

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

GIOVANNA LAUER SCHNEIDER

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

CURITIBA

2012

GIOVANNA LAUER SCHNEIDER

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

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciências Veterinárias, Área de Concentração em Produção Animal, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Ciências Veterinárias.

Orientador: Prof. Dr. Sebastião Aparecido Borges.

CURITIBA

2012

Schneider, Giovanna Lauer

Emulsificante em dietas iniciais com diferentes fontes lipídicas para frangos de corte / Giovanna Lauer Schneider. – Curitiba, 2012.

55 f.: il.

Orientador: Sebastião Aparecido Borges

Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) – Universidade Federal do Paraná. Setor de Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias, 2012.

1. Rações - Aditivos. 2. Nutrição animal. 3. Fontes Lipídicas . 4. Frangos de corte. 5. Uso de Emulsificantes I. Borges, Sebastião Aparecido.

II. Universidade Federal do Paraná. Setor de Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias. III. Título

Dedico:

A Deus por iluminar sempre meu caminho

Aos amados pais Leni e Hermes

A todos os meus queridos amigos que passaram e permanecem na minha vida

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais Leni e Hermes pelo amor incondicional e por estarem sempre presentes em todos os momentos da minha vida, sonhando comigo todos os meus sonhos e conferindo apoio imensurável para que eu os realize.

Aos queridos primos Paula e Regius, Rafael e Nina, Tio Wanderlei, Tia Glaci, Avó Romilda, Irmã Larissa, e demais familiares por todo o carinho e apoio.

Aos Avós Eduardo e Osvaldo (*in memorian*) e em especial à Tia Marili (*in memorian*) por serem grandes exemplos de luta, determinação e caráter.

Às amigas Adriana, Jusávia e Marciéli pela eterna amizade e companheirismo, por entenderem minhas ausências e por acreditarem em mim sempre!

Ao Professor e amigo Dr. Sebastião Aparecido Borges pela amizade, orientação, ensinamentos e oportunidades.

À Profa. Dra. Ananda Portella Felix pela grande amizade, ensinamentos, companheirismo e pelo exemplo de dedicação.

Ao Prof. Dr. Alex Maiorka pela convivência, ensinamentos e contribuições.
Às Professoras. Dra Ana Vitória Fischer da Silva e Dra. Elizabeth Santin pela amizade e ensinamentos.

Aos amigos da empresa Frigovale, Adilson Zanelato, Adilson Chaves, Edson e Vagner Bagio, Renata Schimdt, pelo grande incentivo, apoio e confiança.

Aos demais amigos do coração: Bruna Kipper, Carol Zanata, Carlos, Ewerton, Sthéfanie Dassi, Stefani De Bettio, pela amizade, paciência e grande ajuda.

Aos amigos do LENUCAN e LEPNAN pela fundamental ajuda nos experimentos e pesquisa.

À equipe do Laboratório de Nutrição Animal: Aldo, Ruy, Marcelo, Cleusa pelo auxílio nas análises laboratoriais. E ao Sr. Ismael da fábrica de ração da UFPR.

A CAPES pela bolsa concedida.

A toda a equipe da empresa SANEX pelo auxílio nas pesquisas.

Aos meus queridos cães Krypton e Sara; meus amores, amigos e companheiros!

A Deus por iluminar meu caminho e fazer com que eu chegasse até aqui.

Muito obrigada a todos por fazerem parte da minha vida!

Giovanna Lauer Schneider

RESUMO

Objetivou-se avaliar o efeito de fontes lipídicas com a adição de emulsificante à base de lecitina de soja, ácidos orgânicos, gordura de palmiste e sais biliares na dieta sobre o desempenho e metabolizabilidade em frangos de corte. O primeiro experimento avaliou os coeficientes de metabolizabilidade aparente (CDA) em frangos de corte de 1 a 8 dias de idade. As fontes lipídicas utilizadas foram óleo de soja (OS), óleo ácido de soja (OAS), sebo bovino (SB) e óleo de aves (OA) substituídas em 7% da ração referência, com e sem a adição de 2 kg/ton de emulsificante, resultando em nove rações testes. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 2x4, sendo com ou sem adição de emulsificante e as quatro fontes lipídicas. Cada tratamento possuiu 8 repetições com 15 pintainhos machos cada, alojados em gaiolas metálicas recebendo água e ração ad libitum durante todo o período experimental. No segundo experimento, analisou-se o desempenho por meio do consumo de ração (CR), ganho de peso (GP) e conversão alimentar (CA) em frangos de corte de 8 a 22 dias de idade. Os animais receberam dietas isonutritivas. Cada tratamento possuía 8 repetições com 15 pintainhos machos cada. A inclusão do emulsificante aumentou o CDA do EE do OS e do SB, sendo que os demais não diferiram entre si. Observou-se a melhora na energia metabolizável (EM) das quatro fontes lipídicas analisadas ($p < 0,05$). Quando avaliado o desempenho zootécnico, a adição do emulsificante aumentou o GP, assim como reduziu a CA quando avaliado todo o período experimental. Os animais alimentados com as dietas que continham OS e OA apresentaram maior GP em relação aos demais, que não diferiram entre si. O tratamento que continha SB foi o que apresentou o pior resultado para CA ($p < 0,05$). Conclui-se que o tipo de fonte lipídica interfere na resposta zootécnica de frangos de corte na fase inicial e que, o uso de emulsificantes melhora o desempenho e metabolizabilidade das aves nessa fase.

Palavras-chave: Avicultura, Desempenho, Fontes Lipídicas, Lecitina, Metabolizabilidade, Óleo de soja, Sais biliares.

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the effect of lipid sources with the addition of emulsifier-based soy lecithin, organic acids, palm kernel fat and bile salts in the diet on performance and metabolization broilers. The first experiment evaluated the apparent digestibility coefficients (ADCs) and metabolization in broiler chicks 1-8 days old. The lipid sources used were soy oil (SO), soybean acid oil (SAO), beef tallow (BT) and poultry oil (PO) substituted by 7% of basal diet, with and without the addition of 2 g / kg of emulsifier, resulting in nine test diets. The experimental design was completely randomized in a 2x4 factorial design, with or without addition of emulsifier and the four lipid sources. Each treatment has owned 8 replicates with 15 male chicks each, kept in cages and given water ad libitum throughout the experimental period. In the second experiment, were analyzed the performance through feed intake (FI), weight gain (WG) and feed conversion (FC) in broiler chickens 8-22 days old . The animals received isonutritives diets. Each treatment had 8 replicates with 15 male chicks each. The inclusion of emulsifier increased ADC EE of SO and BT, and the others did not differ. We observed an improvement in metabolizable energy (ME) of the four lipid sources analyzed ($p < 0,05$). When evaluated live performance, the addition of emulsifier increased the WG, as well as reduced the FC when assessed throughout the experimental period. Animals fed diets containing SO and PO had higher WG in relation to others, which did not differ. The treatment containing BT was presented the worst result for FC ($p < 0,05$). We conclude that the type of fat source interferes with the zootechnical performance of broilers in the initial stage and the use of emulsifiers enhances performance and digestibility of birds 1-22 days old.

Keywords: Bile Salts, Lecithin, Lipid Sources, Metabolizability, Performance, Poultry , Performance , Soybean Oil.

SUMÁRIO

| | |
|--|-----------|
| LISTA DE TABELAS | 8 |
| LISTA DE SIGLAS, SÍMBOLOS E UNIDADES | 9 |
| CAPÍTULO I – CONSIDERAÇÕES GERAIS..... | 10 |
| 1. Introdução | 10 |
| 2. Revisão Bibliográfica..... | 11 |
| 2.1. Digestão de lipídios..... | 11 |
| 2.1.1. <i>Bile</i> | 13 |
| 2.2. Fatores que interferem na utilização dos lipídios pelas aves | 14 |
| 2.2.1. <i>Idade das aves</i> | 14 |
| 2.2.2. <i>Ácidos graxos</i> | 15 |
| 2.3 Fontes lipídicas nas dietas de aves | 16 |
| 2.4 Emulsificantes..... | 21 |
| 2.4.1 <i>Lecitina</i> | 21 |
| 3 Referências..... | 25 |
| RESUMO..... | 35 |
| ABSTRACT | 36 |
| 1. Introdução | 37 |
| 2. Material e Métodos..... | 38 |
| 2.1. Experimento 1 – Ensaio de Metabolizabilidade | 39 |
| 2.1.1. <i>Animais e instalações</i> | 39 |
| 2.1.2. <i>Dietas</i> | 39 |
| 2.1.3. <i>Ensaio de Metabolizabilidade</i> | 41 |
| 2.1.4. <i>Análises Laboratoriais</i> | 41 |

| | |
|---|----|
| 2.1.5. <i>Delineamento Experimental e Análise Estatística</i> | 42 |
| 2.2. Experimento 2 – Desempenho Zootécnico | 42 |
| 2.2.1. <i>Animais e instalações</i> | 42 |
| 2.2.2. <i>Dietas</i> | 42 |
| 2.2.3. <i>Desempenho Zootécnico</i> | 43 |
| 2.2.4. <i>Delineamento Experimental e Análise Estatística</i> | 44 |
| 3. Resultados | 45 |
| 3.1. Experimento 1 – Ensaio de Metabolizabilidade | 45 |
| 3.2. Experimento 2 – Desempenho Zootécnico | 46 |
| 4. Discussão | 48 |
| 5. Conclusões | 52 |
| 6. Referências Bibliográficas..... | 52 |
| CAPÍTULO III - CONSIDERAÇÕES FINAIS..... | 58 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|--|----|
| Tabela 1. Composição de ácidos graxos e características físico-químicas das fontes lipídicas..... | 19 |
| Tabela 2. Perfil bioquímico da lecitina de soja..... | 22 |
| Tabela 3. Ingredientes e composição química analisada da dieta referência. | 40 |
| Tabela 4. Parâmetros qualitativos, energia bruta e umidade das fontes lipídicas utilizadas..... | 40 |
| Tabela 5. Ingredientes e composição química analisada nas dietas experimentais. 43 | |
| Tabela 6. Descrição dos tratamentos experimentais..... | 44 |
| Tabela 7. Coeficientes de metabolizabilidade aparente da matéria seca (CMAMS), extrato etéreo (CMAEE) e energia metabolizável (EM, kcal/kg) de diferentes fontes lipídicas com ou sem a adição de emulsificante para aves de 1 a 8 dias de idade. . 45 | |
| Tabela 8. Desdobramento para efeito do emulsificante sobre o coeficiente de metabolizabilidade aparente do extrato etéreo (CDAEE) das diferentes fontes lipídicas para aves de 1 a 8 dias de idade..... | 46 |
| Tabela 9. Efeito do uso de emulsificante e das fontes lipídicas sobre o desempenho de frangos de corte de 8 a 15 dias alimentados com diferentes fontes lipídicas com ou sem adição de emulsificante. | 47 |
| Tabela 10. Efeito do uso do emulsificante e das fontes lipídicas sobre o desempenho de frangos de corte de 8 a 22 dias alimentados com diferentes fontes lipídicas com ou sem adição de emulsificante. | 47 |

LISTA DE SIGLAS, SÍMBOLOS E UNIDADES

| | |
|--------|--|
| AG: | Ácido Graxo |
| AGL: | Ácido Graxo Livre |
| CA: | Conversão alimentar |
| CMA: | Coeficiente de metabolizabilidade aparente |
| CMAEB: | Coeficiente de metabolizabilidade aparente da energia bruta |
| CMAEE: | Coeficiente de metabolizabilidade aparente do extrato etéreo |
| CMAi: | Coeficiente de metabolizabilidade aparente determinado por indicador |
| CMAMS: | Coeficiente de metabolizabilidade aparente da matéria seca |
| CIA: | Cinza insolúvel ácida |
| CR: | Consumo de ração |
| CV: | Coeficiente de variação |
| EB: | Energia bruta |
| EE: | Extrato etéreo |
| EM: | Energia metabolizável |
| EMA: | Energia metabolizável aparente |
| EMAn: | Energia metabolizável aparente corrigida para nitrogênio |
| ENN: | Extrativos não nitrogenados |
| FB: | Fibra bruta |
| GP: | Ganho de peso |
| Kcal: | Quilocaloria |
| Kg: | Quilograma |
| MM: | Matéria mineral |
| MS: | Matéria seca |
| OA: | Óleo de aves |
| OAS: | Óleo ácido de soja |
| OS: | Óleo de soja |
| P: | Probabilidade |
| PB: | Proteína bruta |
| PPM: | Partes por milhão |
| SAS: | Statistical Analysis System |
| SB: | Sebo bovino |

CAPÍTULO I – CONSIDERAÇÕES GERAIS

1. Introdução

A produção de frangos de corte nas últimas décadas tem evoluído de forma bastante expressiva no Brasil. O crescimento do setor é atribuído em grande parte às buscas constantes para melhorar a produtividade e reduzir os custos de produção. Este dinamismo da atividade avícola está atrelado aos ganhos de produtividade, sobretudo, por meio da melhora dos índices zootécnicos, do melhoramento genético e do melhor manejo, nutrição e sanidade dos lotes.

Os avanços no conhecimento de diversas áreas relacionadas desenvolvimento e capacidade funcional do trato gastrintestinal (TGI) tem demonstrado papel determinante para maior eficiência produtiva e a consequente redução nos custos de produção (OLIVEIRA, 2009). Devido ao crescimento rápido, as linhagens de frangos de corte apresentam uma elevada demanda energética, o que favorece a utilização dos óleos e gorduras na ração por serem ingredientes que apresentam alta concentração calórica (FURLAN & MACARI, 2002). Outras vantagens atribuídas ao uso de óleos e gorduras na ração são: reserva de energia, melhoraram a consistência das rações; fonte de ácidos graxos essenciais (ácido linoleico); reduzem o incremento calórico; auxiliam no transporte e absorção de vitaminas lipossolúveis e melhoram o desempenho das aves (DVORIN et al. 1998; BRAGA & BAIÃO, 2001; JUNQUEIRA et al. 2005).

Os lipídios presentes na dieta precisam ser digeridos e absorvidos no trato gastrintestinal, porém, como a gordura é insolúvel em água, torna-se necessária a emulsificação das partículas para sua digestão (OVERLAND et al. 1993). Os fosfolipídios são um grupo especial de lipídios que contêm um resíduo de ácido fosfórico, ácidos graxos e um grupamento álcool. São fundamentais para a formação das membranas biológicas e participam de inúmeros processos orgânicos e metabólicos no organismo animal. Entre estes, a lecitina, substância de elevado valor biológico, possui em sua composição a fosfatidilcolina na proporção de 13,4%. Esta é o principal fosfolipídio presente nas membranas celulares e nas lipoproteínas e participa de diversos processos metabólicos principalmente em frangos jovens que não tem capacidade plena de digerir e absorver a gordura da dieta (OLIVEIRA, 2009).

