras-chave
Introdução
Materiais e métodos
Resultados
Discussão
Referências
Agradecimentos que devem ser incluídos após a Discussão

As sessões Resultados e Discussão podem ser apresentadas em conjunto. O resumo deve ter no máximo 250 (duzentas e cinquenta) palavras. As palavras-chave devem vir imediatamente após o resumo, em ordem alfabética, devem ser no máximo 5 (cinco) e devem ser palavras ou expressões que identifiquem o conteúdo do artigo.

Notas técnicas e Estudos de caso

Notas técnicas e estudos de caso devem ter a mesma estrutura de artigos científicos, incluindo as sessões (Introdução, Resumo, Material e métodos, Resultados, Discussão, Agradecimentos e Referências). Estas devem ser apresentadas em um texto com no máximo 1000 (mil) palavras, sem contar o Resumo e Referências, e não devem conter mais de três figuras e/ou tabelas.

Artigos técnicos

Artigos técnicos devem apresentar o desenvolvimento de novas metodologias e/ou técnicas que possam ser utilizadas de modo a contribuir para a área de ciência avícola. Estes artigos devem ter todas as sessões dos artigos científicos.

Editoriais e Revisões de convidados

Editoriais e Revisões de convidados serão publicadas somente através de convite. As revisões devem seguir as normas editoriais dos artigos científicos, porém sem as sessões Materiais e Métodos, Resultados e Discussão.

Layout do Manuscrito

1. Formato: cada manuscrito original deve ser devidamente identificado pelo título e nome(s) do(s) autor(es). A fonte utilizada deve ser Arial (tamanhos de fonte: 16pt para o título, 14pt para os subtítulos no corpo do texto e 12pt para o corpo do texto), em espaçamento duplo e em papel A4 (21,0 x 29,7cm) com margens de 1,5 cm. As linhas e páginas devem ser numeradas consecutivamente. O manuscrito deve ser salvo em .doc (Microsoft Word ou editor de texto compatível). Somente nomenclaturas oficiais e reconhecidas serão aceitas. Abreviações não devem ser utilizadas no título.

2. folha de rosto: todos os manuscritos devem ter uma folha de rosto com o título, o(s) nome(s) completo(s) do(s) autor(es) e a instituição de origem. Uma nota de rodapé com o endereço para correspondência completo e o email do autor a quem principal deve ser incluída nesta página.

3. Tabelas: as tabelas devem ser numeradas consecutivamente em números indo-arábicos e devem ter um título descritivo. Todas as explicações devem ser dadas em uma legenda imediatamente abaixo da figura. Todas as abreviações que apareçam na tabela devem ser explicadas nesta legenda, mesmo que sejam também explicadas no corpo do texto. As tabelas devem poder ser compreendidas sem qualquer referência ao corpo do texto.

4. Ilustrações (fotografias, gráficos e desenhos): as ilustrações devem ser numeradas consecutivamente em números indo-arábicos e devem ser enviadas no mesmo documento (arquivo) mas em páginas separadas, que devem também trazer o nome do artigo, o(s) nome(s) do(s) autor(es) e a indicação do local no corpo do texto onde a ilustração deve aparecer. Fotografias, figuras e material escaneado devem ser enviados em alta resolução (no mínimo 600 dpi) e no formato .tif ou .jpg. As figuras serão publicadas em preto e branco. Um acordo em relação aos custos da impressão colorida deve ser firmado caso o autor deseje publicar as ilustrações coloridas.

5. Unidades: o Sistema Internacional de Unidades (SI) deve ser usado para medidas e abreviações.

6. Referências: as referências devem aparecer em ordem alfabética de acordo com o sobrenome do autor. A lista completa de referências deve ser mencionada. Todos os autores de cada artigo devem ser citados.

Exemplos:

Bakst MR, Gupta K, Akuffo V. Comparative development of the turkey and chicken embryo from cleavage through hypoblast formation. *Poultry Science* 1997; 76(1):83-90.

