

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
ESCOLA DE VETERINÁRIA
Programa de Pós-Graduação em Veterinária

**EFEITOS DE FONTES LIPÍDICAS EM DIETAS PARA
FRANGOS DE CORTE SOBRE O DESEMPENHO,
RENDIMENTO E COMPOSIÇÃO DA CARÇAÇA**

FELIPE DINIZ DUARTE

Belo Horizonte
Escola de Veterinária da UFMG
2007

FELIPE DINIZ DUARTE

**EFEITOS DE FONTES LIPÍDICAS EM DIETAS PARA
FRANGOS DE CORTE SOBRE O DESEMPENHO,
RENDIMENTO E COMPOSIÇÃO DA CARÇAÇA**

Dissertação apresentada à Escola de Veterinária da
Universidade Federal de Minas Gerais como requisito parcial
para a obtenção do Grau de Mestre em Zootecnia.

Área de concentração: Produção Animal

Orientador: Prof. Dr. Nelson Carneiro Baião.

Belo Horizonte
Escola de Veterinária da UFMG
2007

D812e Duarte, Felipe Diniz, 1980-

Efeitos da inclusão de diferentes fontes lipídicas em dietas para frangos de corte sobre o desempenho, rendimento e composição da carcaça / Felipe Diniz Duarte. – 2007.
45p.:il.

Orientador: Nelson Carneiro Baião

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Veterinária

Inclui bibliografia

1. Frango de corte – Alimentação e rações – Teses. 2. Frango de corte – Carcaças – Teses. 3. Dieta em veterinária – Teses. 4. Lipídios – Teses. I. Baião, Nelson Carneiro. II. Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Veterinária. III. Título.

CDD – 636.508 5

Dissertação defendida e aprovada em 18/04/2007, pela comissão examinadora constituída por:

Prof. Dr. Nelson Carneiro Baião
(Orientador)

Prof. Dr. Horácio Santiago Rostagno

Prof. Dra. Silvana de Vasconcelos Cançado

DEDICATÓRIA

Dedico esse trabalho especialmente aos meus pais, José Duarte e Rachel, aos meus avós Duarte, Elvécio, Guilhermina e Madalena, e à Raquel.

**“Era uma vez um homem que não sabia o que era impossível!
Foi lá e fez.”**

AGRADECIMENTOS

Agradeço especialmente a Deus por me fazer acreditar que quando queremos tudo é possível.

Ao Professor Nelson Baião, pela oportunidade e orientação, cujos conselhos mudaram muitos de meus conceitos e serão sempre lembrados. E muito além disto, pelos seus exemplos como educador, pesquisador e ser humano.

Ao Professor Jonas pela compreensão e atenção.

À Professora Silvana e ao Professor Leonardo Lara pelo companheirismo, ensinamentos e pelas valiosas contribuições na realização desse trabalho.

Ao Professor Marcelo Resende, exemplo de caráter e integridade, pela oportunidade e incentivo aos meus primeiros passos como pesquisador. E por ter se tornado um grande amigo, orientador na ciência e na vida.

Ao Professor Lúcio Carlos pela amizade, pelos conselhos e por me mostrar a importância dos estudos.

Ao Professor Horácio Rostagno, pela disponibilidade e contribuições como membro da banca.

Aos meus pais, José Duarte e Rachel, e irmãos, Guilherme, Mariana e Izabela pelo exemplo de família e por todo amor demonstrado sob a forma de carinho, atenção e apoio.

Aos meus avós Duarte, Madalena, Elvécio e Guilhermina, que tenho como verdadeiros pais, pelo carinho e amor.

Aos meus primos, padrinhos e tios, especialmente Leo, Paula, João Duarte, João Kiki, Rosa, Joaquim, Nel, Kika, Geraldinho e Rejane por contribuírem para que muitos de meus sonhos se tornassem reais.

Ao tio Jacson, à tia Eliana e à minha avó Madalena, pela confiança depositada e por todos os incentivos, os quais foram essenciais para que pudesse chegar até aqui.