A digestão e absorção de lipídios em pintos recém-eclodidos é um assunto amplamente discutido na literatura. O trato gastrintestinal tem capacidade adaptativa, e essas modificações ocorrem na primeira semana pós-eclosão. Nesse contexto, a capacidade de aves jovens de digerir e absorver lipídios dependerá de mecanismos adaptativos da mucosa intestinal, com maior secreção de enzimas digestivas e maior capacidade de emulsificar gordura por meio da ação da bile (MACARI et al. 2002).

Existe grande número de fontes de gorduras disponíveis que podem ser utilizadas sozinhas ou em combinações. Essas, em muitos casos trazem benefícios, pois melhoram a metabolizabilidade das fontes ricas em ácidos graxos insaturados devido à maior proporção da gordura total na forma de triglicerídeos e com menor concentração de ácidos graxos livres (AGL), como exemplo o óleo de soja (BUTOLO, 2001). Combinações com coprodutos como o óleo ácido de soja ou gordura animal, como o sebo bovino e óleo de aves, podem não realizar o mesmo efeito, pois são fontes lipídicas ricas em ácidos graxos saturados. Entretanto, a escolha da fonte lipídica a ser utilizada na formulação dependerá do custo e da qualidade da gordura.

Nesse sentido, o objetivo desse trabalho foi o de avaliar o uso do emulsificante à base de lecitina de soja, sais biliares e ácidos orgânicos em dietas iniciais com diferentes fontes lipídicas sobre a metabolizabilidade e o desempenho de frangos de corte.

2. Revisão Bibliográfica

2.1. Digestão de lipídios

Lipídio é um termo genérico designado para uma variedade de nutrientes que diferem em sua composição química. Apresentam duas propriedades essenciais para a nutrição de aves e mamíferos: a insolubilidade em água e solubilidade em solventes não polares (éter, clorofórmio e benzeno). Atuam como veículo alimentar para as vitaminas lipossolúveis e são constituintes importantes da dieta pelos seus elevados valores energéticos (OLIVEIRA, 2009).

Os lipídios de importância nutricional são compostos por aproximadamente 90% de triglicerídeos, os quais são hidrolisados no lúmen intestinal por ação das lipases pancreáticas, resultando em glicerol, ácidos graxos livres e monoglicerídeos (MACARI et al. 2002).

A digestão dos lipídios ocorre com o auxílio de enzimas e de emulsificantes e grande parte deste processo ocorre no duodeno, jejuno e íleo (FREEMAN, 1984). Esses nutrientes são emulsificados, digeridos e absorvidos pelas células da mucosa intestinal, sendo a maior parte da gordura absorvida pelo jejuno médio. Quando as gorduras provenientes do estômago ingressam no intestino delgado encontram um ambiente alcalino, onde a liberação da bile e suco pancreático é estimulada.

A bile, produzida no fígado e armazenada na vesícula biliar, tem por função emulsificar os lipídios, aumentando a superfície dos mesmos com a formação de microgotículas de gordura. Segundo Freeman (1984), esta fina subdivisão tem por propósito expor uma superfície apropriada para a ação da lipase pancreática na interfase óleo-água. De acordo com o autor, a lipólise é uma função diretamente relacionada com a área de superfície exposta do substrato à presente enzima.

A lipase pancreática é a principal enzima responsável pela hidrólise dos triglicerídeos, mas para que essa enzima possa atuar na molécula de gordura sem que sofra desnaturação ou inibição pelos sais biliares, esta necessita do auxílio da colipase, que também é secretada pelo pâncreas. A colipase remove os sais biliares da superfície das gotículas de gordura e a lipase se liga a esta, formando um complexo denominado lipase-colipase (DRACKLEY, 2000).

As micelas são gotículas de gordura formadas no quimo intestinal que contêm lipídios, sais biliares e produtos da digestão lipídica. Tornam-se os constituintes gordurosos solúveis e são capazes de movimentar-se no ambiente intestinal aquoso, apresentando a parte polar dos sais biliares conjugados na superfície, enquanto a parte apolar ocupa a porção central da micela (MACARI et al. 2002).

As micelas são conduzidas até as microvilosidades intestinais por movimentos intestinais e liberam os monoglicerídeos, ácidos graxos, colesterol e vitaminas lipossolúveis para o interior dos enterócitos pela atuação da proteína ligadora de ácidos graxos (FABP), a qual é responsável pelo transporte dos ácidos graxos das microvilosidades para o citosol dos enterócitos. Na célula da mucosa o destino dos ácidos graxos absorvidos é determinado pelo comprimento de sua

cadeia carbônica. Ácidos graxos de cadeia curta e glicerol livre são absorvidos diretamente na mucosa do intestino e transportados à circulação portal, sem sofrerem reesterificação (ROCHA et al. 2010).

Dentro dos enterócitos, monoglicerídeos e ácidos graxos de cadeia longa são reesterificados a triglicerídeos e agrupados ao colesterol, fosfolipídios e proteínas específicas (apolipoproteínas) que os tornam hidrossolúveis. Esses agregados lipoprotéicos, denominados quilomicron ou protomicrons nas aves, são estruturas esféricas com a parte central de triglicerídeos e éster de glicerol e a superfície de fosfolipídios e colesterol. O quilomicron ou protomicron torna-se hidrossolúvel e capaz de ser transportado pelo sangue. Depois de sua formação, estes são liberados no líquido intersticial, onde são absorvidos através dos ductos lacteais nas aves (LEESON & SUMMERS, 2001).

A maioria dos sais biliares liberados no duodeno permanece misturada à digesta até atingir a parte terminal do intestino delgado (íleo), onde serão reabsorvidos pelos enterócitos e transportados via sangue ao fígado pela veia porta-hepática. Os sais biliares são reabsorvidos pelos hepatócitos do sangue portal e reutilizados na síntese de bile. Essa reciclagem de sais biliares entre o trato gastrointestinal e o fígado é denominada de circulação entero-hepática (ROCHA et al. 2011).

2.1.1. Bile

A bile, ou suco digestivo, é produzida pelos hepatócitos no fígado e armazenada na vesícula biliar. Sua secreção ocorre através do ducto cístico ao duodeno pela ação do hormônio colecistoquinina (CCK), estimulado pela ingestão de alimentos. A bile juntamente com líquido pancreático, lançados no duodeno promove a digestão, estimula o peristaltismo gastrointestinal e a absorção dos lipídios da dieta (MACARI et al. 2002).

É composta basicamente por ácidos biliares (ácido cólico), fosfolipídios, colesterol, proteínas e pigmentos biliares. A concentração desses componentes na bile varia conforme a espécie animal, porém acredita-se que fosfolipídios e colesterol sejam os componentes mais importantes devido às suas atuações na digestão das gorduras. Há ainda compostos inorgânicos, como sódio, potássio, cálcio, magnésio, cloreto e bicarbonato e metais pesados como cobre, manganês, ferro e zinco, porém em quantidades muito pequenas. A suplementação de fosfolipídio na dieta estimula

o aumento da secreção de bile e diminui as chances de ocorrer a colestase, ou estagnação da bile, resultando em insuficiência do fluxo da bile para o intestino (TUCHWEBER, 1996).

2.2. Fatores que interferem na utilização dos lipídios pelas aves

Existem alguns fatores que afetam a absorção dos triglicerídeos, tais como: comprimento da cadeia do ácido graxo, número de insaturações, ordem ou distribuição dos ácidos graxos na molécula de glicerol, forma da gordura com triglicerídeo ou como ácido graxo livre, idade do animal, relação entre ácido graxo insaturado e ácido graxo saturado na mistura de ácidos graxos livres, microbiota intestinal e composição da dieta na qual os ácidos graxos são adicionados (RENNER & HILL, 1961; LEESON & SUMMERS, 2001).

2.2.1. Idade das aves

Zelenka et al. (2000) relataram que a metabolizabilidade aparente da gordura não é estável ao longo da vida das aves e que essas diferenças são mais pronunciadas especialmente nos primeiros dias de vida da ave. No mesmo sentido, Wiseman & Salvador (1991) observaram que as maiores diferenças na capacidade das aves em utilizar gordura são mais proeminentes entre a primeira e a terceira semana de idade, não havendo diferenças entre a quinta e a sétima semana.

Esta condição pode estar relacionada à reduzida produção de lipase pancreática e à impossibilidade que os pintos tem de reabsorver os sais biliares devido à imaturidade da circulação entero-hepática (JEASON & KELLOG, 1992). A circulação enterohepática é responsável pela reabsorção de cerca de 94% dos sais biliares secretados (GUYTON & HALL, 2002), bem como a menor produção absoluta de sais biliares.

Nir et al. (1995) observaram que a atividade específica da lipase era baixa logo após a eclosão dos pintinhos e que seu nível de secreção foi se elevando até os 15 dias de idade, quando atingiu o nível máximo. Frizzas (1996) também verificou aumento da lipase pancreática, bem como da intestinal, com o avançar da idade. Entretanto, para Krogdhal (1985) modificações do conteúdo lipídico causam mudanças no teor e na secreção da lipase pancreática e processos intracelulares

essenciais para absorção dos lipídios aumentam à medida que o consumo de lipídios aumenta.

Segundo relatos de Sell et al. (1986), a metabolizabilidade dos lipídios aumenta com o avançar da idade, à medida que o aparato enzimático apresenta-se mais maduro independente de nível e fonte de gordura. Mossab et al. (2000) demonstraram aumento da metabolizabilidade aparente dos ácidos graxos totais do óleo de soja da primeira para terceira semana de idade. Também, Krogdhal (1985) observou que a secreção de sais biliares aumenta até o 21º dia pós-eclosão quando então decresce.

2.2.2. Ácidos graxos

Ácidos Graxos são formados por uma cadeia carbonada, de comprimento variado, ligado a um grupo carboxílico. Juntamente com o glicerol, são as unidades básicas formadoras dos triglicerídeos. Recebem a classificação de saturados quando não apresentam duplas ligações na cadeia hidrocarbonada e insaturados quando contém uma ou mais duplas ligações entre os carbonos (LEHNINGER et al. 1995). Como exemplo de ácidos graxos saturados está o ácido cáprico, láurico, mirístico, palmítico, esteárico, behênico e lignocérico. E de ácidos graxos insaturados o linoleico, o araquidônico e o linolênico (MAYES et al. 2002).

Ácidos graxos de cadeia curta são mais facilmente absorvidos do que os de cadeia longa, assim como os ácidos graxos de cadeia insaturada são mais absorvidos do que o de cadeia saturada (GONZÁLES & SILVA, 1999). Leeson & Summers (1996) observaram que altos níveis de ácidos graxos instaurados no alimento aumentaram a metabolizabilidade de ácidos graxos saturados. Dvorin et al. (1998) concluíram que à medida que a insaturação das gorduras na dieta para frangos de corte aumentou, o ganho de peso (GP) e a conversão alimentar (CA) melhoraram, enquanto que diminui o consumo de ração (CR). Estes autores ainda constataram que à medida que foram incluídas fontes saturadas nas dietas, houve perda de energia metabolizável, diminuição da taxa de crescimento e consequentemente queda do desempenho zootécnico.

Os ácidos linoleico e linolênico são essenciais para as aves, pois exercem papel específico no metabolismo (membrana celular, hormônios, etc.) e não podem ser sintetizados, necessitando, assim, estar contidos na dieta, quer seja advindo dos ingredientes ou de gorduras adicionadas. Fisiologicamente os animais são capazes

de sintetizar o ácido araquidônico a partir do ácido linoleico; portanto, o ácido araquidônico é considerado também um ácido graxo essencial quando a dieta é deficiente em ácido linoleico (BUTOLO, 2001).

No organismo, o ácido linoleico é convertido em ácido araquidônico no retículo endoplasmático liso, especialmente nas células hepáticas. Este é precursor da síntese de eicosanóides que são responsáveis pela formação especificamente de prostaglandinas e leucotrienos, mediadores bioquímicos potentes envolvidos na inflamação, infecção, lesão tecidual e estimuladores das respostas do sistema imunológico, agindo como sinalizadores para o recrutamento das células de defesa (VERLENGIA & MARTINS DE LIMA, 2002). O ácido linoleico pode ser encontrado em abundância nas sementes de plantas oleaginosas, principalmente nos óleos de soja e girassol. Já o ácido linolênico tem como principais fontes as plantas (de cor verde escuro), os fitoplânctons, animais marinhos, as algas e os óleos de peixes (ANDRADE & CARMO, 2006).

Os AGL são assim denominados por não estarem ligados ou fixados a outro componente orgânico como o glicerol (FATS..., 1985). Wiseman & Salvador (1991) concluíram que o aumento de AGL contidos na gordura é acompanhado de progressiva redução nos valores de energia na dieta, embora isso seja mais pronunciado em aves jovens. Tal fato pode ser explicado, pois AGL são absorvidos com menor eficiência do que os com ácidos graxos na forma de triglicerídeos. A razão disso é que o monoglicerídeo é essencial para a incorporação de ácidos graxos insolúveis no complexo micelar. Quando os AGL são fornecidos como única fonte de lipídios, não existe monoglicerídeo suficiente para trabalhar todo o AGL, com isso a absorção estará prejudicada (FATS..., 1985).

2.3 Fontes lipídicas nas dietas de aves

Os aspectos mais relevantes do tipo de lipídio a ser utilizado são: o custo, a qualidade das respectivas fontes, e quais são os seus efeitos sobre o desenvolvimento e a qualidade da carcaça em frangos de corte (ZOLLISTISCH et al. 1997).

Segundo Braga & Baião (2001) a suplementação com óleos vegetais e animais em rações para frangos de corte é um procedimento padrão para 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 pelo calor, aumento no CR e melhora na CA. Sua utilização é estudada há muito tempo por vários pesquisadores na tentativa de determinar os níveis ideais de sua inclusão, para acompanhar os avanços genéticos obtidos nos últimos anos e melhorar o potencial produtivo das aves (MORITA, 1992; BRAGA & BAIÃO, 2001).

Entre os principais tipos de óleos vegetais existentes para nutrição animal estão o óleo de soja (OS), milho, girassol, algodão, canola, palma e os coprodutos da indústria de refino dos mesmos, como gomas (lecitinas), borra acidulada e destilado de desodorização.

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 (BRASIL, 1993). O OS 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 dos fosfolipídios e refinado após ser neutralizado, clarificado e desodorizado. Segundo Rostagno et al. (2005), o OS tem 99,6% de gordura com coeficiente de metabolizabilidade aparente para aves de 95% e energia metabolizável aparente de 9.200 kcal/kg.

O óleo ácido de soja (OAS) é um coproduto da indústria do OS. É obtido após a acidificação da borra, resultado do refino do OS. Este possui em torno de 70% de AGL, enquanto que no OS refinado essa proporção é de apenas 1% (LIPSTEIN & BORNSTEIN, 1968). Devido ao seu baixo custo, esse produto tem sido largamente utilizado como suplemento energético pela indústria de rações para animais. Entretanto, vários questionamentos cercam a validade e a eficiência de sua utilização, entre eles: a falta de consistência da composição de ácidos graxos nos produtos comerciais disponíveis, que muitas vezes sugere adulteração pela inclusão de outros produtos de baixo valor nutricional; a presença de impurezas na forma de sulfatos capazes de gerar desgastes em equipamentos usados em fabricas de rações, e também a presença de umidade excessiva. Sob o ponto de vista nutricional, a grande incerteza relacionada ao OAS diz respeito ao seu valor energético, outro ponto relevante para explicar a pior qualidade do OAS e a menor proporção da gordura total na forma de triglicerídeos e a maior concentração de AGL, os quais aumentam com o grau de acidez do OAS (WISEMAN et al. 1986).