Bouzoubaa K, Nagaraja KV. Epidemiological studies on the incidence of salmonellosis in chicken breeder/hatchery operations in Morocco. In: Snoeyenbos GH, editor. *Proceedings of the International Symposium on Salmonella*; 1984; Kenneth Square, PA: American Association Avian Pathologists; 1985. p.337.

Briceno WNO, Guimarães FCR, Cruz FGG. Efeitos da densidade populacional de frangos de corte em época quente no município de Manaus. In: 10o Congresso Brasileiro de Avicultura; 1987; Natal, Rio Grande do Norte. Brasil. p. 131-2.

Gabriel JE. Efeitos do nível energético da ração e do estresse térmico na expressão da proteína de choque térmico Hsp70 e nos níveis do seu mRNA no fígado de frangos de corte em diferentes estágios de desenvolvimento. [Dissertation]. Jaboticabal (SP): Universidade Estadual Paulista; 1996.

Ginsburg M. Primordial germ cell development in avians. *Poultry Science* 1997; 76(1):91-5.

Simon VA, Oliveira C. Vacinação em avicultura através da água de bebida. In: Macari M, editor. *Água na avicultura industrial*. Jaboticabal: Funep-Unesp; 1996. p. 73-85.

Summers JD, Leeson S. *Commercial poultry nutrition*. 2 ed. New York; N.Y / State Manual Book & Periodical Services; 1997.

7. Citações no corpo do texto: o sobrenome do autor deve ser seguido pelo ano em parênteses. No caso de dois autores, os dois sobrenomes devem aparecer. No caso de mais de dois autores, a citação deve ser feita usando-se o sobrenome do primeiro autor seguido pela expressão *et al.* (em itálico).

Exemplos:

Simon (1996)

Silva & Silva (1988)

Briceno et al. (1987)

8. nomes científicos de microorganismos: seguir as recomendações do Berg's Manual

9. Taxas: A Revista Brasileira de Ciência Avícola não cobra taxa para submissão, somente a taxa para publicação que é de US \$ 400,00 (quatrocentos dólares) por artigo aprovado.

10. Versão editorada: Uma versão editorada e diagramada será enviada ao autor cujos dados para correspondência aparecem na página de rosto do manuscrito. Eventuais correções feitas pelo autor nesta versão devem ser retornadas em até três dias, preferencialmente via fax. O editor se reserva o direito de enviar o manuscrito para a impressão sem o envio da versão editorada ao autor. O editor não deve ser considerado responsável por eventuais erros que apareçam no artigo publicado.

11. Direitos autorais: a transferência dos direitos autorais do artigo à FACTA é uma das condições para publicação na Revista Brasileira de Ciência Avícola. Os autores podem usar o artigo após a publicação sem autorização prévia da FACTA contanto que os devidos créditos sejam dados à Revista como o local original de publicação. Os autores são responsáveis pela obtenção de permissões para reproduzir no artigo materiais de outras fontes que sejam protegidos por direitos autorais.

[\[Home\]](#) [\[Sobre esta revista\]](#) [\[Corpo editorial\]](#) [\[Assinaturas\]](#)



Todo o conteúdo do periódico, exceto onde está identificado, está licenciado sob uma [Licença Creative Commons](#)

**Av. Andrade Neves, 2501 - Castelo
13070-002 Campinas SP Brasil
Tel.: (55 19) 3243-6555
Fax.: (55 19) 3243-8542**



rvfacta@terra.com.br

ANEXO II



Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition

Author Guidelines

Downloads: [Copyright Transfer Agreement](#); [Colour Work Agreement Form](#); [Page Charge Form](#)

The *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition* employs a plagiarism detection system. By submitting your manuscript to the Journal you accept that your manuscript may be screened for plagiarism.



1. GENERAL

As an international forum for hypothesis-driven scientific research, the journal publishes original papers on basic research in the fields of animal physiology, the biochemistry and physiology of nutrition, animal nutrition, feed technology, and feed preservation. In addition, reviews of the most important specialized literature are included. The language of publication is English.