À Raquel, luz do meu caminho, pelo seu amor, compreensão e apoio nos momentos mais difíceis de minha vida.

Aos amigos João Luis e Flávio Veloso agradeço pelo exemplo de vida, e por me mostrarem que a amizade verdadeira é um patrimônio para toda a eternidade.

Aos companheiros inseparáveis Igor, Marquinho, Felipão, Andrezinho, Arjuna e Tavarinho pela amizade.

A todos os colegas que contribuíram para a concretização desse trabalho, especialmente Bruna, João Felipe, Tadeu, Júlia, Rubens, Tiago, Gerusa, Renato Godoi, Tel e Guilherme.

À Escola de Veterinária da UFMG pela oportunidade.

Aos funcionários da Fazenda Experimental “Hélio Barbosa” pela ajuda, apoio, trabalho e amizade.

Ao pessoal do laboratório de Nutrição Animal, da Escola de Veterinária pela paciência e pela ajuda inestimável.

A todos os funcionários da Fundação pela atenção e ajuda sempre constante.

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

Aos colaboradores e patrocinadores deste trabalho: AVICAP, FRANGO FERREIRA, GRANJA ALVORADA e especialmente a PATENSE e COGRAN.

À COGRAN, especialmente nas pessoas dos Senhores Antônio, Ricardo e Donizetti e a todos os colegas que lá se encontram.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq, pela concessão da bolsa de estudos.

**Há duas formas para
Viver sua vida...
Uma é acreditar que
Milagre não existe...
A outra
É acreditar que
A Vida é um Milagre”**

Albert Einstein

SUMÁRIO

| | |
|---|-----------|
| RESUMO | 10 |
| ABSTRACT | 11 |
| 1- INTRODUÇÃO | 12 |
| 2 – REVISÃO DE LITERATURA | 13 |
| 2.1 – LIPÍDIOS | 13 |
| 2.2 – SÍNTESE DOS ÁCIDOS GRAXOS | 14 |
| 2.3 – FISIOLOGIA DA DIGESTÃO E ABSORÇÃO DE LIPÍDIOS NAS AVES | 15 |
| 2.4 – TIPOS DE LIPÍDIOS UTILIZADOS NAS RAÇÕES AVÍCOLAS | 18 |
| 2.4.1 – <i>Origem vegetal</i> | 18 |
| 2.4.1.1 – Óleo de soja degomado | 18 |
| 2.4.2 – <i>Origem animal</i> | 18 |
| 2.4.2.1 – Óleo de vísceras de aves ou gordura de frango | 18 |
| 2.4.2.2 – Sebo bovino | 19 |
| 2.5 – USO DE LIPÍDIOS NA ALIMENTAÇÃO DE FRANGOS DE CORTE | 19 |
| 2.5.1 – <i>Efeitos sobre o desempenho produtivo</i> | 19 |
| 2.5.2 – <i>Efeitos sobre a deposição de gordura abdominal</i> | 21 |
| 2.5.3 – <i>Efeitos sobre a composição da carcaça</i> | 22 |
| 2.5.4 – <i>Efeitos sobre o rendimento de carcaça</i> | 23 |
| 2.5.5 – <i>Efeitos sobre o metabolismo dos minerais</i> | 24 |
| 2.6 – SINERGISMO ENTRE FONTES LIPÍDICAS | 24 |
| 2.7 – QUALIDADE DAS FONTES LIPÍDICAS | 26 |
| 3 – MATERIAL E MÉTODOS | 28 |
| 3.1 – LOCAL DE REALIZAÇÃO DO EXPERIMENTO E ANÁLISES LABORATORIAIS | 28 |
| 3.2 – INSTALAÇÕES E EQUIPAMENTOS UTILIZADOS | 28 |
| 3.3 – AVES E MANEJO GERAL | 28 |
| 3.4 – RAÇÕES | 28 |
| 3.5 – TRATAMENTOS | 29 |
| 3.6 – AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO PRODUTIVO | 31 |
| 3.6.1 – <i>Peso corporal/ganho de peso</i> | 31 |
| 3.6.2 – <i>Consumo de ração por semana/fase</i> | 31 |
| 3.6.3 – <i>Conversão alimentar</i> | 31 |
| 3.7 – AMOSTRAGEM DAS AVES PARA ABATE | 31 |
| 3.8 – RENDIMENTO DE CARÇAÇA | 33 |
| 3.9 – COMPOSIÇÃO DAS CARÇAÇAS | 33 |
| 3.9.1 – <i>Preparo das amostras</i> | 33 |
| 3.9.2 – <i>Análises físico-químicas</i> | 33 |
| 3.9.2.1 – <i>Matéria seca</i> | 33 |
| 3.9.2.2 – <i>Proteína bruta</i> | 33 |
| 3.9.2.3 – <i>Cinzas</i> | 34 |
| 3.9.2.4 – <i>Extrato etéreo</i> | 34 |
| 3.10 – DELINEAMENTO EXPERIMENTAL | 34 |
| 3.10.1 – <i>Desempenho</i> | 34 |
| 3.10.2 – <i>Composição da carcaça</i> | 34 |
| 3.10.3 – <i>Rendimento de carcaça</i> | 34 |
| 4 – RESULTADOS E DISCUSSÃO | 34 |
| 4.1 – DESEMPENHO PRODUTIVO | 34 |