Wiseman & Salvador (1991) trabalharam com dietas para frangos de corte com vários tipos de óleos e seus respectivos óleos ácidos, entre eles OAS e verificaram que a redução nos valores de EM das gorduras com maiores conteúdos de AGL tende a ser mais pronunciada quanto maior for a inclusão das gorduras, e que essa redução é maior quanto maior for a saturação da gordura.

Vieira et. al (2002) calcularam o valor de EM corrigida para nitrogênio do OAS, e obtiveram 8.144Kcal/kg de Matéria Seca (MS), em frangos com 28 dias de idade. Em estudo semelhante, Freitas et al. (2002) sugeriram valores de 7.488 e 8.610 kcal/kg de EM para aves jovens e adultas, respectivamente, para o OAS.

Gorduras e óleos animais são em geral considerados os triglicerídeos de composição variável de ácidos graxos, sendo sólidos ou líquidos à temperatura ambiente dependendo do seu grau de saturação. Os tecidos animais contendo gorduras são transformados pelo processamento industrial (graxaria) que envolve as variáveis tempo, pressão e temperatura. Há vários sistemas de processamento, mas o mais utilizado atualmente é a seco, em que os tecidos animais contendo gordura são aquecidos em digestores. Não existe uma classificação das gorduras animais no Brasil, apenas são caracterizadas pela espécie da qual provém, chamando-se de OA, óleo de peixe, sebo bovino (SB) e banha suína, os quais são obtidos em frigoríficos e (ou) abatedouros (BELLAVÉR et al. 2004)

Segundo Menten et al. (2003), a qualidade intrínseca das gorduras é dada pela sua composição de ácidos graxos, bem como pelo grau de saturação os quais estão diretamente relacionados com metabolizabilidade da energia contida na fonte de gordura. O valor de referência de 9400 kcal de energia bruta/kg de gordura é empregado para óleos e gorduras puros. Entretanto, a qualidade da gordura pode sofrer a ação de vários fatores que reduzem seu valor energético. Do ponto de vista de nutrição animal, as gorduras e óleos de origem animal são fontes ricas em energia, baratas comparadas com as gorduras de origem vegetal, mas que devido à ação de fatores, muitas vezes não controlados, tem pouca qualidade organoléptica no momento da fabricação de rações. Por outro lado, é muito importante também que sejam definidos as fontes de gorduras animais e que os parâmetros de aferição da qualidade sejam conhecidos (BELLAVÉR et al. 2004).

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 5 cm de espessura, formando uma massa, que segue

para uma rosca transportadora para os equipamentos de cozimento (FASCINA et al. 2007).

O óleo de aves (OA) é resultante do tratamento que se dá aos coprodutos de abatedouros de aves na graxaria. As vísceras, que são a generalização a 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 uma fritura, sem pressão interna, que eliminará a umidade, sendo que o tempo depende do equipamento (FASCINA et al. 2007). Na Tabela 1 estão apresentadas variáveis de composição de ácidos graxos e as características físico-químicas de quatro fontes lipídicas utilizadas na indústria avícola.

Tabela 1. Composição de ácidos graxos e características físico-químicas das fontes lipídicas.

| Parâmetros | Unidade | Óleo de Aves | Óleo de Soja ¹ | Óleo Ácido de Soja ² | Sebo Bovino |
|---|-----------|-------------------|---------------------------|---------------------------------|-------------------|
| Umidade (máximo) | % | 1,00 | 0,5 | 2,00 | 1,00 |
| Impurezas (máximo) | % | 1,00 | 0,1 | 2,00 | 1,00 |
| Insaponificáveis (máximo) | % | 0,30 | 1,5 | 5,00 | 0,90 |
| AG totais (mínimo) | % | 97,00 | 98,0 | 98,00 | 97,00 |
| Acidez (AGL) (máximo) | % | 2,00 | 1,0 | 50-80 ³ | 2,00 |
| Índice de Peróxido (máximo) | mEq/1000g | 5,00 | 1,0 | 5,00 | 5,00 |
| Índice de Saponificação | - | 190-196 | - | 189-200 | 190-202 |
| Índice de Iodo | - | 73-85 | - | 105-125 | 35-48 |
| Título | °C | 31-35 | - | - | 40-46 |
| Ponto de fusão | - | 27-30 | - | - | 39-42 |
| Energia Metabolizável Aparente Corrigida (EMAn) | Kcal/kg | 8681 ⁴ | 8790 ⁴ | 7911 ⁴ | 7436 ⁴ |
| Perfil de ácidos graxos | | | | | |
| Saturados | | | | | |
| Mirístico (C 14:0) | % | 0,50 | 0,07 | - | 3,10 |
| Palmítico (C 16:0) | % | 26,50 | 16,00 | 14,70 | 29,10 |
| Estearico (C 18:0) | % | 5,50 | 18,00 | 4,60 | 18,90 |
| Insaturados | | | | | |
| Oleico (C 18:1) | % | 43,50 | 18,00 | 27,30 | 44,00 |
| Linoleico (C 18:2) | % | 14,50 | 18,00 | 45,80 | 0,90 |
| Linolênico (C 18:3) | % | 0,80 | 18,00 | 4,10 | - |

Fonte: Compêndio Brasileiro de Alimentação Animal, Sindirações, Embrapa, MAPA (2004 em revisão), Bellaver (2004), NRC (1994), Rostagno (2005). ¹ Adaptado: Araujo (2008). ² Dados fornecidos pela empresa Sulina Comércio de Óleos Ltda. ³ Acidez em ácido oleico. ⁴ Rostagno et al. (2011). ⁵ Vieira et al. (2002).

Em muitas situações práticas, óleos e gorduras de varias origens são misturados previamente a sua incorporação em rações para aves. Essa mistura e, em muitos casos, uma necessidade estratégica da indústria, mas pode ser benéfica, com ganhos de metabolizabilidade das rações com alto grau de saturação, como

exemplo a mistura do SB com gorduras de menor saturação (ARTMAN, 1964; KETELS & DE GROOTE, 1989).

Analisando vários trabalhos utilizando diferentes fontes de gordura, Kettels & De Groote (1989) relataram efeito sinérgico da mistura de gorduras vegetais e animais sobre o a EMAn (EM corrigida para nitrogênio) das gorduras, sendo que o mesmo efeito foi observado em dietas basais com adição de frações de lipídios insaturados. Inclusões de ácidos graxos insaturados melhoraram o aproveitamento dos ácidos graxos saturados de cadeia longa, principalmente palmítico e esteárico, enquanto a utilização dos ácidos graxos insaturados não foi melhorada pela presença de ácidos graxos saturados. Ainda, segundo estes autores, para aves jovens, em torno de 75% da variação na utilização de gordura e na EMAn foram devidas à diferenças nas composições químicas das frações de gordura.

Na mesma linha de pesquisa, Gaiotto (2004) estudando o efeito dos AGL sobre a EMAn para frangos de corte utilizando OAS, OS, OA e as misturas de OAS com os demais em proporções de 50% cada e outra mistura com 75% de OAS e 25% de OS e 75% de OAS e 25% de OA obtiveram valores de EMAn superiores as médias aritméticas das misturas e, conseqüentemente, redução nas porcentagens de inclusão das misturas dos óleos nas dietas devido ao sinergismo apresentados por estas.

Nir et al. (1995) indicaram que a metabolizabilidade de gorduras para pintos varia de 95% para o OS até 60% para SB e de 75 a 80% para as misturas das duas fontes. Salado et al. (1997) observaram que pintos de 1 a 18 dias de idade tiveram GP maior e apresentaram melhores índices de CA quando em sua dieta havia 5% de OS em relação a uma dieta que continha uma mistura de SB e banha suína.

Entretanto, Dutra Jr. et al. (1991) trabalhando com OA e OS na inclusão de 4% e a mistura de ambos com inclusões de 2% cada, não encontraram diferenças entre as fontes isoladamente e, a mistura promoveu uma queda no consumo e menor GP. Sanz et al. (2000) também não obtiveram efeitos de fontes de gorduras nos parâmetros de CR, GP, peso final e CA quando utilizaram dietas que continham óleo de girassol e misturas de SB e gordura suína.

Gaiotto et al. (2000) observaram que dietas que continham OS e SB misturados em partes iguais, proporcionaram maior GP e melhor CA, em relação a dieta com SB em frangos de corte aos 42 dias de idade. Porém, Lara et al. (2004) avaliando o efeito de diferentes fontes de lipídios (óleo degomado de soja, OA, OAS

e misturas de OS com OA e de OS com OAS) adicionados às rações, não encontraram diferenças significativas entre as fontes lipídicas para o rendimento de carcaça e desempenho de frangos de corte.

2.4 Emulsificantes

Emulsificantes são agentes ativos de superfície e compostos anfílicos, de peso molecular médio. Por esta razão os emulsificantes são absorvidos na interface entre óleo e a água, reduzindo a tensão superficial e a energia necessária à formação de emulsão (ARAÚJO, 2008). Macromoléculas como proteínas e alguns polissacarídeos, podem atuar como emulsificantes, conferindo estabilidade à emulsão por longos períodos.

Entre os emulsificantes mais utilizados pela indústria de alimentos estão as proteínas, tais como do soro de leite (caseína), da soja e do ovo, os fosfolipídios e as pequenas moléculas surfactantes, com peso molecular entre 500 a 1300 Da, como polisorbatos e lecitinas (ARAÚJO, 2008).

2.4.1 Lecitina

Todos os produtos de origem animal e vegetal contêm fosfolipídios, porém alguns em poucas quantidades. A principal fonte de fosfolipídios naturais é a soja, que contém entre 0,5 e 1,5% de lecitina (HERTRAMPF, 1992). Os fosfolipídios, quando hidrolisados, resultam na formação de glicerol, ácidos graxos, ácidos fosfóricos e, às vezes, uma base, como colina (lecitinas) (MACARI, 2002). De acordo com a origem da lecitina, pode variar tanto a composição dos ácidos graxos, como também a composição dos fosfatídeos. O perfil químico da lecitina de soja pode variar consideravelmente (Tabela 2). Esta variação pode ser devido à genética da planta, a qualidade da semente da soja, as variações no processamento do óleo ou mesmo no aperfeiçoamento de detecção dos diversos componentes (CHERRY & KRAMER, 1989).

Tabela 2. Perfil bioquímico da lecitina de soja.

| Componentes | Faixa de Composição | | |
|-------------------------|---------------------|---------------|-------------|
| | Baixa | Intermediária | Alta |
| Fosfatidilcolina | 12,0 - 21,0 | 29,0 - 39,0 | 41,0 - 46,0 |
| Fosfatidiletanolamina | 8,0 - 9,5 | 20,0 - 26,3 | 31,0 - 34,0 |
| Fosfatidilinositol | 1,7 - 7,0 | 13,0 - 17,5 | 19,0 - 21,0 |
| Ácido fosfatídico | 0,2 - 1,5 | 5,0 - 9,0 | 14,0 |
| Fosfatidilserina | 0,2 | 5,9 - 6,3 | - |
| Lisofosfatidilcolina | 1,5 | 8,5 | - |
| Lisofosfatidilinositol | 0,4 - 1,8 | - | - |
| Lisofosfatidilserina | 1,0 | - | - |
| Ácido lisofosfatídico | 1,0 | - | - |
| Fitoglicolípídios | - | 14,3 - 15,4 | 29,6 |
| Perfil de Ácidos Graxos | | | |
| Mirístico (C14:0) | 0,3 - 1,9 | - | - |
| Palmítico (C16:0) | 11,7 - 18,9 | 21,5 - 26,7 | 42,7 |
| Palmitoleico (C16:1) | 7,0 - 8,6 | - | - |
| Esteárico (C18:0) | 3,7 - 4,3 | 9,3 - 11,7 | - |
| Oleico (C18:1n9) | 6,8 - 9,8 | 17,0 - 25,1 | 39,4 |
| Linoleico (C18:2n6) | 17,1 - 20,0 | 37,0 - 40,0 | 55,0 - 60,8 |
| Linolênico (C18:3n3) | 1,6 | 4,0 - 6,2 | 9,2 |
| Araquídico (C20:0) | 1,4-2,3 | - | 0 |

Adaptado de: CHERRY & KRAMMER, 1989.

Acredita-se que os fosfolipídios são essenciais à utilização das gorduras pelo organismo animal. A lecitina, presente em grande quantidade na soja, é um complexo natural de fosfolipídios, sendo composto principalmente pela fosfatidilcolina, motivo pelo qual muitos autores empregam os termos lecitina e fosfatidilcolina comumente (CANTY & ZEISEL, 1994).

A molécula de fosfatidilcolina é composta por dois ácidos graxos esterificados a um glicerol-3-fosfato e em uma extremidade colina. Estudando a fosfatidilcolina, Phan & Tso (2001) apontaram que, assim como os outros fosfolipídios e o colesterol, a fosfatidilcolina não é hidrolisada no estômago pelas lipases lingual e gástrica, e com sua propriedade emulsificante ajuda a aumentar a dispersão das gorduras durante a fase aquosa da digestão e absorção.

Os fosfolipídios das dietas têm duas funções importantes: aumentar a emulsão de lipídios no intestino delgado e preparar a atividade da lipase. Eles melhoram a metabolizabilidade das gorduras, especialmente a dos ácidos graxos altamente saturados (RABER et al. 2009).

Outro fator relevante, é que o aumento da disponibilidade dessa classe de fosfolipídio para o organismo pode aumentar o suprimento dos metabólitos, como colina, ácido fosfatídico, diacilglicerol e ácido araquidônico, gerados a partir dela

(BUCHMAN et al. 1992; MIRANDA, 2005). Como exemplo, a colina é elemento constituinte do fator de agregação plaquetária, sendo este um fator mediador de respostas inflamatórias. A deficiência de colina tem sido demonstrada em várias espécies animais e em humanos, levando à infiltração gordurosa no fígado, provavelmente devido à deficiência de lecitina para a síntese de lipoproteínas e exportação de triglicerídeos do fígado, além de danos nas células hepáticas (CANTY & ZEISEL, 1994).

Trabalhos vêm sendo desenvolvidos empregando lecitina ao protocolo experimental, de forma a avaliar a resposta de frangos de corte ao fornecimento de lecitina suplementar ou em substituição aos lipídios da dieta. Cox et al. (2000) em estudo sobre a substituição da gordura da dieta com adição suplementar de 0, 25, 50 e 100% de lecitina em relação a quantidade da gordura, relataram que a conversão alimentar foi significativamente melhor para os grupos que continham lecitina na composição da dieta, destacando os grupos com maior quantidade suplementada. Entretanto, Rocha et al. (2007) trabalhando com frangos de corte no período pré-inicial, não observaram diferença significativa sobre CR, GP e CA de aves suplementadas na dieta com diferentes níveis de lecitina de soja (0, 3, 6, 12 g lecitina/kg de ração).