2. SUBMISSION AND ACCEPTANCE OF MANUSCRIPTS

Manuscripts should be submitted electronically via the online submission site [ScholarOne Manuscripts \(formerly known as Manuscript Central\)](#). The use of an online submission and peer review site speeds up the decision-making process, enables immediate distribution and allows authors to track the status of their own manuscripts. If assistance is needed (or if for some reason online submission is not possible), the Editorial Office can be contacted and will readily provide any help users need to upload their manuscripts.

Editorial Office:
Prof. Dr. Michel Goldberg
University of Munich, Munich, Germany
e-mail: m.goldberg@tele2.de

2.1 Online Submission

To submit a manuscript, please follow the instructions below.

Getting Started

1. Launch your web browser (Internet Explorer 5 or higher or Netscape 7 or higher) and go to the journal's ScholarOne Manuscripts homepage (<http://mc.manuscriptcentral.com/japan>).
2. Log-in or click the "Create Account" option if you are a first-time user of ScholarOne

Manuscripts.

3. If you are creating a new account.

- After clicking on "Create Account", enter your name and e-mail information and click "Next". Your e-mail information is very important.

- Enter your institution and address information as appropriate, and then click "Next."

- Enter a user ID and password of your choice (we recommend using your e-mail address as your user ID), and then select your area of expertise. Click "Finish".

4. Log-in and select "Author Center."

Submitting Your Manuscript

5. After you have logged in, click the "Submit a Manuscript" link in the menu bar.

6. Enter data and answer questions as appropriate. You may copy and paste directly from your manuscript and you may upload your pre-prepared covering letter.

7. Click the "Next" button on each screen to save your work and advance to the next screen.

8. Give the contact details of at least three reviewers who are independent from your group.

9. Upload your files:

- Click on the "Browse" button and locate the file on your computer.

- Select the designation of each file in the drop down next to the Browse button.

- When you have selected all files you wish to upload, click the "Upload Files" button.

10. Review your submission (in PDF format) before sending to the Journal. Click the "Submit" button when you are finished reviewing.

You may suspend a submission at any phase before clicking the "Submit" button and save it to submit later. After submission, you will receive a confirmation e-mail. You can also access ScholarOne Manuscripts at any time to check the status of your manuscript. The Journal will inform you by e-mail once a decision has been made.

Manuscripts should be uploaded as Word (.doc) or Rich Text Format (.rtf) files (not write-protected) plus separate figure files. GIF, JPEG, PICT or Bitmap files are acceptable for submission, but only high-resolution TIF or EPS files are suitable for printing. The files will be automatically converted to a PDF document on upload and will be used for the review process. The text file must contain the entire manuscript including title page, abstract, text, references, tables, and figure legends, but *no* embedded figures. Figure tags should be included in the file. Manuscripts should be formatted as described in the Author Guidelines below.

2.2 Copyright

Authors submitting a paper do so on the understanding that the work and its essential substance have not been published before and that a substantially similar manuscript is not being considered for publication elsewhere. The submission of the manuscript by the authors means that the authors automatically agree to assign all copyright to Wiley-Blackwell, if and when the manuscript is accepted for publication. The work shall not be published elsewhere in any language without the written consent of the publisher. The articles published in this journal are protected by copyright, which covers translation rights and the exclusive right to reproduce and distribute all of the articles printed in

the journal. No material published in the journal may be stored on microfilm or videocassettes, in electronic databases and the like, or reproduced photographically without the prior written permission of the publisher. (Papers subject to government or Crown copyright are exempt from this requirement; however, the form still has to be signed).

Correspondence to the journal is accepted on the understanding that the contributing author licences the publisher to publish the letter as part of the journal or separately from it, in the exercise of any subsidiary rights relating to the journal and its contents. A completed [Copyright Transfer Agreement](#) (CTA) needs to be mailed, email or faxed to the Production Editor at the address below. This needs to be submitted only **upon acceptance**. Please do not submit CTAs at submission.