| | |
|--|-----------|
| 4.1.1 – <i>Peso vivo/ganho de peso</i> | 34 |
| 4.1.2 – <i>Consumo de ração</i> | 36 |
| 4.1.3 – <i>Conversão alimentar</i> | 37 |
| 4.2 – RENDIMENTO DE CARÇAÇA..... | 37 |
| 4.3 – COMPOSIÇÃO DA CARÇAÇA | 38 |
| 4.3.1– <i>Umidade</i> | 38 |
| 4.3.2 – <i>Proteína bruta</i> | 38 |
| 4.3.3 – <i>Cinzas</i> | 38 |
| 4.3.4 – <i>Extrato etéreo</i> | 39 |
| 5. CONCLUSÕES | 39 |
| 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 40 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|----|
| Tabela 1 - Composição percentual das rações das fases inicial, crescimento e acabamento e seus respectivos valores nutricionais calculados..... | 30 |
| Tabela 2 - Níveis de inclusão do caulim e de cada fonte lipídica nas rações da fase inicial de acordo com os tratamentos e valor total de energia metabolizável (Kcal/Kg/ração) fornecido pelas mesmas..... | 32 |
| Tabela 3 - Níveis de inclusão do caulim e de cada fonte lipídica nas rações da fase crescimento de acordo com os tratamentos e valor total de energia metabolizável (Kcal/Kg/ração) fornecido pelas mesmas..... | 32 |
| Tabela 4 - Níveis de inclusão do caulim e de cada fonte lipídica nas rações da fase acabamento de acordo com os tratamentos e valor total de energia metabolizável (Kcal/Kg/ração) fornecido pelas mesmas..... | 32 |
| Tabela 5 - Análise de variância dos dados de desempenho e composição de carcaça | 34 |
| Tabela 6 - Análise de variância dos dados de rendimento de carcaça..... | 34 |
| Tabela 7 - Desempenho de frangos de corte de 1 a 41 dias de idade de acordo com os tratamentos..... | 35 |
| Tabela 8 - Rendimento percentual de carcaça (sem passar no chiller), de cortes da carcaça e de gordura abdominal de frangos de corte aos 41 dias de idade de acordo com os tratamentos.. | 38 |
| Tabela 9 - Composição percentual de umidade e de extrato etéreo, proteína bruta e cinzas na matéria seca de carcaça inteira de frangos de corte aos 41 dias de idade de acordo com os tratamentos..... | 39 |