Para Azman & Ciftci (2004) que avaliaram o efeito de diferentes fontes lipídicas com adição de lecitina de soja (1 e 2%) sobre o desempenho de frangos de corte até os 35 dias de idade, o acréscimo de lecitina não apresentou diferença significativa entre as médias dos tratamentos que continham lecitina e o grupo controle (sem lecitina). Também Blanch et al. (1995) estudando o efeito de diferentes fontes lipídicas, no qual usaram inclusão de 5% de lecitina, não observaram diferença significativa no GP das aves que receberam fosfolípido na dieta. Entretanto, Sebree (2002) afirmou que a lecitina é benéfica ao desempenho (crescimento) das aves quando utilizada em substituição a gordura da dieta.

Neto (2005) analisando a ação do uso de emulsificante em dietas com OS, OA e mistura de ambas as partes para frangos de corte, percebeu que os parâmetros de GP e CA foram melhores com o uso do emulsificante á base de lecitina. No mesmo experimento, avaliou a secreção da enzima lipase, que aos 21 dias foi maior sem a utilização do emulsificante para o OA, já com a mistura das duas fontes lipídicas a secreção de lipase foi maior com o uso do emulsificante.

Também, Raber et al. (2005), compararam a suplementação de lecitina e de glicerol em diferentes níveis de ácidos graxos, os resultados mostraram que com a suplementação de lecitina, não de glicerol, independentemente do nível de AGL usado, proporcionou melhor aproveitamento da gordura bruta adicionada a dieta.

Há carência de pesquisas com relação à suplementação com emulsificantes. Os resultados demonstrados na literatura disponível apresentam discrepâncias, provavelmente porque a resposta à este aditivo está relacionada a diversos fatores que são distintos em cada estudo, por exemplo, composição nutricional da dieta e dos produtos testados, período de suplementação, metodologia do estudo (manejo da coleta de dados, idade das aves), condições experimentais a que as aves foram submetidas (local de produção, temperatura, densidade) e intensidade de desafios, podem favorecer ou comprometer o desenvolvimento da ave. Overland et al. (1993) citam que diferentes fontes de lecitina apresentam diferentes propriedades emulsificantes, devido à composição de ácidos graxos, grau de refinamento e ao tipo de gordura utilizada, pois lipídios de origem vegetal são melhor digeridos do que os de origem animal, limitando deste modo o efeito da lecitina.

3 Referências

ANDRADE, P. M. M., CARMO M. G. T. Ácidos graxos n-3: um link entre eicosanoides inflamação e imunidade. *Journal of Metabolism and Nutrition*, v.8, n.3, p.135-143, 2006.

ARAUJO, J. M. A. *Química de Alimentos, Teoria e Prática*. 4 ed. Editora UFV, p.596, 2008.

ARTMAN, N. R. Interations of fats and fatty acids as energy sources for chicks. *Poultry Science*, v. 43, p. 994 -1004, 1964.

AZMAN, M. A.; CFTC, M. Effects of replacing dietary fat with lecithin on broiler chicken zootechnical performance. *Revue de Medecine Veterinaire*, v. 155, p. 445-448, 2004.

BELLAVER, C.; ZANOTTO, D. L. Parâmetros de qualidade em gorduras e subprodutos protéicos de origem animal. Palestra apresentada na Conferência APINCO FACTA. Santos, 2004.

BLANCH, A.; BARROETA, A.C.; BAUCCELLS, M.D.; PUNCHAL, F. The nutritive value of dietary fats in relation to their chemical composition. Apparent fat availability and metabolizable energy in two-week-old chicks. *Poultry Science*, v.74, n.8, p.1335-1340, 1995.

BRAGA, J. P.; BAIÃO, N. C. Suplementação lipídica no desempenho de aves em altas temperaturas. *Cad. Tec. Vet. Zootec.*, n.31, p.23-28, 2001.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria nº 795 de 15 de Dezembro de 1993. Aprova as normas de identidade, qualidade, embalagem, marcação e apresentação do óleo de soja e do farelo de soja. Diário Oficial da União. Brasília, 20 de dezembro de 1993. Disponível em: [Http://www.agricultura.gov.br](http://www.agricultura.gov.br). Acesso em: 18 de abril de 2011.

BUCHMAN, A. L.; DUBIN, M.; JENDEN, D.; MOUKARZEL, A.; ROCH, M. H.; RICE, K.; GORNBEIN, J.; AMENT, M. E.; ECKHERT, C. D. Lecithin increases plasma free choline and decreases hepatic steatosis in long-term total parenteral nutrition patients. *Gastroenterology*, v.102, n.4, p.1363-1370, 1992.

BUTOLO, J. E. Utilização de ingredientes líquidos na alimentação animal. In: *Simpósio Sobre Ingredientes na Alimentação Animal, Campinas. Anais... Campinas*, p.295-305, 2001.

CANTY, D. J.; ZEISEL, S. H. Lecithin and choline in human health and disease. *Nutrition Reviews*, v.52, n.10, p.327-340, 1994.

CHERRY, J. P.; KRAMER, W. H. Plant sources of lecithin. In: Szuhaj, B. F. *Lecithins: sources, manufactures and uses*. Illinois: The American Oil Chemist's Society. Champaign, cap.3, p.16-31, 1989.

Compêndio Brasileiro de Alimentação Animal. São Paulo: Sindirações/Anfal. Campinas CBNA/SDR/MA.1998. 371p.

CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 1993, Santos.

COX, W. R.; RICHIE, S. J.; SIFRI, M.; BENNETT, B.; KITTS, D. D. The impact of replacing dietary fat with lecithin on broiler chicken performance, *Poultry Science*, v.79, n.1, 67p., 2000.

DALE, N. M.; FULLER, H. Estimating the energy contribution of fats practical diets using a chick bioassay. *Nutrition Reports International*, v.39, p.1045-1052, 1989.

DRACKLEY, J. K. Lipid Metabolism. In: D'MELLO, J. P. F. (Ed.). cap. 5. *Farm Animal Metabolism and Nutrition*. Edinburg: The Scottish Agricultural College, p.97-119., 2000.

DUTRA, J. R., W.M.; ARIKI, J.; KRONKA, S. N. Óleo de abatedouro avícola em comparação ao óleo de soja na alimentação de frangos de corte. *Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, v. 20, n. 5, p. 471-475, 1991.

DVORIN, A.; ZOREF, Z.; MOKADY, S.; NITSAN, Z. Nutritional aspects of hydrogenated and regular soybean oil added to diets of broiler chickens, *Poultry Science*, v.77, p.820– 825, 1998.

FASCINA, B. V. Valor energético, desempenho, lipídios séricos e composição corporal de frangos de corte recebendo óleo de soja e sebo bovino em diferentes combinações. (Dissertação) Campo Grande (MS), Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal do Mato Grosso do Sul,. p. 16 – 37., 2007.

FATS in animal feeds. (S.I): Milk specialities company, 22p., 1985.

FERNANDES, J. I. M.; FREITAG, A.; ROCHADELLI, R.; BURIN, A. M.; CORDEIRO, C. P. Resíduo gorduroso da indústria de óleos vegetais em substituição ao óleo de soja em rações para frangos de corte. *Archives of Veterinary Science*, v. 7, n. 2, p. 135-141, 2002.

FREEMAN, C. P. The digestion, absorption and transport of fats – non ruminants. In: WISEMAN, J. (Ed.). *Fats in animal nutrition*. London: Butterwords, p. 105-122., 1984.

FREITAS, R. E.; SAKOMURA, N. K.; NEME, R. et al. Valor energético do óleo ácido de soja para aves. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. Brasília, v.40, v.241-246, 2005.

FRIZZAS, A. C. Efeito do uso de probióticos sobre o desempenho e a atividade de enzimas digestivas de frangos de corte. (Dissertação). Jaboticabal (SP), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal, Universidade Estadual Paulista, 1996.

FURLAN, R. L.; MACARI, M. Lipídios: digestão e absorção. In: MACARI, M.; FURLAN, R. L.; GONZALES, E. Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, 2002.

GAIOTTO, J. B. Determinação da energia metabolizável de gorduras e sua aplicação na formulação de dietas para frangos de corte. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, p.94, 2004.

GAIOTTO, J. B.; MENTEN, J. F.; RACANICCI, A. M. C.; IAFIGLIOLA, M. C. Óleo de soja, óleo ácido de soja e sebo bovino como fontes de gorduras em rações de frangos de corte. Revista Brasileira de Ciências Avícola, v. 2, n.3, p. 219 – 227, 2000.

GONZÁLEZ, F. H. D.; SILVA, S. C. Introdução à bioquímica clínica veterinária. Porto Alegre: UFRGS, In: <http://www.ufrgs.br/ufrgs/favet/bioquimica>, 1999.

GUYTON, A. C.; HALL, J. E. Tratado de fisiologia médica. 10.ed. Rio de Janeiro: Guanabara, p.613, 2002.

HERTRAMPF, W, J. Fedding Aquactic Animals with phospholipids II. Hamburg, Germany: (Lucas Meyer), p.70, 1992.

JEASON, S. E.; KELLOG, T. F. Ontogeny of taurocholate accumulation in terminal ileal mucosal cells of young chicks. Poultry Science, v. 71, p. 367-372, 1992.

JUNQUEIRA, O. M.; ANDREOTTI, M. O.; ARAUJO, 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, p.2335-2339, 2005.

KETTELS, E.; DE GROOTE, G. Effect of ratio of unsaturated to saturated fatty acids of the dietary lipid fraction on utilization and metabolizable energy of added fats in young chicks. Poultry Science, v. 68, n. 11, p. 1506 - 1512, 1989.

KROGDHAL, A. Digestion and absorption of lipids in poultry. *Journal of Nutrition*, v. 115, n. 5, p. 675-685, 1985.

LARA, L. J. C. Efeito da fonte lipídica em dietas para frangos de corte, sobre o desempenho, rendimento e composição da carcaça. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte 50p, 2004.

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

LEESON, S.; CASTON L.; SUMMERS J. D. Broiler response to diet energy. *Poultry Science*. v.75, n. 4, p. 529-535, 1996.

LEHNINGER, A. L. *Princípios de bioquímica*. 2 ed. São Paulo: Sarvier, p. 269-296, 1995.

LIPSTEIN, B.; BORNSTEIN, S. Lack of interference between dietary acidulated soybean soapstock and calcium in chicks and laying hens. *Poultry Science*; v. 47., 1968.

MACARI, M., MAIORKA, A. Função gastrintestinal e seu impacto no rendimento avícola. In: *CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, Anais...* Campinas: FACTA, p.161-174., 2000.

MACARI, M; FURLAN, R. L.; GONZALES, E. *Fisiologia Aviária Aplicada a Frango de Corte*. 2 ed. Jaboticabal: Funep, 2002.

MATEOS, G. G.; SELL, J. L. True and apparent metabolizable energy value of fat for laying hens: influence of levels of use. *Poultry Science*. v.59, n.2, p. 369-373, 1980.

MAYES, P. A. Lipídios de Importância Fisiológica. In: MURRAY, R. K; GRANNER, D. K; MAYES, P. A; RODWELL, V. W. *Harper: Bioquímica*. 9. ed, São Paulo: Atheneu, p.160-171., 2002.

MENTEN, J. F. M., GAIOTTO, J. B. e RACANICCI, A. M. C.. Valor nutricional e qualidade de óleos e gorduras para frangos de corte. In: Simpósio sobre manejo e nutrição de aves e suínos. Campinas SP. CBNA. p. 93-134, 2003.

MIRANDA, A. T. de S. Z. Suplementação da dieta de ratos diabéticos com lecitina de soja: efeitos sobre funções de células do sistema imunitário e sobre concentrações plasmáticas de lipídios. 69f. Dissertação (Mestrado em Fisiologia) – Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005.

MORITA, M. M. Custo x Benefício do uso de óleos e gorduras em rações avícolas. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, Santos, p.29-35, 1992.

MOSSAB, A.; HALLOUIS, J. M.; LESSIRE, M. Utilization of soybean oil and tallow in young turkeys compared with young chickens. Poultry Science, London, v. 79, p. 1326-1331,2000.

NASCIF, C. C. C.; GOMES, P. C.; ALBINO, L. F. T.; ROSTAGNO, H. S. Determinação dos valores energéticos de alguns óleos e gorduras para pintos de corte machos e fêmeas aos 21 dias de idade. Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia, v. 33, n. 2, p. 375-385, 2004.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. – NRC. Nutrient requirements of poultry. Washington, D.C., National Academy Press, Ninth Revised Edition, p.45, 62 – 64, 1994.

NETO, A. C. G. Efeito da Adição de emulsificante em diferentes fontes de gordura da dieta sobre desempenho e variáveis fisiológicas em frangos de corte. Dissertação (Mestrado), Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, Botucatu. p.56, 2005.

NIR, I.; NITSAN, Z.; DVORIN, A.; ZOREF, Z.; MOKADI, S. Fat supplementation to poultry diets. World Poultry Misset, v. 11, n 10. p. 57-58, 1995.

NOY, Y.; SKLAN, D. Posthatch development in poultry. *Journal Applied Poultry Research*, v.6, p.344-354, 1997.

OLIVEIRA, R. S. Suplementação de nutracêutico (LECIPALM®) e vitamina E para frangos de corte: desempenho zootécnico e metabolismo, Dissertação. (Mestrado). Setor Ciências Agrárias Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 108p., 2009.

OVERLAND, M.; TOKACH, M. D.; CORNELIUS, S. G.; PETTIGREW, J. E.; RUST, J. W. Lecithin in Swine Diets: II Growing-Finishing Pigs. *Journal Animal Science*, v.71, n.5, p.1194-1197, 1993.

PENZ A. M., SILVA A., RODRIGUES O. Ácidos orgânicos na alimentação de aves. In: **Anais...** Santos: Facta, 1993. p.111-119.

PHAN, C. T.; TSO, P. Intestinal lipid absorption and transport. *Frontiers in Bioscience*, v.6, p.299-319, 2001.

RABER, M., RIBEIRO, A., KESSLER, A., ARNAIZ, V., Suplementação de Glicerol ou de Lecitina em diferentes níveis de ácidos graxos livres em dietas para frangos de corte. *Ciência Animal Brasileira*, v. 10, n. 3, p. 745-753, 2009.

RENNER, R.; HILL, F. W. Utilization of fatty acids by the chicken. *J. Nutr.*, v.74, p.259-264, 1961.

ROCHA, C. Qualidade do óleo de soja e adição de vitamina na ração de perus. – Curitiba,. Dissertação (Mestrado) Setor Ciências Agrárias – Universidade Federal do Paraná. Curitiba. 76p. 2010.

ROCHA, C.; WENG, D. Y.; SUREK, D.; HUBBER, M.; OPALINSKI, M.; FISCHER DA SILVA, A. V. Efeito da suplementação de lecitina de soja sobre o desempenho de frangos de corte na fase pré-inicial. *Revista Brasileira de Ciência Avícola*, v.9,p.69, 2007.