The Copyright Transfer Agreement should be sent to:

Wiley-Blackwell
At: Enrico Jay Ventura
Journal Content Management
Wiley Services Singapore Pte Ltd
1 Fusionopolis Walk
#07-01 Solaris South Tower
Singapore 138628
T: +65 6643 8475
F: +65 6643 8008
Email: jpn@wiley.com

2.3 Page Charges

Starting in 2011, original research articles exceeding 8 pages when in proof will be subject to a page charge of GBP100 per additional page. The first 8 print pages will be published free of charge. An average 8-page article will have approximately 6300 words in manuscript, with approximately 5 figures or tables and 40 references. Once your article has been typeset and you receive confirmation of the page extent, please complete the [Page Charge Form](#) if your article exceeds 8 pages. An invoice will be sent to authors for these charges upon print publication of their article. Invited and review articles are excluded from this charge.

2.4 OnlineOpen

OnlineOpen is available to authors of primary research articles who wish to make their article available to non-subscribers on publication, or whose funding agency requires grantees to archive the final version of their article. With OnlineOpen, the author, the author's funding agency, or the author's institution pays a fee to ensure that the article is made available to non-subscribers upon publication via Wiley Online Library, as well as deposited in the funding agency's preferred archive. For the full list of terms and conditions, see http://wileyonlinelibrary.com/onlineopen#OnlineOpen_Terms

Any authors wishing to send their paper OnlineOpen will be required to complete the payment form available from our website at:

<https://onlinelibrary.wiley.com/onlineOpenOrder>

Prior to acceptance there is no requirement to inform the Editorial Office that you intend to publish your paper OnlineOpen if you do not wish to. All OnlineOpen articles are treated in the same way as any other article. They go through the journal's standard peer-review process and will be accepted or rejected based on their own merit.

3. REQUIREMENTS FOR MANUSCRIPTS

3.1. Types of Articles

Original Articles

Original articles represent the most common form of articles published in the journal. Typically they describe the results of experiments carried out in order to test a novel hypothesis. Original articles should contain the following sections: Summary, Introduction, Materials and Methods, Results, Discussion, References.

Review Articles

The journal welcomes review articles on topics of high current interest within the scope of the journal. Review articles must also include a Summary, Introduction and References, but the other headings may be chosen depending on the structure of the article.

Short Communications

Short communications are brief articles that present particularly novel or exciting results, introduce new theories or ideas, or offer new methodological approaches. This format provides an opportunity for authors to (a) provide important results in concise form or (b) introduce significant new concepts or methods that are supported by a limited empirical data set. The papers should be highly original and represent ideas that will challenge current paradigms or approaches. They should stimulate thought, serving as precursors to new research programs or working groups. In these manuscripts the headings required for original articles may be omitted, but the structure of the paper should more or less be the same. The length of the short communication should not exceed 3500 words plus 1-2 tables or figures.

3.2. General Guidelines on Format

Prepare your manuscript by numbering lines and pages consecutively and use double spacing throughout the text body. It is strongly advised that you consult other articles in the journal showing the format required. A free sample issue of the journal can be accessed for this purpose from the link at the left of the [home page](#).

Title page:

The title should not exceed 35 words. Please provide a short title of 60 characters or less for the running head. List all the authors and their affiliations, and indicate the

corresponding author by a footnote named “correspondence” where name, the complete postal address, telephone and fax numbers as well as e-mail address are given.

Summary:

The summary should not exceed 300 words, while giving the major objectives, methods, results, conclusions and practical applications of the research.

Keywords:

Include up to 6 keywords. Keywords will be used for indexing purposes, as will the title; therefore please select words that are not included in the title.

Acknowledgements:

Include any acknowledgement before the reference list.

Figures and table captions:

Each figure and table must have a reference in the text and should be numbered in accordance with their appearance in text. Please do not insert figures into the text file. The legends of all figures should be given on a separate page after the list of references.

Tables:

Use separate pages for each table and put them at the end of the manuscript. Use no vertical lines and few horizontal lines (mainly above and below the table heading and at the end of the table). Footnotes have to be written below the table body. They should be given by using the following symbols in this order: *, †, ‡, §, ¶, **, ††, ‡‡, etc.