RESUMO

Foi conduzido um experimento com 1782 pintos de corte de um dia de idade, machos, da linhagem Cobb, com o objetivo de avaliar o efeito de diferentes fontes de lipídios (sebo bovino, óleo de vísceras de aves, óleo de soja degomado e misturas de sebo bovino com óleo de soja degomado e sebo bovino com óleo de vísceras de aves) adicionadas às rações sobre o desempenho, o rendimento e a composição da carcaça de frangos de corte. As aves foram alojadas em galpão experimental, em boxes com 11 aves por m². Os tratamentos foram definidos de acordo com o tipo de lipídio adicionado à ração e de forma que todos os tratamentos tivessem o mesmo nível de Energia Metabolizável advinda de fonte lipídica. Trat. 1 – sebo bovino, 100% da Energia Metabolizável advinda de fonte lipídica; Trat. 2 – óleo de vísceras de aves, 100% da Energia Metabolizável advinda de fonte lipídica; Trat. 3 – óleo de soja degomado, 100% da Energia Metabolizável advinda de fonte lipídica; Trat. 4 – óleo de soja degomado e sebo bovino, perfazendo 25 e 75% da Energia Metabolizável advinda de fonte lipídica, respectivamente; Trat. 5 – óleo de soja degomado e sebo bovino, perfazendo 50 e 50% da Energia Metabolizável advinda de fonte lipídica, respectivamente; Trat. 6 – óleo de soja degomado e sebo bovino, perfazendo 75 e 25% da Energia Metabolizável advinda de fonte lipídica, respectivamente; Trat. 7 – óleo de vísceras de ave e sebo bovino, perfazendo 25 e 75% da Energia Metabolizável advinda de fonte lipídica, respectivamente; Trat. 8 – óleo de vísceras de ave e sebo bovino, perfazendo 50 e 50% da Energia Metabolizável advinda de fonte lipídica, respectivamente e Trat. 9 – óleo de vísceras de ave e sebo bovino, perfazendo 75 e 25% da Energia Metabolizável advinda de fonte lipídica, respectivamente. O período de criação foi de 1 a 41 dias de idade. As rações para cada fase de criação (inicial, 1-21, crescimento 22-36 e acabamento 37-41 dias) foram isocalóricas e isoprotéicas e oferecidas à vontade. Os níveis de energia metabolizável das rações foram: inicial 2950 Kcal/Kg, crescimento 3100 Kcal/Kg e acabamento 3180 Kcal/Kg. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, com 9 tratamentos, 6 repetições e nível de significância de 5%. As diferenças entre as médias foram comparadas pelo teste “Student-Newman-Keuls” (SNK). As aves alimentadas com rações contendo óleo de vísceras de aves e sebo bovino, com 50% da EM advinda de cada fonte lipídica apresentaram pior conversão alimentar ($P < 0,05$) que as aves alimentadas com rações suplementadas com óleo de soja degomado, perfazendo 100% da Energia Metabolizável advinda de fonte lipídica e óleo de soja degomado e sebo bovino, perfazendo 75 e 25% da Energia Metabolizável advinda de fonte lipídica, respectivamente. Não houve diferença estatística ($P > 0,05$) para conversão alimentar entre os três tratamentos citados anteriormente em relação aos demais. Não foram encontradas diferenças estatísticas ($P > 0,05$) para as demais variáveis de desempenho (peso vivo e consumo de ração), bem como para o rendimento (carcaça inteira, partes e gordura abdominal) e composição (umidade, proteína bruta, extrato etéreo e cinzas) de carcaça.

Palavras-chave: frango de corte, fonte lipídica, sebo bovino, óleo de vísceras de aves, óleo de soja, desempenho, rendimento, composição de carcaça.