ROSSI, A. A. Biossegurança em frangos de corte e saúde pública: Limitações, alternativas e subsídios na prevenção de Salmoneloses. 111f. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; DONZELE, J. L. et al. Tabelas brasileiras para aves e suínos – composição de alimentos e exigências nutricionais. Viçosa: UFV, Departamento de Zootecnia, 2005.

SALADO, S.; GRACIA, M.; MENDEZ, J.; PIQUER, J.; MATEOS, G. G. Influencia de la adición en piensos para broiler de distintas fontes de grasa sobre parâmetros productivos. ITEA, v. 18, n. 1, p.163-165, 1997.

SALAZAR, P. C. R. Efeito dos ácidos láctico e butírico, isolados e associados, sobre o desempenho, imunidade humoral e morfometria intestinal em frangos de corte. 72f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) – Setor de Nutrição Animal, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2006.

SANZ, M.; FLORES, A.; LOPEZ-BOTE, C. J. The metabolic use of energy from dietary fat in broilers is affected by fatty acid saturation. *British Poultry Science*, v. 41, p. 61-68, 2000.

SEBREE, B. R. Lecithin complementary attributes in animal nutrition. In: 93th AOCS ANNUAL MEETING & EXPO, 2002, Seattle. 93th AOCS. Annual Meeting, 2002.

SELL, J. L.; KROGDHAL, A.; HANYU, N. Influence of age on supplemental fats by young turkeys. *Poultry Science*, v. 65, p. 546-554, 1986.

SIBBALD, I. R.; KRAMER, K. G. The effect of the basal diet on the metabolizable energy value of fat. *Poultry Science*, v. 57, p.685-691, 1978.

TUCHWEBER, B.; YOUSEF, I. M.; FERLAND, G.; PEREA, A. Nutrition and bile formation. *Nutrition Research*, Vol. 16, No. 6, pp. 1041-1080, 1996.

UNI, Z.; NOY, Y.; SKLAN, D. Posthatch development of small intestines function in the poultry. *Poultry Science*, v.78, p. 215-222, 1999.

VERLENGIA R, MARTINS DE LIMA T. Síntese de Ácidos Graxos. In: CURI R., POMPÉIA C., MIYASAKA C.K., PROCÓPIO J. Entendendo a gordura: os ácidos graxos. São Paulo: Manole, 221p., 2002.

VIEIRA, S, L.; RIBEIRO, A. M. L; KESSLER, A. M. et.; Utilização da energia da dieta para frangos de corte formuladas com óleo ácido de soja. *Revista Brasileira de Ciência Avícola*, Campinas, v.4, p. 127-139, 2002.

VIOLA, E. S., VIEIRA, S. L., TORRES, C. A., FREITAS, D. M. de, BERRES, J. Desempenho de frangos de corte sob suplementação com ácidos láctico, fórmico, acético e fosfórico no alimento ou na água. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.37, n.2, p.296-302, 2008.

WISEMAN, J.; COLE , D. J.; PERRY F. G.; VERNON, B. G.; COOK,B. C. Apparent metabolizable energy values of fats for broiler chicks. *British Poultry Science*. v. 27, n. 4, p. 561-576, 1986.

WISEMAN, J.; SALVADOR, F. Influence of age, chemical composition and rate of inclusion on the apparent metabolizable energy of fats fed to broiler chicks. *British Poultry Science*, v.30, n. 3, p. 653-662, 1991.

YAMAUCHI, K. E., ISSHIKI, Y. Scanning electron microscopic observations on the intestinal villi in growing White Leghorn and broiler chickens from 1 to 30 days of age. *British Poultry Science*, v.32, p.67-78, 1991.

ZELENKA, J.; FAJMONOVÁ, E.; Apparent digestibility of fat and nitrogen retention in young chicks. *Czech Journal of Animal Science*, Champaing, v.45, v. 457-462,2000.

ZOOLISTICH, W.; KRAUSS, W.; AICHINGER, F. et al. Effects of different dietary fat sources of performance and carcass characteristics of broiler. *Animal Feed Science Technology*, California, v.66, p. 63-73, 1997.

CAPÍTULO II - EMULSIFICANTE EM DIETAS INICIAIS COM DIFERENTES FONTES LIPÍDICAS PARA FRANGOS DE CORTE

RESUMO

Objetivou-se avaliar o efeito de fontes lipídicas com a adição de emulsificante à base de lecitina de soja, ácidos orgânicos, gordura de palmiste e sais biliares na dieta sobre o desempenho e metabolizabilidade em frangos de corte. O primeiro experimento avaliou os coeficientes de metabolizabilidade aparente (CDA) em frangos de corte de 1 a 8 dias de idade. As fontes lipídicas utilizadas foram óleo de soja (OS), óleo ácido de soja (OAS), sebo bovino (SB) e óleo de aves (OA) substituídas em 7% da ração referência, com e sem a adição de 2 kg/ton de emulsificante, resultando em nove rações testes. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 2x4, sendo com ou sem adição de emulsificante e as quatro fontes lipídicas. Cada tratamento possuiu 8 repetições com 15 pintainhos machos cada, alojados em gaiolas metálicas recebendo água e ração ad libitum durante todo o período experimental. No segundo experimento, analisou-se o desempenho por meio do consumo de ração (CR), ganho de peso (GP) e conversão alimentar (CA) em frangos de corte de 8 a 22 dias de idade. Os animais receberam dietas isonutritivas. Cada tratamento possuía 8 repetições com 15 pintainhos machos cada. A inclusão do emulsificante aumentou o CDA do EE do OS e do SB, sendo que os demais não diferiram entre si. Observou-se a melhora na energia metabolizável (EM) das quatro fontes lipídicas analisadas ($p < 0,05$). Quando avaliado o desempenho zootécnico, a adição do emulsificante aumentou o GP, assim como reduziu a CA quando avaliado todo o período experimental. Os animais alimentados com as dietas que continham OS e OA apresentaram maior GP em relação aos demais, que não diferiram entre si. O tratamento que continha SB foi o que apresentou o pior resultado para CA ($p < 0,05$). Conclui-se que o tipo de fonte lipídica interfere na resposta zootécnica de frangos de corte na fase inicial e que, o uso de emulsificantes melhora o desempenho e metabolizabilidade das aves nessa fase.

Palavras-chave: Avicultura, Desempenho, Fontes Lipídicas, Lecitina, Metabolizabilidade, Óleo de soja, Sais biliares.

EMULSIFIER IN INITIAL DIETS WITH DIFFERENT LIPID SOURCES FOR CHICKEN BROILERS

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the effect of lipid sources with the addition of emulsifier-based soy lecithin, organic acids, palm kernel fat and bile salts in the diet on performance and metabolization broilers. The first experiment evaluated the apparent digestibility coefficients (ADCs) and metabolization in broiler chicks 1-8 days old. The lipid sources used were soy oil (SO), soybean acid oil (SAO), beef tallow (BT) and poultry oil (PO) substituted by 7% of basal diet, with and without the addition of 2 g / kg of emulsifier, resulting in nine test diets. The experimental design was completely randomized in a 2x4 factorial design, with or without addition of emulsifier and the four lipid sources. Each treatment has owned 8 replicates with 15 male chicks each, kept in cages and given water ad libitum throughout the experimental period. In the second experiment, were analyzed the performance through feed intake (FI), weight gain (WG) and feed conversion (FC) in broiler chickens 8-22 days old . The animals received isonutritives diets. Each treatment had 8 replicates with 15 male chicks each. The inclusion of emulsifier increased ADC EE of SO and BT, and the others did not differ. We observed an improvement in metabolizable energy (ME) of the four lipid sources analyzed ($p < 0,05$). When evaluated live performance, the addition of emulsifier increased the WG, as well as reduced the FC when assessed throughout the experimental period. Animals fed diets containing SO and PO had higher WG in relation to others, which did not differ. The treatment containing BT was presented the worst result for FC ($p < 0,05$). We conclude that the type of fat source interferes with the zootechnical performance of broilers in the initial stage and the use of emulsifiers enhances performance and digestibility of birds 1-22 days old.

Keywords: Bile Salts, Lecithin, Lipid Sources, Metabolizability, Performance, Poultry , Performance , Soybean Oil.

1. Introdução

O desempenho dos frangos de corte no Brasil tem evoluído muito rapidamente devido à aplicação de técnicas de melhoramento genético, manejo e nutrição. Nesse contexto, a nutrição é um dos fatores determinantes para melhorar a eficiência produtiva e reduzir custos de produção, visto que a alimentação pode apresentar até 70% dos custos totais de produção (OLIVEIRA, 2009).

Devido à característica de crescimento rápido, as linhagens de frangos de corte apresentam uma elevada demanda energética, o que favorece a utilização de óleos e gorduras na ração por serem ingredientes que apresentam alta concentração calórica (FURLAN & MACARI, 2002). Os triglicerídeos são componentes indispensáveis da dieta e estão presentes principalmente em óleos e gorduras, pois desempenham importantes funções no organismo como fonte e armazenamento de energia para funções vitais, transporte e absorção de vitaminas lipossolúveis pelo intestino, são componentes estruturais de membranas e são responsáveis pelo fornecimento de ácidos graxos essenciais (LEHNINGER, 1995).

A gordura utilizada pode ser de origem vegetal e animal, ou pode fazer parte de ingredientes como o milho, a soja integral e dos coprodutos de origem animal. Existe grande número de fontes lipídicas disponíveis que podem ser utilizadas na alimentação das aves. A escolha do tipo de gordura e da forma mais eficiente de uso para aves tem sido muito estudada com intuito de incrementar processos de digestão e absorção destes ingredientes nas diferentes fases da criação das aves (LARA, 2004). Entretanto, a escolha da fonte lipídica a ser utilizada na formulação dependerá do custo e da qualidade da gordura.

As gorduras das dietas dividem-se em subunidades, os ácidos graxos, que são cadeias hidrocarbonadas, hidrofóbicas de tamanhos variados. Os Ácidos Graxos Livres (AGL) são assim denominados por não estarem ligados ou esterificados a outro composto orgânico como o glicerol. Segundo relatado por Gaiotto et al. (2000), algumas fontes de óleos têm como característica possuir elevados níveis de AGL, como é o caso das gorduras hidrolisadas e aciduladas como o óleo ácido de soja (OAS) e o Sebo Bovino (SB). No entanto, elas podem ser importantes fontes alternativas de energia na alimentação de frangos de corte devido ao seu baixo custo.

Ao avaliar o efeito de diferentes níveis de AGL na dieta sobre a absorção e digestão de gorduras, Sklan (1979) demonstrou a necessidade da presença do monoglicerídeo para eficiente solubilização dos AGL. Enquanto que a digestão de triglicerídeos resulta em adequada relação de monoglicerídeos/AGL, dietas contendo somente AGL levam a deficiência em monoglicerídeos, bem como a redução da secreção da bile (RABER, 2007).

Uma das características dos lipídios é a insolubilidade em água, portanto para que os lipídios presentes nas dietas sejam digeridos e absorvidos no trato gastrintestinal de frangos de corte é necessário a emulsificação das partículas para sua digestão (OVERLAND et al. 1993). O uso de produtos para favorecer sua emulsificação tem sido justificado principalmente em aves jovens porque estas possuem dificuldade em digerir e absorver gordura da dieta devido à reduzida produção da enzima lipase e a imaturidade da circulação entero-hepática (MILLER, 2002).

Cabe-se citar a lecitina, que possui em sua composição a fosfatidilcolina (13,4% do total), que é o principal fosfolipídio presente nas membranas celulares e nas lipoproteínas. Participa de processos metabólicos, como a emulsificação das gorduras, melhorando sua digestão e absorção (OLIVEIRA, 2009).

Nesse sentido, este experimento foi conduzido com o objetivo de avaliar o efeito de diferentes fontes lipídicas com a adição de emulsificante a base de lecitina de soja, ácidos orgânicos, gordura de palmiste e sais biliares nas dietas iniciais sobre a metabolizabilidade e desempenho zootécnico de frangos de corte.

2. Material e Métodos

O protocolo experimental foi aprovado pelo Comitê de Ética em Experimentação Animal (CEEA) da Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias sob o número 48, emitido na data de 14/10/2011.

2.1. Experimento 1 – Ensaio de Metabolizabilidade

2.1.1. Animais e instalações

Foram alojados 1080 pintos de corte machos de 1 dia, da linhagem comercial Cobb®, criados em baterias metálicas com dimensões de 0,98 x 0,90 x 0,50 m equipadas com comedouros e bebedouros tipo calha. O experimento foi conduzido em setembro de 2011 no Campus de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná, localizada na cidade de Curitiba.

As aves foram distribuídas igualmente nos tratamentos, completando uma densidade de 15 aves por unidade experimental. O programa de luz foi constante, com o fornecimento de 24 horas de luz. A temperatura foi registrada diariamente com termômetro de máxima e mínima, sendo controlada durante todo o período experimental. As médias das temperaturas máximas foram de 32°C e das mínimas de 27°C. As aves receberam água e ração à vontade durante todo o período experimental.

2.1.2. Dietas

A dieta referência (Tabela 3) foi formulada à base de milho e farelo de soja, seguindo as recomendações de Rostagno et al. (2005) para frangos de corte na fase inicial e crescimento. Foram utilizadas nove rações, sendo a ração referência mais oito rações compostas por 93% da fórmula referência e 7% de inclusão de óleo de soja, óleo ácido de soja, óleo de aves ou sebo bovino, com e sem adição de emulsificante à base de lecitina de soja¹, ácidos orgânicos, gordura de palmiste² e sais biliares, na dose de 2 kg por tonelada, segundo o método da substituição

¹ Matriz nutricional: Umidade: 4%; Proteína Bruta: 0; Fibra Bruta: 0; Gordura Bruta: 70%; Matéria Mineral: 26,65%; Cálcio: 0,04%; Fósforo Total: 0,62%; Fósforo Assimilável: 0,31%; Colina: 1,68%; Energia Metabolizável Aves (Kcal/Kg) – 5056. Concentrações no produto: Ácidos Graxos: Láurico (C:12): 0,96%; Mirístico (C:14): 0,40%; Pentadecílico (C:15): 0,16%; Palmítico (C:16): 1,53%; Heptadecanóico (C:17:1): 0,02%; Esteárico (C:18): 0,57%; Oleico (C:18): 2,34%; Linoleico (C:18:2): 3,825%; Linolênico (C:18:3): 0,099%; Araquidônico (C:20:4): 0,064% Ácidos Orgânicos: Fórmico: 0,8% e Láctico: 1,6%.

² Provém da amêndoa do fruto da palma. Por processo de prensagem, extrai-se o óleo de palmiste. Possui principalmente ácidos graxos de cadeia curta, sendo estes: ácido láurico (C12:0 – 47%) e ácido mirístico (C14:0 – 16%). Apresenta características físicas importantes devido ao baixo grau de insaturação de seus ácidos graxos. Este óleo apresenta alta estabilidade oxidativa.

proposto por Matterson et al. (1965). Em todas as dietas experimentais foi adicionado 1% de Celite™ como marcador para realização do ensaio de metabolizabilidade. Os parâmetros qualitativos e análise de Energia Bruta (EB) e Umidade (%) das fontes lipídicas utilizadas estão apresentadas na Tabela 4.