3.3. Statistics, Units, Abbreviations and Nomenclature

Descriptions of the statistical evaluation of results should be accompanied by the name of the computer software and the procedures applied (one- two-factorial ANOVA, Tukey's test etc.). Average values given in tables should be accompanied by the standard deviation (SD) values, or in experiments where the greater number of samples (animals, units etc.) have been considered, the SEM value as well as probability P should be given.

All units of measurement must follow the SI system. Concentrations of solutions should be given as molar concentrations. All other concentrations should be expressed as percentages.

Abbreviations of biological, medical, chemical, and other terms should only be used when such abbreviations are both internationally recognized and unambiguous. The first use of an abbreviation must be explained by also giving the unabbreviated term.

All biological, medical, chemical, and other names should be given in keeping with the latest international nomenclature. If an animal is being mentioned in the text for the first time, the binomial name should be given, e.g. carp (*Cyprinus carpio* L.). Thereafter, this can be abbreviated to *C. carpio*.

3.4. Figures and Illustrations

Do not display the same information in both a table and figure. Use separate pages for each figure and illustration.

Figures should be saved in a neutral data format such as TIFF or EPS. Powerpoint and Word graphics are unsuitable for reproduction. Please do not use any pixel-oriented programmes. Scanned figures (only in TIFF format) should have a resolution of 300 dpi (halftone) or 600 to 1200 dpi (line drawings) in relation to the reproduction size. Photographic material should be of such quality that high-contrast reproductions can be made; photostats of photographs are unacceptable.

Figures printed in colour are subject to an added charge. Colour print charges are explained on the [Colour Work Agreement Form](#). Colour graphics should be created using the CMYK colour palette (print colours), not RGB (monitor colours). There is a charge for alterations to figures when carried out by the publisher.

Please note that figures will generally be reduced to fit within the column-width or the print area. This means that numbering and lettering must still be readable when reduced (e.g. maps) and that the scale might not correspond with the original (microscopic pictures), thereby invalidating references to scale in the text.

Graphs with an x and y axis should not be enclosed in frames; only 2-dimensional representations.

Do not forget the labels and units. Captions for the figures should give a precise description of the content and should not be repeated within the figure. If figures or tables are taken from another publication, the source must be mentioned.

3.5. References

Each original contribution and short communication should contain a bibliography, reduced to the essential minimum. All references in text must have a corresponding bibliographic entry in the list of references. The name of a journal in which a paper appears should be written out in full.

The references should be given in alphabetical order, and should give the full title of the paper. If there is more than one reference by the same author(s) the name(s) must not be substituted by a dash but given in full. Prefixed names such as O'Brien, Van der Fecht, D'Estaing etc. should be arranged on the basis of the first letter of the main part of the name, thus, D'Estaing would appear under 'E', not 'D'. Anonymous articles should be cited at the beginning of the bibliography.

References should be given in the following form:

a. From journals: Surname, initials of the author(s) first name(s), year of publication, title of article, title of journal, volume number in bold, page range of the article. Please pay attention to the punctuation in the following example:

Revy, P.S.; Jondreville, C.; Dourmad, J.Y.; Guinotte, F.; Nys, Y., 2002: Bioavailability of two sources of zinc in weanling pigs. *Animal Research* **51**, 315–326.

b. From books and other non-serial publications: Surname, initials of author(s) first name(s), year of publication: title, edition number (if it is not the first edition), volume number (if the title contains more than one volume), publisher, and place of publication. Please pay attention to the punctuation in the following examples:

Underwood, E. J.; Suttle, N. F., 1999: *The Mineral Nutrition of Livestock*, 3rd edn. CABI publishing, NY, USA.

Citations from handbooks, serial books, and proceedings must contain the names of the editors:

Edwards, C., 1990: Mechanisms of action on dietary fibre on small intestinal absorption and motility. In: Furda, I. (ed.), *New Developments in Dietary Fiber*. Plenum Press, New York. *Advances in Experimental Medicine and Biology* Vol. 270, 95–104.

Unpublished works must have already been accepted for publication and marked as 'in press'. The citation of personal communications and unpublished data must be confined to the body of the text.