ABSTRACT

An experiment was carried out with 1,782 one-day-old Cobb lineage males chicks aiming to evaluate the effect of adding different fats sources (tallow, poultry fat, degommed soybean oil and mixes of tallow plus degommed soybean oil and tallow plus poultry fat) in their diets on performance, yielding and carcass composition. The chicks were housed in a poultry facility, with 11 birds/m². The treatments were defined with variations of the type of the fat source in the diets and enabling that all of them presented the same level of metabolizable energy (ME) obtained from the lipidic source, as the following: Treatment 1 – tallow, 100% ME; Treatment 2 – poultry fat, 100% ME; Treatment 3 – degommed soybean oil, 100% ME; Treatment 4 – degommed soybean oil and tallow, comprising 25 and 75% of the ME, respectively; Treatment 5 – degommed soybean oil and tallow, comprising 50 and 50% of the ME, respectively; Treatment 6 – degommed soybean oil and tallow, comprising 75 and 25% of the ME, respectively; Treatment 7 – poultry fat and tallow, comprising 25 and 75% of the ME, respectively; Treatment 8 – poultry fat and tallow, comprising 50 and 50% of the ME, respectively and Treatment 9 – poultry fat and tallow, comprising 75 and 25% of the ME, respectively. The birds were raised from 1 to 41 day-old. The rations for each phase (initial 1-21 day-old; growth 22-36 day-old and finishing 37-41 day-old) were isocaloric and isonutritive and offered *ad libitum*. The ME levels of the rations were: initial 2,950 Kcal/Kg, growth 3,100 Kcal/Kg and finishing 3,180 Kcal/Kg. The statistical design was the complete randomized divided in nine treatments with six repetitions. The differences between the means were compared by the “Student-Newman-Keuls” (SNK) test. The broiler chickens fed poultry fat and tallow, with 50% of the ME obtained from each lipidic source (treatment 8) showed worse feed conversion ($p < 0.05$) than those fed degommed soybean oil, 100% ME (treatment 3) and degommed soybean oil and tallow, comprising 75 and 25% of the ME, respectively (treatment 6). There was no difference ($p > 0.05$) for the feed conversion regarding the former three treatments previously cited in relation to the others. Also, differences were not found ($p > 0.05$) regarding the others variables of performance (live weight and ration consumption) as well as for yielding (whole carcass, cuts and abdominal fat) and composition (moisture, crude protein, ether extract and ashes) of the carcasses.

Key words: broiler chickens, fat sources, tallow, poultry fat, soybean oil, performance, carcass composition.

1- INTRODUÇÃO

A exigência nutricional das aves vem aumentando substancialmente, e a utilização de rações com maior densidade energética se tornou essencial para que os frangos de corte possam expressar todo seu potencial produtivo. Então a inclusão de óleos e ou gorduras na composição das dietas se fez necessária e tem recebido especial atenção por parte de produtores e pesquisadores.

Além de fonte extra de energia nas dietas, a utilização de fontes lipídicas é capaz de proporcionar diversos benefícios produtivos e qualitativos no sistema de produção avícola. Na eficiência produtiva das aves, várias são as vantagens do uso de óleos e ou gorduras, sendo que entre elas evidenciam-se: melhora da palatabilidade e diminuição da pulverulência das rações, diminuição do desperdício das mesmas, diminuição da velocidade de passagem do alimento pelo trato gastrintestinal, maior utilização de outros componentes da dieta, fornecimento de ácidos graxos essenciais, aumento de consumo, possibilidade de utilização de matérias-primas alternativas, redução no incremento calórico e melhora na conversão alimentar (Campadal & Navarro, 1997; Rosa, 1999; Pucci, 2001; Braga & Baião, 2001).

O perfil de ácidos graxos dos alimentos destinados a humanos esta correlacionado à gênese ou melhora de quadros de doenças degenerativas (hipertensão, infarto do miocárdio, trombose, diabetes, artrite, câncer e outras) e têm despertado a consciência e aumento do desejo do consumidor em adquirir produtos mais saudáveis (Rosa, 2003). Contudo, o excesso de gordura nas carcaças de frangos de corte vai contra as necessidades do mercado consumidor na busca de produtos de melhor qualidade nutricional (Rosa et al., 2000).