Tabela 3. Ingredientes e composição química analisada da dieta referência.

| Ingredientes | (%) |
|---|---------------|
| Milho 7,8% | 49,69 |
| Farelo de Soja 46% | 28,95 |
| Milho Amido | 10,00 |
| Milho Protenose 60% | 5,97 |
| Fosfato bicálcico | 1,84 |
| Caulim ¹ | 1,00 |
| Calcário 38% | 0,81 |
| L-Lisina 78% | 0,40 |
| PX Vit./Min. Inicial Frango de Corte ² | 0,40 |
| Bicarbonato de Sódio | 0,30 |
| Sal | 0,27 |
| DL-Metionina 99% | 0,23 |
| Celite™ | 0,10 |
| L-Treonina 98,5 | 0,08 |
| Cloreto de Colina 60% | 0,07 |
| Total | 100,00 |
| Composição Química Calculada | |
| Proteína (%) | 21,40 |
| EMa (kcal/kg) | 2,95 |
| Metionina Dig. (%) | 0,56 |
| Metionina + Cistina Dig. (%) | 0,87 |
| Lisina Dig. (%) | 1,21 |
| Cálcio (%) | 0,85 |
| Fósforo Disponível (%) | 0,45 |

¹ Nos tratamentos que continham emulsificante, o mesmo foi adicionado na dose de 2g/kg de ração em substituição ao mesmo volume de Caulim.

² Suplemento vitamínico e mineral (níveis/kg de ração): vitaminas A: 12000 UI; D3: 2400 UI; K: 3,2 mg; B1: 2,4 mg; B2: 4,8 mg; B6: 4,8 mg; B12: 24 mcg; niacina: 256 mg; ácido pantotênico: 12 mg; biotina: 0,096 mg; ácido fólico: 1,2 mg; colina: 800 mg; selênio: 0,144 mg; iodo: 0,56 mg; ferro: 40,08 mg; cobre: 8 mg; manganês: 62,4 mg; zinco: 44 mg; b.h.t.: 2 mg; avilamicina: 80 mg; nicarbazina: 6 mg.

Tabela 4. Parâmetros qualitativos, energia bruta e umidade das fontes lipídicas utilizadas.

| Parâmetros | OS | OAS | OA | SB |
|--------------------------------|------|-------|------|------|
| Acidez em ácido oleico (% m/m) | 1,33 | 54,47 | 2,96 | 1,18 |
| Peróxido (mEq/1000g) | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Umidade (%) | 0,00 | 1,12 | 0,60 | 0,83 |
| Energia Bruta (kcal/kg) | 9184 | 9345 | 9104 | 9500 |

OS: Óleo de Soja; OA: Óleo de Aves; SB: Sebo Bovino; OAS: Óleo Ácido de Soja.

2.1.3. *Ensaio de Metabolizabilidade*

O ensaio de metabolizabilidade foi conduzido pelo método da colheita parcial de fezes, com uso do marcador Celite™ adicionado às rações experimentais, seguindo as recomendações da AAFCO (2004). As dietas foram fornecidas por um período de adaptação de quatro dias, seguidos por quatro dias (4 a 8 dias de idade das aves) de colheita de uma parcela das excretas de cada repetição. A água e a ração foram fornecidas à vontade durante todo o período experimental. Foram coletadas uma amostra de excretas por repetição duas vezes ao dia no intervalo de 12 horas e, em seguida foram acondicionadas separadamente em sacos plásticos identificados e armazenadas em freezer à – 20°C.

2.1.4. *Análises Laboratoriais*

Ao final do período de coleta, as excretas de cada repetição foram descongeladas a temperatura ambiente e homogeneizadas. Em seguida, foram secas em estufa de ventilação forçada a 55°C até peso constante. Após a pré-secagem, as mesmas foram moídas a 1 mm e embaladas para posterior análise.

A ração referência, as dietas experimentais e as excretas foram moídas a 0,5 mm e analisadas quanto a matéria seca (MS) à 105°C, Extrato Etéreo (EE) e Matéria Mineral (MM) segundo a AOAC (1995). A energia bruta (EB) foi determinada em bomba calorimétrica. As cinzas insolúveis em ácido (CIA) foram determinadas de acordo com metodologia descrita por Van Keulen & Young (1977). A análise bromatológica das amostras das excretas e das rações foi realizada no Laboratório de Nutrição Animal da Universidade Federal do Paraná, em Curitiba-PR.

Os coeficientes de metabolizabilidade aparente (CMA) e a energia metabolizável (EM) foram calculados com base nos resultados laboratoriais das dietas e excretas segundo o método proposto por Matterson et al. (1965) de coleta parcial das excretas por indicadores (CMAi) e foram calculados por meio das equações:

$$\text{CMAi (\%)} = 100 - [(\% \text{ de indicador na ração}) \times (\% \text{ de nutrientes nas fezes}) / (\% \text{ de indicador nas fezes}) \times (\% \text{ de nutriente na ração})] \times 100$$

$$\text{CMA (\%)} = ((\text{g de nutriente ingerido} - \text{g de nutriente excretado}) / \text{g de nutriente ingerido}) \times 100$$

$EM \text{ (kcal/kg)} = \{ \text{kcal/g energia bruta ingerida} - \text{kcal/g energia bruta excretada nas fezes} - [(\text{g proteína bruta ingerida} - \text{g proteína bruta excretada nas fezes}) \times 1,25 \text{ kcal/g}] \} / \text{g de alimento ingerido}$

2.1.5. Delineamento Experimental e Análise Estatística

O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado, composto por 9 tratamentos, sendo a ração referência e 8 rações testes compostas por 93% da dieta referência e 7% de inclusão de OS, OA, SB ou OAS, com 8 repetições cada.

As análises estatísticas foram feitas por análise de variância (ANOVA) e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

2.2. Experimento 2 – Desempenho Zootécnico

2.2.1. Animais e instalações

Os animais do experimento 1 foram pesados e realojados aos oito dias de idade. Foram utilizados 960 pintos de corte (machos) da linhagem comercial Cobb®, criados de 8 a 22 dias de idade em 64 gaiolas metálicas, com dimensões de 0,98 x 0,90 x 0,50 m (c x l x h), aquecidas individualmente por campânulas elétricas, equipadas com bebedouro tipo calha e comedouros individuais. De 8 a 15 dias de idade as aves receberam 24 horas de luz e entre 15 e 22 dias de idade as aves permaneceram sob luz natural. As aves foram alojadas em ambiente com temperatura controlada, sendo a máxima de 31°C na primeira semana e reduzindo gradativamente até 24°C aos 22 dias de idade. As aves receberam água e ração à vontade durante todo o período experimental.

2.2.2. Dietas

As dietas atendiam as recomendações nutricionais segundo Rostagno et al. (2005), e foram formuladas à base de milho e farelo de soja, variando apenas quanto à fonte lipídica, e a adição ou não do emulsificante (Tabela 5). O emulsificante utilizado foi o mesmo do Experimento 1, na dose de 2 Kg por tonelada de ração. Foi retirada uma amostra de cada fonte lipídica: OS, OAS, OA e SB, para

avaliação da qualidade e da composição inicial do produto, conforme exposto na Tabela 5.

Tabela 5. Ingredientes e composição química analisada nas dietas experimentais.

| Ingredientes (Kg/ton) | OS | OA | SB | OAS |
|---|--------|--------|--------|--------|
| Milho 7,8% | 532,81 | 532,81 | 532,81 | 532,81 |
| Sebo Bovino (SB) | -- | -- | 54,61 | -- |
| Óleo de Soja (OS) | 49,04 | -- | -- | -- |
| Óleo de Aves (OA) | -- | 51,40 | -- | -- |
| Óleo Ácido de Soja (OAS) | -- | -- | -- | 49,04 |
| Calcário 38% | 8,00 | 8,00 | 8,00 | 8,00 |
| Fosfato bicálcico | 18,00 | 18,00 | 18,00 | 18,00 |
| Bicarbonato Sódio | 2,00 | 2,00 | 2,00 | 2,00 |
| Sal | 3,50 | 3,50 | 3,50 | 3,50 |
| Caolim ¹ | 2,00 | 4,74 | 7,95 | 10,26 |
| L-Treonina 98,5 | 0,61 | 0,61 | 0,61 | 0,61 |
| L-Lisina 78% | 2,05 | 2,05 | 2,05 | 2,05 |
| DL-Metionina 99% | 2,60 | 2,60 | 2,60 | 2,60 |
| Cloreto de Colina 60% | 0,70 | 0,70 | 0,70 | 0,70 |
| PX Vit./Min. Inicial Frango de Corte ² | 4,00 | 4,00 | 4,00 | 4,00 |
| Composição química calculada com base na matéria seca (%) | | | | |
| Proteína | 21,40 | 21,40 | 21,40 | 21,40 |
| Metionina Dig. | 0,56 | 0,56 | 0,56 | 0,56 |
| Metionina + Cistina Dig. | 0,87 | 0,87 | 0,87 | 0,87 |
| Lisina Dig. | 1,21 | 1,21 | 1,21 | 1,21 |
| Cálcio | 0,86 | 0,86 | 0,86 | 0,86 |
| Fósforo Disponível | 0,45 | 0,45 | 0,45 | 0,45 |
| Composição química calculada | | | | |
| EMa (kcal/kg) | 3100 | 3100 | 3100 | 3100 |

¹ Nos tratamentos que continham emulsificante, o mesmo foi adicionado na dose de 2g/kg de ração em substituição ao mesmo volume de Caulim.

² Suplemento vitamínico e mineral (níveis/kg de ração): vitaminas A: 12000 UI; D3: 2400 UI; K: 3,2 mg; B1: 2,4 mg; B2: 4,8 mg; B6: 4,8 mg; B12: 24 mcg; niacina: 256 mg; ácido pantotênico: 12 mg; biotina: 0,096 mg; ácido fólico: 1,2 mg; colina: 800 mg; selênio: 0,144 mg; iodo: 0,56 mg; ferro: 40,08 mg; cobre: 8 mg; manganês: 62,4 mg; zinco: 44 mg; b.h.t.: 2 mg; avilamicina: 80 mg; nicarbazina: 6 mg.

2.2.3. Desempenho Zootécnico

Os parâmetros de desempenho zootécnico avaliados foram: consumo de ração (CR), ganho de peso (GP), conversão alimentar (CA) e mortalidade (M) das aves em cada período. A ração fornecida e as sobras, assim como as aves, foram pesadas no 8º, 15º, e 22º dias. O GP foi obtido pela diferença entre o peso ao final de cada período e o peso inicial; o CR foi calculado pela diferença entre o total de ração fornecida e as sobras de ração no final de cada fase, a CA foi calculada pela razão entre o total de ração fornecida e o GP no período e foi corrigida pelo peso

das aves mortas no período. A mortalidade foi checada duas vezes ao dia e as aves mortas pesadas para ajuste da conversão alimentar.

Os parâmetros de desempenho (GP, CR e CA corrigida pra mortalidade) foram calculados conforme as fórmulas descritas abaixo:

$$GP = \frac{[(\text{Peso final} - \text{Peso inicial}) + \text{Peso da ave morta}]}{\text{Número médio de aves}}$$

$$CR = \frac{(\text{Quantidade de ração fornecida} - \text{Quantidade de sobra de ração})}{\text{Número médio das aves}}$$

$$CA = \frac{\text{Consumo de ração}}{\text{Ganho de Peso}}$$

2.2.4. Delineamento Experimental e Análise Estatística

O experimento foi dividido em oito tratamentos com oito repetições de quinze aves cada, em um delineamento inteiramente casualizado, decomposto em um modelo fatorial 4x2, composto por quatro fontes lipídicas (OS, OAS, SB, OA) com e sem adição de emulsificante, conforme Tabela 6.

As análises estatísticas foram feitas por análise de variância (ANOVA) e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Tabela 6. Descrição dos tratamentos experimentais.

| Tratamentos | Descrição |
|-------------|-----------------------|
| T1 | OS sem emulsificante |
| T2 | OS com emulsificante |
| T3 | OA sem emulsificante |
| T4 | OA com emulsificante |
| T5 | SB sem emulsificante |
| T6 | SB com emulsificante |
| T7 | OAS sem emulsificante |
| T8 | OAS com emulsificante |

OS: Óleo de soja; OA: Óleo de aves, SB: Sebo bovino; OAS: Óleo ácido de soja.

3. Resultados

3.1. Experimento 1 – Ensaio de Metabolizabilidade

Os resultados de metabolizabilidade estão apresentados nas tabelas 7 e 8. A suplementação do emulsificante aumentou o coeficiente de metabolizabilidade aparente do extrato etéreo (CMAEE) e a energia metabolizável (EM) das fontes lipídicas ($p < 0,05$).

Houve interação entre emulsificante e fonte lipídica ($p < 0,05$) para o CMAEE. Entretanto, a suplementação com o emulsificante não diferiu quanto aos CMAMS das diferentes fontes lipídicas ($p > 0,05$). As dietas com utilização do SB foram as que apresentaram resultados inferiores para os CMAEE e EM (Tabela 7).

Tabela 7. Coeficientes de metabolizabilidade aparente da matéria seca (CMAMS), extrato etéreo (CMAEE) e energia metabolizável (EM, kcal/kg) de diferentes fontes lipídicas com ou sem a adição de emulsificante para aves de 1 a 8 dias de idade.

| | CMAMS % | CMAEE % | EM kcal/kg |
|-------------------|---------------------|--------------------|-------------------|
| Sem Emulsificante | 65,60 | 54,94 | 6192 |
| Com Emulsificante | 67,13 | 61,69 | 8285 |
| OS | 69,12 ^a | 68,52 ^a | 8270 ^a |
| OA | 67,54 ^{ab} | 61,75 ^a | 8254 ^a |
| SB | 63,60 ^b | 40,62 ^b | 4465 ^b |
| OAS | 65,20 ^{ab} | 62,36 ^a | 7966 ^a |
| CV (%) | 7,37 | 14,21 | 16,56 |
| Emulsificantes | 0,241 | 0,001 | 0,001 |
| Fontes Lipídicas | 0,009 | 0,001 | 0,001 |
| Interação | 0,061 | 0,001 | 0,290 |

^{a,b} Médias na mesma coluna com letras distintas diferem pelo teste Tukey ($p < 0,05$).

OS: Óleo de Soja; OA: Óleo de Aves; SB: Sebo Bovino; OAS: Óleo Ácido de Soja; CDAMS: Coeficiente de Metabolizabilidade Aparente da Matéria Seca; CDAEE: Coeficiente de Metabolizabilidade Aparente do Extrato Etéreo; EB: Coeficiente de Metabolizabilidade Aparente da Energia Bruta; EM: Energia Metabolizável das fontes lipídicas; CV: Coeficiente de Variação.