Within the text, citations should be made by putting the surname of the author and the year of publication in parentheses, e.g. (Kienzle, 1998). With two authors, the surnames of the authors should be given, e.g. (Kienzle and Maiwald, 1998); with more than two authors, the surname of the first author should be given and followed by 'et al.', e.g. (Kirchgessner et al., 1998). If the author(s) name(s) are given within the context of the script, the year of publication should be given in parentheses, e.g. ...as described by Kienzle and Maiwald, (1998).

If various publications by the same author(s) and published in the same year are cited, a, b, c etc. must be added to the year of publication, e.g. (Kirchgessner et al., 1998 a, b). This lettering must also correspond to the same lettering within the bibliography.

We recommend the use of a tool such as [EndNote](#) or [Reference Manager](#) for reference management and formatting.

EndNote reference styles can be searched for here:

<http://www.endnote.com/support/enstyles.asp>

Reference Manager reference styles can be searched for here:

<http://www.refman.com/support/rmstyles.asp>

3.6. Animal Experiments

Animal experiments are to be undertaken only with the purpose of advancing knowledge and in a manner that avoids unnecessary discomfort to the animals by the use of proper management and laboratory techniques. They shall be conducted in compliance with federal, state and local laws and regulations, and in accordance with the internationally accepted principles and guidelines for the care and use of agricultural, laboratory or experimental animals.

In the interests of the reproducibility of results, accurate information about any test animals used in the experiments (origin, genotype, etc.), as well as information about the housing conditions (diet, environment, etc.), should be given.

3.7. Use of the English Language

Authors whose native language is not English should have a native English speaker read and correct their manuscript. Spelling and phraseology should conform to standard British usage and should be consistent throughout the paper. A list of independent suppliers of editing services can be found at http://authorservices.wiley.com/bauthor/english_language.asp. All services are paid for and arranged by the author, and use of one of these services does not guarantee acceptance or preference for publication.

4. AFTER ACCEPTANCE

4.1 Proof Correction

When the proof is ready for correction, the corresponding author will receive an email alert containing a link to a web site. A working email address must therefore be provided for the corresponding author. The proof can be downloaded as a PDF (portable document format) file from this site. Acrobat Reader will be required in order to read this file. This software can be downloaded (free of charge) from the following Web site:

www.adobe.com/products/acrobat/readstep2.html

This will enable the file to be opened, read on screen, and printed out in order for any corrections to be added. Further instructions will be sent with the proof. Hard copy proofs will be posted if no e-mail address is available; in your absence, please arrange for a colleague to access your e-mail to retrieve the proofs. Proofs must be returned to the Production Office within three days of receipt.

As changes to proofs are costly, we ask that you only correct typesetting errors. Excessive changes made by the author in the proofs, excluding typesetting errors, will be charged separately. Other than in exceptional circumstances, all illustrations are retained by the publisher.

4.2 Offprints

A PDF offprint of the online published article will be provided free of charge to the corresponding author, and may be distributed subject to the Publisher's terms and conditions. Additional paper offprints may be ordered online. Please click on the following link, fill in the necessary details and ensure that you type information in all of the required fields.

http://offprint.cosprinters.com/cos/bw/main.jsp?SITE_ID=bw&FID=USER_HOME_PG

If you have queries about offprints please email offprint@cosprinters.com

4.3 Early View (Publication Prior to Print)

The Journal is covered by Wiley-Blackwell's Early View service. Early View articles are complete full-text articles published online in advance of their publication in a printed issue. Early View articles are complete and final. They have been fully reviewed, revised and edited for publication, and the authors' final corrections have been incorporated. Because they are in final form, no changes can be made after online publication. The nature of Early View articles means that they do not yet have volume, issue or page numbers, so Early View articles cannot be cited in the traditional way. They are therefore given a Digital Object Identifier (DOI), which allows the article to be cited and tracked before it is allocated to an issue. After print publication, the DOI remains valid and can continue to be used to cite and access the article.

4.4 Author Services

Online production tracking is available for your article once it is accepted by registering with [Wiley-Blackwell's Author Services](#).