Do ponto de vista qualitativo, dependendo da fonte lipídica utilizada na dieta dos frangos de corte, sua origem e perfil de ácidos graxos, pode-se modificar a composição da carne, proporcionando melhorias de seu valor nutricional e outros benefícios à saúde de quem a consome. Além disso, o aspecto (cor e odor) e a palatabilidade (suculência e maciez) podem ser melhorados substancialmente (Lara, 2004).

Na decisão de qual fonte lipídica utilizar na formulação de rações para frangos de corte os seguintes fatores devem ser considerados: custo, disponibilidade e qualidade das respectivas fontes e quais os seus efeitos sobre o desempenho e qualidade da carcaça (Zollitsch et al., 1997).

As principais fontes lipídicas de origem vegetal são: o óleo de soja degomado, o óleo ácido de soja, o óleo de girassol, o óleo de algodão, o óleo de palma, o óleo de milho, o óleo de linhaça e o óleo de canola. Dentre as de origem animal destacam-se: o óleo de vísceras de aves, o sebo bovino, o óleo de peixe e a banha suína. Algumas dessas fontes lipídicas têm sua utilização limitada pelo preço, como os óleos de milho, girassol e canola, ou ainda, pela produção regionalizada e dificuldade de distribuição dos óleos de algodão, palma e peixe.

Atualmente, no cenário nacional, o óleo de soja degomado é a fonte lipídica mais utilizada em rações para frangos de corte. No entanto, por ser utilizado na alimentação humana e em diversos outros fins e ter seu preço indexado à balança comercial internacional, o seu uso em larga escala na alimentação animal vem se tornando inviável. A produção de carne de frango brasileira em 2006 atingiu 9,3 milhões de toneladas (Avisite, 2007). Considerando-se a proporção de 2,3% em relação ao peso vivo, o abate dessas aves proporcionaria a

produção de aproximadamente 250 mil toneladas de óleo de vísceras de aves (Lara, 2004). No ano de 2006 a produção nacional de sebo bovino foi de aproximadamente 800 mil toneladas, e existe ainda o potencial de aumentar substancialmente nos próximos anos. Tais valores demonstram a importância de se conhecer cada um dos ingredientes disponíveis em nosso mercado, avaliando sempre a influência de sua utilização no desempenho das aves, na qualidade da carne produzida e no custo de produção.

Com base nestes aspectos, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de diferentes fontes de lipídios (sebo bovino, óleo de vísceras de aves e óleo de soja degomado) e suas misturas (misturas de sebo bovino / óleo de soja degomado e sebo bovino / óleo de vísceras de aves) adicionadas a rações fareladas de frangos de corte sobre o desempenho, rendimento e composição da carcaça.

2 – REVISÃO DE LITERATURA

2.1 – Lipídios

Os lipídios constituem compostos que, apesar de quimicamente diferentes entre si, exibem a insolubilidade em água como característica definidora e comum a todos (Lehninger et al., 2000).

As fontes lipídicas podem ser divididas basicamente em duas categorias: óleos ou gorduras. Segundo Morita (1992), a distinção usual entre óleos e gorduras baseia-se no estado físico: os óleos apresentam-se líquidos à temperatura ambiente, enquanto que as gorduras apresentam-se como massas sólidas, de consistência macia. A palavra azeite é usada somente para os óleos provenientes de frutos como, por exemplo, o azeite de oliva, azeite de dendê, etc. (Butolo, 2001).

A resolução nº 20/77 do CNNPA (Conselho Nacional de Normas e Padrões para Alimentos) define a temperatura de 20°C como limite inferior para o ponto de fusão das gorduras, classificando como óleo quando o ponto de fusão situa-se abaixo de tal temperatura.