O desdobramento da interação do CDAEE (Tabela 8) mostra que o OS foi a fonte lipídica que apresentou o maior CDAEE ($p < 0,05$), sendo que não diferiu estatisticamente do OA e do OAS quando avaliado seu uso sem a adição de emulsificantes ($p > 0,05$). Quando houve a adição do emulsificante, o OS não diferiu apenas do OAS ($p > 0,05$). O OAS não sofreu influência significativa do uso de emulsificante no quesito avaliado ($p > 0,05$).

O SB foi a fonte lipídica que apresentou o menor CDAEE, independentemente da adição ou não de emulsificante. No entanto o uso de

emulsificante aumentou significativamente a metabolizabilidade do SB em relação ao tratamento sem a sua adição ($P < 0,05$). Não houve interação entre as fontes lipídicas sobre o CDAMS e EM ($p > 0,05$).

Tabela 8. Desdobramento para efeito do emulsificante sobre o coeficiente de metabolizabilidade aparente do extrato etéreo (CDAEE) das diferentes fontes lipídicas para aves de 1 a 8 dias de idade.

| | OS | OA | SB | OAS | Média: |
|-------------------|---------------------|---------------------|---------------------|----------------------|--------|
| Sem Emulsificante | 64,02 ^{aB} | 62,35 ^{aA} | 32,14 ^{bB} | 61,24 ^{aA} | 54,94 |
| Com Emulsificante | 73,02 ^{aA} | 61,15 ^{bA} | 49,10 ^{cA} | 63,48 ^{abA} | 61,69 |
| Média: | 68,52 | 61,75 | 40,62 | 62,36 | |

^{a,b} Médias na mesma linha com letras distintas diferem pelo teste Tukey ($p < 0,05$).

^{A,B} Médias na mesma coluna com letras distintas diferem pelo teste Tukey ($P < 0,05$).

OS: Óleo de Soja; OA: Óleo de Aves; SB: Sebo Bovino; OAS: Óleo Ácido de Soja.

3.2. Experimento 2 – Desempenho Zootécnico

Os efeitos do uso do emulsificante e das diferentes fontes lipídicas sobre o desempenho zootécnico das aves estão apresentados nas tabelas 9 e 10. A inclusão do emulsificante aumentou o GP das aves nos primeiros sete dias do período experimental ($p < 0,05$). No mesmo período (de 8 a 15 dias de idade), a fonte lipídica utilizada teve efeito sobre a CA ($p < 0,05$). Os tratamentos que continham OA apresentaram maior GP ($p < 0,05$), sem diferença estatística em relação ao OS ($p > 0,05$).

O OA foi o que apresentou os resultados melhores de desempenho zootécnico. As aves que consumiram dieta contendo o SB apresentaram pior CA e GP ($p < 0,05$).

Tabela 9. Efeito do uso de emulsificante e das fontes lipídicas sobre o desempenho de frangos de corte de 8 a 15 dias alimentados com diferentes fontes lipídicas com ou sem adição de emulsificante.

| | CR (g) | GP (g) | CA |
|--------------------|--------|----------------------|--------------------|
| Fatores principais | | | |
| Sem emulsificante | 365,28 | 278,62 | 1,311 |
| Com emulsificante | 370,19 | 285,75 | 1,295 |
| Óleo de Soja | 367,56 | 284,38 ^{ab} | 1,292 ^a |
| Óleo de Aves | 377,63 | 294,31 ^a | 1,282 ^a |
| Sebo Bovino | 366,88 | 271,19 ^b | 1,352 ^b |
| Óleo Ácido de Soja | 358,87 | 278,88 ^b | 1,286 ^a |
| Probabilidades | | | |
| Emulsificantes | 0,403 | 0,049 | 0,144 |
| Fontes Lipídicas | 0,170 | <0,001 | <0,001 |
| Interação | 0,784 | 0,709 | 0,693 |
| CV(%) | 6,32 | 5,02 | 3,42 |

^{a,b}: Médias na mesma coluna com letras distintas diferem pelo teste Tukey ($p < 0,05$).

CR: Consumo de Ração; GP: Ganho de Peso; CA: Conversão Alimentar; CV: Coeficiente de Variação.

Quando avaliado o período total do experimento, de 8 a 22 dias (Tabela 10), verificou-se que o uso do emulsificante proporcionou maior GP das aves. Todavia, o GP não foi afetado pelas fontes lipídicas. No período total do experimento observamos melhor CA ($p < 0,05$) com o uso do emulsificante, porém não foram observadas diferenças entre as fontes lipídicas utilizadas ($p > 0,05$).

Tabela 10. Efeito do uso do emulsificante e das fontes lipídicas sobre o desempenho de frangos de corte de 8 a 22 dias alimentados com diferentes fontes lipídicas com ou sem adição de emulsificante.

| | CR (g) | GP (g) | CA |
|--------------------|--------|---------------------|--------------------|
| Fatores principais | | | |
| Sem emulsificante | 1025,1 | 697,25 ^b | 1,472 ^a |
| Com emulsificante | 1029,6 | 722,06 ^a | 1,427 ^b |
| Óleo de Soja | 1026,6 | 713,88 | 1,438 |
| Óleo de Aves | 1038,4 | 714,25 | 1,455 |
| Sebo Bovino | 1028,0 | 696,88 | 1,476 |
| Óleo Ácido de Soja | 1016,4 | 713,62 | 1,426 |
| Probabilidades | | | |
| Emulsificantes | 0,674 | 0,001 | 0,013 |
| Fontes Lipídicas | 0,537 | 0,250 | 0,232 |
| Interação | 0,354 | 0,868 | 0,619 |
| CV (%) | 4,09 | 4,05 | 5,17 |

^{a,b}: Médias na mesma linha com letras distintas diferem pelo teste Tukey ($p < 0,05$).

CR: Consumo de Ração; GP: Ganho de Peso; CA: Conversão Alimentar; CV: Coeficiente de Variação.

4. Discussão

O presente estudo demonstrou que o uso do emulsificante aumentou ($p < 0,05$) a metabolizabilidade do EE e a EM das fontes lipídicas utilizadas em frangos de corte de 1 a 8 dias de idade. Tal fato pode ser explicado pela característica emulsificante da lecitina e pela presença de ácidos e sais biliares, pois a emulsificação é fundamental no processo digestivo dos lipídios, pois além de aumentar a superfície dos mesmos com a formação de microgotículas de gordura, favorece a ação da enzima lipase pancreática que aumenta a absorção das gotículas emulsificadas (FREEMAN, 1984).

Outro fator a ser considerado é a composição do produto, os ácidos graxos de cadeia média (AGCM) presentes no óleo de palmiste são de grande interesse nutricional. Devido à sua estrutura química são prontamente disponíveis, sendo absorvidos e metabolizados diretamente no fígado através do sistema porta.

No desdobramento da interação entre as fontes lipídicas e o uso do emulsificante, foi observado melhora da metabolizabilidade do EE para o Óleo de soja e para Sebo bovino com o uso de emulsificante. Nesse caso, alguns aspectos podem ser considerados: o SB possui menor proporção da gordura total na forma de triglicerídeos e maior concentração de ácidos graxos livres (AGL). Essa composição pode levar a uma menor metabolizabilidade da gordura do SB (VIEIRA et al. 2002). Outro aspecto, o OS é considerado um ingrediente com composição interessante para uso avícola sob o ponto de vista metabólico, uma vez que tem maior riqueza em ácidos graxos insaturados (oleico, linoleico e linolênico), que são bem assimilados pelas aves (LARA, 2004).

Segundo Freitas et al. (2005) os óleos ácidos e as gorduras animais apresentam de 65 a 90% de ácidos graxos, que se encontram principalmente na forma de AGL e em pequena proporção de triglicerídeos. A relação de AGL com triglicerídeos intactos é importante, pois os AGL são absorvidos com menor eficiência do que aqueles provenientes dos triglicerídeos. Isso acontece em razão dos monoglicerídeos serem essenciais à incorporação dos ácidos graxos insolúveis no complexo micelar. Quando os AGL são fornecidos como única fonte de lipídio na dieta, não existe monoglicerídeos suficiente e a absorção fica prejudicada (BLANCH et al. 1995).

Corroborando com o exposto acima, Garret & Young (1975), demonstraram que os monoglicerídeos são mais prontamente absorvidos que os triglicerídeos no TGI. Os mesmos autores confirmaram que os AGL necessitam de monoglicerídeos para serem absorvidos em micelas, junto com os sais biliares. Leeson & Summers (2001) comentaram que de 50 a 78% dos triglicerídeos da dieta são melhor absorvidos quando são convertidos a 2 monoglicerídeos e absorvidos dessa forma, durante o processo de hidrólise. A lipase atua predominantemente nas posições 1 e 3 das ligações éster do triglicerídeo, hidrolisando-os a dois ácidos graxos livres e um 2-monoglicerol. A presença de um ácido graxo saturado na posição 2 teria alta taxa de absorção como monoglicerídeos. Como exemplo pode-se citar a absorção do ácido palmítico livre ser de 12% e na forma de 2-monopalmitina é igual a 55% (ROCHA et al. 2007).

Tal fato pode ainda justificar os bons resultados de desempenho e metabolizabilidade do Óleo de soja. O OS é uma fonte lipídica rica em ácidos graxos insaturados e gordura na forma de triglicerídeos, e o uso do emulsificante pode melhorar ainda o CDAEE e sua EM conforme descrito na presente pesquisa. Segundo Wiseman & Salvador (1991), os óleos vegetais são os que possuem melhor absorção nos primeiros dias de vida da ave do que as gorduras animais. Os valores observados para as fontes vegetais como o OS, variam de 85% para as primeiras semanas de vida a 98% de absorção na fase adulta. A mesma conclusão foi descrita por Carew Jr. et al. (1972), que avaliando a metabolizabilidade do sebo bovino, observaram que este apresentou 40% de metabolizabilidade na primeira semana de idade, já na segunda semana, a metabolizabilidade passou para 79%, mostrando também que a absorção de gordura pode variar não apenas com o tipo de gordura fornecida, mas também conforme a idade, principalmente na fase inicial de criação das aves.

Resultados diferentes da presente pesquisa foram encontrados por Neto (2005) que utilizando OS, OA e a mistura de ambos com e sem adição de emulsificante à base de lecitina para frangos, verificou melhora no CDAEE para o OA, mas para o OS e a mistura de ambas o efeito não foi significativo. Vale ressaltar que na pesquisa de Neto (2005), o ensaio de metabolismo foi realizado com aves aos 21 dias de idade e o emulsificante era composto apenas à base de lecitina de soja, diferente do utilizado no presente trabalho. Também nesse estudo, não se verificou efeito da fonte de gordura e emulsificante, nem interação entre estes

fatores para o coeficiente de metabolizabilidade aparente da matéria seca (CDAMS) das rações.

Nir et al. (1993), Noy & Sklan (1995), Frizzas (1996) e Freeman (1984) encontraram melhorias na metabolizabilidade de dietas suplementadas com sais biliares nas fases iniciais em frangos de corte, pois estimularam a produção da enzima lipase auxiliando na digestão das fontes lipídicas. Os mesmos autores descrevem um aumento da lipase pancreática conforme as aves atingiam idades mais avançadas. Jeason & Kellog (1992) registraram que a menor quantidade da enzima nos pintos é devida à imaturidade da circulação entero-hepática, sendo substrato independente. Ao contrário, Krogdhal (1985) justificou o aumento da atividade da enzima conforme aumenta o consumo lipídico. Esses aspectos justificariam a suplementação de enzimas exógenas e/ou ácidos e sais biliares nas dietas iniciais das aves com o objetivo de auxiliar a digestão e absorção das fontes lipídicas.

Ainda, pode-se citar Gomez & Polin (1976) que, ao analisarem a metabolizabilidade aparente da gordura com adição de sais biliares (0,2% de ácido cólico) em dietas iniciais para frangos de corte, observaram uma melhora significativa na metabolizabilidade aparente do SB em 8,4% e 10% em aves de 4 a 7 e 14 a 19 dias respectivamente. Esses resultados reforçam àqueles obtidos no presente estudo.

Também utilizando suplementação de sais biliares, Polin & Hussein (1982) relataram aumento na retenção de lipídios na 1ª semana de idade ao adicionar sais biliares (taurocolato de sódio a 0,4%) na dieta de pintos, enquanto que sem a adição deste a utilização da gordura foi 25% menor na 1ª semana que nas 2ª e 3ª semanas de idade. Kussaibati et al. (1982) mostraram que a suplementação de sais biliares na dieta de pintos aumentou a metabolizabilidade de gorduras saturadas como em misturas de gorduras saturadas e insaturadas (animal-vegetal). Resultado semelhante ao da presente pesquisa, na qual a adição do emulsificante melhorou o CDAEE do SB, fonte lipídica saturada e rica em AGL e melhorou a EM das fontes lipídicas pesquisadas.

Quando avaliado o desempenho zootécnico das aves e o benefício do uso do emulsificante sobre o GP e CA das aves nas fases iniciais, também pode estar relacionado ao fato de que as aves jovens têm a produção de enzima lipase reduzida além da dificuldade de reabsorver os sais biliares, devido à imaturidade da

circulação entero-hepática (JEASON & KELLOG, 1992). Nossos resultados diferem dos encontrados por Rocha et al. (2007) que não observaram diferença no CR, GP, CA de frangos de corte no período pré-inicial alimentados com dietas suplementadas com lecitina de soja (0, 3, 6 e 12 g de lecitina/kg de ração). Todavia, no presente estudo foi suplementada uma combinação de lecitina com ácidos e sais biliares, principalmente. Também, Blanch et al. (1995) estudando o efeito de diferentes fontes lipídicas com inclusão de 5% de lecitina, não observaram diferença no GP das aves que receberam fosfolipídios na dieta. No entanto Huang et al. (2007), suplementando frangos com até 2% de lecitina na dieta, observaram excretas mal formadas nas aves no período inicial (1 a 21 dias), durante os demais períodos (22 a 42 dias) não foi observado o mesmo efeito. Isso pode significar que a utilização da gordura e o efeito de substâncias emulsificantes dependem da idade das aves.

Resultados semelhantes aos da presente pesquisa foram encontrados por Lara et al. (2005), que utilizando lecitina e glicerol em dietas com óleo ácido de soja, óleo degomado de soja (ODS) e a mistura dos dois para aves jovens, verificaram que o consumo de ração não foi afetado por nenhuma das fontes lipídicas utilizadas.

Azman & Cifci, (2004), Oliveira et al. (2009) e Lara et al. (2005), não observaram efeito do uso de lecitina sobre o desempenho de frangos de corte nas fases iniciais. É importante lembrar, em relação a experimentos com o uso do emulsificante, a discrepância de resultados pode estar relacionada à composição e dose dos produtos utilizados, o período de fornecimento e composição das dietas utilizadas.