Os lipídios, como principal forma de reserva de energia nos organismos vivos, apresentam grandes vantagens sobre o glicogênio e o amido. Os átomos de carbono dos ácidos graxos são quimicamente mais reduzidos, com isso, sua oxidação libera, grama por grama, mais de duas vezes a energia liberada pelos carboidratos. Os ácidos graxos são hidrofóbicos, ou seja, os organismos que os possui como reserva de energia não têm de carrear consigo o peso e o volume extra de água, que sempre está associada aos polissacarídeos quando armazenados. Além disso, os triglicerídios armazenados nos adipócitos sob a pele funcionam como isolante térmico, especialmente para animais que vivem em regiões com temperaturas muito baixas (Lehninger et al., 2000).

A forma como os lipídios são encontrados na natureza é variável de acordo com os alimentos que os contém. Os ácidos graxos podem estar na forma livre, denominados ácidos graxos livres, mas normalmente estão conjugados a uma molécula de glicerol formando triglicerídios (Fats..., 1985).

Um ácido graxo consiste de uma cadeia hidrocarbônica com um grupo metil (-CH₃) em uma extremidade e um grupo carboxílico (-COOH) na extremidade terminal. Esta cadeia hidrocarbônica apresenta caráter hidrofóbico (apolar) e o grupo carboxílico quando ionizado (-COO⁻) hidrofílico (polar). Assim, quando maior for a cadeia carbônica do ácido graxo, tanto maior será sua insolubilidade em meio aquoso. Quando um ácido graxo contém

todos os átomos de hidrogênio que pode comportar, é chamado saturado, e o ácido graxo que não contém sua cota completa de átomos de hidrogênio é chamado insaturado. Desta forma, os ácidos graxos podem apresentar cadeia carbônica saturada (ausência de duplas ligações), insaturada (presença de uma dupla ligação) ou poliinsaturada (presença de duas ou mais duplas ligações). O grau de insaturação da cadeia carbônica é outro fator que afeta a solubilidade dos ácidos graxos, desta forma quanto mais insaturações houver, maior será sua solubilidade em água (Champe & Harvey, 1994; Pedroso, 2001).

Segundo Lehninger et al. (2000), embora todos os ácidos graxos apresentem uma nomenclatura comum de acordo com sua origem, ácido esteárico (do grego *stear*, gordura dura), ácido oléico (do latim *oleum*, óleo), ácido palmítico (do grego *palma*, palmeira), uma nomenclatura simplificada para os ácidos graxos especifica o comprimento da cadeia carbônica e o número de duplas ligações, e a posição de qualquer dupla ligação é especificada por números (contados a partir do grupo carboxílico) sobrescritos seguindo a letra grega Δ (delta). Assim, o ácido palmítico que é saturado e tem 16 átomos de carbono, é abreviado 16:0, e o ácido linoléico que tem 18 átomos de carbono e duas duplas ligações, uma entre C-9 e C-10 e outra entre C-12 e C-13, é abreviado 18:2 ($\Delta^{9,12}$).

O carbono ligado ao grupo carboxílico (carbono 2), é chamado carbono α (Alfa), o carbono 3 é o β (Beta) e o carbono do grupo metílico terminal é chamado ω (Omega), independente do tamanho da cadeia carbônica. Em 1964, Holman propôs uma nomenclatura denominada ω (Omega), na qual a numeração das duplas ligações se dá a partir da terminação metílica. Assim, quando a primeira dupla ligação ocorre entre os carbonos 3 e 4, contados a partir de Omega, temos um composto ω_3 . Sendo ω_6

quando ocorre entre os carbonos 6 e 7, e ω_9 quando ocorre entre os carbonos 9 e 10 (Rosa, 2003).

Os ácidos graxos também podem ser classificados de acordo com o comprimento de sua cadeia carbônica em: ácidos graxos de cadeia curta (menos de oito carbonos); ácidos graxos de cadeia média (de 8 a 11 carbonos); de cadeia intermediária (12 a 15 carbonos) e de cadeia longa (igual ou superior a 16 carbonos) (Butolo, 2001).