Resultados semelhantes a esta pesquisa foram encontrados por Neto (2005), que avaliando a ação do emulsificante sobre OA, OS e a mistura das duas fontes, observaram melhora no GP, ganho de peso diário (GPD) e CA de frangos de corte da linhagem Cobb 500®, de 1 a 42 dias, com uso de lecitina ao nível de 0,05%. No mesmo trabalho, observou-se que para as aves que receberam OS, o uso do emulsificante teve efeito mais importante ($p < 0,05$) sobre o GPD, melhor CA, maior GP, se comparado com o OA. Tal fato pode estar relacionado à composição de ácidos graxos dessa fonte de gordura e seus efeitos sobre a digestão e absorção. Segundo Ketels & De Groote (1989), a absorção da gordura da dieta aumenta significativamente quando a relação de ácidos graxos saturados e insaturados da dieta aumenta de 0 para 2,5. Segundo dados de análise de composição de ácidos

graxos de Gaiotto (2004), a relação de ácidos graxos insaturados de saturados é de 4,5, 1,6 e 3,0 para o OS, OA e para a mistura de ambos, respectivamente. A relação de ácidos graxos saturados é maior no OS se comparado com OA, ocorrendo um desequilíbrio na proporção comprometendo a absorção de gordura. Torna-se mais fácil a escolha do tipo de emulsificante a ser utilizado quando se conhece a composição dos ácidos graxos da fonte lipídica utilizada nas dietas.

Houve interação entre as fontes lipídicas utilizadas na dieta sobre o desempenho zootécnico das aves ($p < 0,05$). Resultados semelhantes foram encontrados por Scaife et al. (1994) que observaram maior GP e melhor CA em frangos de corte que receberam rações contendo OS do que naqueles que receberam as rações com SB. Entretanto, Gaiotto (2004) trabalhando com OAS, OS, OA, misturas de 50% de OAS com 50% de OS; 50% de OAS com 50% de OA e outra mistura com 75% de OAS e 25% de OS, e 75% de OAS e 25% de OA verificou que o OS em relação às outras fontes e mistura de fontes estudadas proporcionou os piores resultados de desempenho. Também, Araújo et al. (2004) observaram que o OA proporcionou melhor GP e melhor CA no período de 1 a 21 dias de idade, sendo que estes resultados não diferiram do óleo de linhaça e foram superiores aos óleo de soja e canola.

O estudo da utilização de emulsificante em dietas com diferentes fontes lipídicas com o objetivo de melhorar o metabolismo e desempenho nas fases iniciais de frangos de corte ainda é recente e necessita de mais investigação. A pesquisa é de fundamental importância, visto que ainda são poucos os dados sobre esse tema na literatura.

5. Conclusões

A utilização de emulsificante favorece a metabolizabilidade das fontes lipídicas utilizadas para frangos nas primeiras semanas de vida, bem como melhora os índices de desempenho zootécnico.

6. Referências Bibliográficas

ARAÚJO, J. M. A. Química de Alimentos, Teoria e Prática. 4 ed. Editora UFV p.596, 2008.

ASSOCIATION OF AMERICAN FEED CONTROL OFFICIALS - AAFCO. Official Publications of the Association of American Feed Control Officials Incorporated. Oxford, IN, USA, 2004.

ASSOCIATION OF THE OFFICIAL ANALITICAL CHEMISTS – AOAC. Official and tentative methods of analysis, 16.ed. Arlington, Virginia: AOAC International, 1995.

AZMAN, M. A.; CIFTIC, M. Effects of replacing dietary fat with lecithin on broiler chicken zootechnical performance. *Revue de Medecine Veterinaire*, v. 155, p. 445-448, 2004.

BLANCH, A.; BARROETA, A. C.; BAUCCELLS, M. D.; PUNCHAL, F. The nutritive value of dietary fats in relation to their chemical composition. Apparent fat availability and metabolizable energy in two-week-old chicks. *Poultry Science*, v.74, n.8, p.1335-1340, 1995.

CAREW, L. B.; MANCHEMER, R. M.; SHARP, R. W.; FOSS, D. C. Fat absorption by the very young chick. *Poultry Science*, v. 51, p.38-742,1972.

FREEMAN, C. P. The digestion, absorption and transport of fats – non ruminants. In: WISEMAN, J. (Ed.). *Fats in animal nutrition*. London: Butterwords. pp. 105-122, 1984.

FREITAS, R. E.; SAKOMURA, N. K.; NEME, R. et a.. Valor energético do óleo ácido de soja para aves. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. Brasília, v.40, v.241-246, 2005.

FRIZZAS, A. C. Efeito do uso de probióticos sobre o desempenho e a atividade de enzimas digestivas de frangos de corte. *Dissertação (Mestrado em Zootecnia)* - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal, Universidade Estadual Paulista, 70f, 1996.

GAIOTTO, J. B. Determinação da energia metabolizável de gorduras e sua aplicação na formulação de dietas para frangos de corte. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba. 94p, 2004.

GAIOTTO, J. B.; MENTEN, J. F.; RACANICCI, A. M. C. et al. Óleo de Soja, óleo ácido de soja e sebo Bovino como fontes de gordura em rações de frangos de corte. *Rev. Bras. Ciênc. Avíc.*, v.2, p.219-227, 2000.

GARRET, R. L.; YOUNG, R. J.; Effect of micela formation on the absorption of neutral fat and fatty acids by the chicken. *Journal of nutrition*, London. V.105. p.827-838, 1975.

GOMEZ, M. X.; POLIN, D. The use of bile salts to improve absorption of tallow in chicks, one to three weeks of age. *Poultry Science*; v.55, p. 2189-2195, 1976.

HUANG, J. et al. Effects of Replacing Soy-oil with Soy-lecithin on Growth Performance, Nutrient Utilization and Serum Parameters of Broilers Fed Corn-based Diets. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.*, Seoul, v.20, n.12, p.1880–1887, 2007.

JEASON, S. E.; KELLOG, T. F. Ontogeny of taurocholate accumulation in terminal ileal mucosal cells of young chicks. *Poultry Science*, v. 71, p. 367-372, 1992.

KETTELS, E.; DE GROOTE, G. Effect of ratio of unsaturated to saturated fatty acids of the dietary lipid fraction on utilization and metabolizable energy of added fats in young chicks. *Poultry Science*, v. 68, n. 11, p. 1506 - 1512, 1989.

KROGDHAL, A. Digestion and absorption of lipids in poultry. *Journal of Nutrition*, v. 115, n. 5, p. 675-685, 1985.

KUSSAIBATI, R.; GUILLAUME, J.; LECLERQ, B. The effects of age, dietary fat and bile salts, and feeding ration apparent and true metabolized energy values in chickens. *British Poultry Science*. v. 23, p. 393-403, 1982.

LARA, L. J. C. Efeito da fonte lipídica em dietas para frangos de corte, sobre o desempenho, rendimento e composição da carcaça. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte. 50p., 2005.

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

LEHNINGER, A. L. Princípios de Bioquímica. 2 ed. São Paulo: Sarvier, p. 269-296,1995.

MACARI, M.; FURLAN, R. L.; GONZALES, E. Fisiologia Aviária Aplicada a Frango de Corte. 2 ed. Jaboticabal: Funep, 2002.

MATTERSON, L. D., et al. The metabolizable energy of feed ingredients for chickens. Storrs: The University of Connecticut, Agricultural Experiment Station, , 11p. (Research Report, 7), 1965.

MILLER, D. L. Health benefits of lecithin and choline. Cereal Foods World, v.47, n.5, p.178-184, 2002.

NETO, A. C. G. Efeito da ação de emulsificante em diferentes fontes de gordura da dieta sobre o desempenho e variáveis fisiológicas em frangos de corte. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual Paulista, 56p, 2005.

NIR, I.; NITSAN, Z.; DVORIN, A.; ZOREF, Z.; MOKADI, S. Fat supplementation to poultry diets. World Poultry Misset, v. 11, n 10. p. 57-58, 1995.

NOY, Y.; SKLAN, D. Posthatch development in poultry. Journal Applied Poultry Research, v.6, p.344-354, 1997.

OLIVEIRA, R. S. Suplementação de nutracêutico (LECIPALM®) e vitamina E para frangos de corte: desempenho zootécnico e metabolismo. Dissertação.

(Mestrado). Setor Ciências Agrárias Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 108p., 2009.

OVERLAND, M.; TOKACH, M. D.; CORNELIUS, S. G.; PETTIGREW, J. E.; RUST, J. W. Lecithin in Swine Diets: II Growing-Finishing Pigs. *Journal Animal Science*, v.71, n.5, p.1194-1197, 1993.

POLIN, D.; HUSSEIN, T. L. The effect of bile acid on lipid and nitrogen retention, carcass composition, and dietary metabolizable. *Poultry Science*, v. 61, p. 1697-1707, 1982.

RABER, M., RIBEIRO, A., KESSLER, A., ARNAIZ, V., Suplementação de Glicerol ou de Lecitina em diferentes níveis de ácidos graxos livres em dietas para frangos de corte. *Ciência Animal Brasileira*, v. 10, n. 3, p. 745-753, 2009.

ROCHA, C. Qualidade do óleo de soja e adição de vitamina na ração de perus. – Curitiba. Dissertação (Mestrado) Setor Ciências Agrárias – Universidade Federal do Paraná. Curitiba. 76p. 2010.

ROCHA, C.; WENG, D. Y.; SUREK, D.; HUBBER, M.; OPALINSKI, M.; FISCHER DA SILVA, A. V. Efeito da suplementação de lecitina de soja sobre o desempenho de frangos de corte na fase pré-inicial. *Revista Brasileira de Ciência Avícola*, v.9,p.69, 2007.

ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; DONZELE, J. L. et al. Tabelas brasileiras para aves e suínos – composição de alimentos e exigências nutricionais. Viçosa: UFV, Departamento de Zootecnia, 2005.

SANEX. Nutracêuticos: LeciPalm®. Disponível em: <<http://www.sanex.com.br/downloads/folhetolecipalm.pdf>>. Acessado em: 15 de janeiro de 2011.

SAS Institute Inc., SAS/STAT. **User's guide**, v.6.11, 4. ed., v.2. Cary: SAS Institute Inc, 842p. 1996.

SCAIFE J.R., MOYO J., GALBRAITH M., MICHIE M., CAMPBELL V. Effect of different dietary supplemental fats and oils on the tissue fatty acid composition and growth of female broilers. *British Poultry Science*; 35:107-118, 1994.

SEBREE, B.R. Lecithin complementary attributes in animal nutrition. In: 93th AOCS ANNUAL MEETING & EXPO, 2002, Seattle. 93th AOCS. Annual Meeting, 2002.

SKLAN, D. Digestion of absorption of lipids in chicks fed triglycerids or free fatty acids: synthesis of monoglycerids in the intestine. *Poultry Science*, London, v., p.885-889, 1979.

VAN KEULEN, J.; YOUNG, B.A. Evaluation of acid in soluble ash as a natural marker in ruminant digestibility studies. *Journal of Animal Science*, v.44, p.282-287, 1977.

VIEIRA, S. L.; RIBEIRO, A. M. L.; KESSLER, A. M. et al. Utilização da energia de dietas para frangos de corte formulados com óleo ácido de soja. *Rev. Bras. Ciên. Avíc.*, v.4, p.1-13, 2002.

WISEMAN, J.; SALVADOR, F. The influence of free fatty acid content and degree of saturation on the apparent metabolizable energy value of fats fed broilers. *Poult. Sci.*, v.70, p.573-582, 1991.

CAPÍTULO III - CONSIDERAÇÕES FINAIS

A avicultura de corte atual caracteriza-se por produzir aves muito precoces. Portanto, torna-se indispensável a produção de rações com elevada densidade nutricional utilizando, assim, as fontes lipídicas, pois estas possuem alto conteúdo energético, proporcionando melhora na metabolizabilidade e conseqüentemente melhora no desempenho zootécnico.

São várias as fontes lipídicas disponíveis no mercado avícola. Neste estudo foram avaliadas quatro fontes de uso mais comum em empresas de frangos de corte com diferentes composições, custos e disponibilidade.

O óleo de soja é uma fonte rica em ácidos graxos insaturados e possui alta metabolizabilidade, mas devido ao seu alto custo, restringe-se seu uso na indústria avícola. O óleo ácido de soja, coproduto do óleo de soja, fonte rica em ácidos graxos livres, assim como o sebo bovino e óleo de aves, fontes lipídicas de origem animal resíduos de abatedouros, possui baixo custo e fácil disponibilidade para ser utilizado na indústria avícola.

De acordo com esse estudo, essas fontes lipídicas podem ser utilizadas na alimentação de frangos de corte desde que se conheçam suas qualidades e seu valor de energia metabolizável. Porém, as gorduras animais e os óleos ácidos, por serem fontes de ácidos graxos saturados são menos solúveis e menos absorvíveis que as fontes de ácidos graxos insaturados, prejudicando sua metabolizabilidade e conseqüentemente, queda no desempenho. Principalmente em aves jovens que possuem baixa produção de enzima lipase e imaturidade da circulação entero-hepática, tendo dificuldade em absorver as fontes lipídicas.

Para que ocorra a digestão dos lipídios é preciso que ocorra o processo de emulsificação, que ocorre pela ação detergente dos sais biliares juntamente com os fosfolipídios e monoglicerídeos, promovendo a formação de micelas, na qual tem o intuito de aumentar a interface lipídio-água e permitir a ação das enzimas digestivas.

A suplementação de lecitina de soja, rica em fosfolipídios, descritas na literatura, apresenta alta discrepância quanto aos seus efeitos. Na presente pesquisa utilizou-se suplementação de uma combinação de lecitina de soja, sais biliares que compõe as micelas, ácidos orgânicos e ácidos graxos de cadeia média

(óleo de palmiste). Os quatro componentes possuem características importantes para o processo de digestão e absorção de lipídios em frangos de corte.

A suplementação com o emulsificante teve efeito significativo para o desempenho das aves, aumentou o coeficiente de metabolizabilidade do extrato etéreo e melhorou a energia metabolizável das dietas. Esses resultados comprovam que a utilização do emulsificante pode ser benéfica para o processo de digestão dos lipídios nas fases iniciais de frangos de corte. Vale ressaltar, que este resultado foi específico nas condições de avaliação de um a oito aos 8 dias de idade para o ensaio de metabolismo e dos 8 aos 22 dias para avaliação de desempenho, com aves alojadas em gaiolas metabólicas, em um ambiente aquecido e controlado com manejo constante.

Pesquisas encontradas na literatura diferem muito em relação à composição do produto e a dose de suplementação. Todavia, a maioria das pesquisas utiliza a lecitina como substância emulsificante. A composição da lecitina é um fator muito importante, pois de acordo com sua origem, pode variar tanto na composição de ácidos graxos como também a composição de fosfatídeos. Também, o produto utilizado nesta pesquisa, possui mais três componentes, além da lecitina, com propriedades específicas para auxiliar no processo de digestão e absorção dos lipídios.

É interessante para as próximas pesquisas utilizar doses diferentes dos diferentes aditivos que possuem propriedade emulsificante. Também, para melhor compreensão do mecanismo de ação dos emulsificantes exógenos, é importante quantificar e classificar os ácidos graxos livres das fontes lipídicas suplementadas, o que não foi realizado no presente estudo.