Os triglicerídios ou triacilgliceróis são os lipídios mais simples constituídos de ácidos graxos, e também são os encontrados em maior abundância na natureza. Os triglicerídios são compostos formados por uma molécula de glicerol associada a três moléculas de ácidos graxos a partir de ligações do tipo éster. Em misturas complexas, são a base de formação dos óleos e gorduras de origem vegetal e animal. Os três ácidos graxos que compõem a molécula do triacilglicerol podem ser o mesmo ou diferentes. Se os três ácidos graxos são idênticos, obtêm-se um glicerídio simples e se diferentes, um misto. (Lehninger et al., 2000).

Quando o triacilglicerol tem três radicais ácidos diferentes, apresenta três formas isoméricas possíveis, segundo seja o radical ácido que ocupa a posição central (β ou 2) da molécula e os que ocupam as duas posições extremas (α ou 1 e α' ou 3). Na natureza, os ácidos graxos dos óleos e gorduras não se distribuem aleatoriamente, pois os padrões taxonômicos já estão bem definidos. Nos óleos vegetais, os ácidos graxos insaturados estão unidos preferencialmente na posição “2” do grupo glicerol, enquanto que nas gorduras animais eles aparecem nas posições “1” e “3”. (Pedroso, 2001).

2.2 – Síntese dos ácidos graxos

A síntese dos ácidos graxos se inicia a partir de uma molécula de acetil-CoA e depende de um complexo multienzimático denominado ácido graxo sintase. O produto desse processo inicial é uma molécula completamente saturada de palmitato (16:0), a qual pode ser alongada e ou dessaturada através de processos enzimáticos distintos para a formação de outros ácidos graxos (Champe & Harvey, 1994).

Os animais não possuem capacidade de inserir duplas ligações em uma molécula de ácido graxo além do carbono 10 (contado a partir do grupo carboxílico). Portanto, não são capazes de sintetizar endogenamente os ácidos graxos poliinsaturados dos grupos $\omega 3$ e $\omega 6$, os quais se tornam essenciais na alimentação a partir de compostos, principalmente de origem vegetal, que os contenham. Os ácidos graxos α -linolênico (C18:3 $\omega 3$) e linoléico (C18:2 $\omega 6$), são os precursores dos demais ácidos graxos das famílias $\omega 3$ e $\omega 6$ respectivamente, como o ácido icosapentaenóico (C20:5 $\omega 3$) e araquidônico (C20:4 $\omega 6$), que por sua vez, são precursores de um grupo de compostos conhecidos como eicosanóides (prostaglandinas, tromboxanos e leucotrienos), que estão envolvidos em uma série de respostas fisiológicas (Champe & Harvey, 1994 e Mayes, 1990 citados por Rosa, 2003).

Como os ácidos graxos poliinsaturados linoléico e α -linolênico não podem ser sintetizados, suas concentrações teciduais respondem rapidamente a mudanças na alimentação das aves. Por outro lado, os ácidos graxos saturados e monoinsaturados podem ser sintetizados, conseqüentemente suas concentrações são menos influenciadas pela dieta (Wood & Enser, 1997).

O excesso de ácido linoléico impede a transformação do α -linolênico em seus derivados ácido eicosapentaenóico (EPA) e

ácido docosahexaenóico (DHA). O mesmo acontecendo no caso contrário, sendo que com um menor consumo do ácido linoléico haverá uma diminuição da formação do ácido araquidônico. A concorrência entre os ácidos linoléico e α -linolênico está determinada pela afinidade da enzima Δ -6-dessaturase por ambos os ácidos graxos. Como a enzima tem maior especificidade pelos ácidos graxos Omega-3 precisará de menores quantidades destes ácidos que de Omega-6 para produzir a mesma quantidade de produto (Lara, 2004). Portanto, é importante um equilíbrio entre o aporte dos dois ácidos graxos pela dieta.

2.3 – Fisiologia da digestão e absorção de lipídios nas aves

Embora na boca, papo e proventrículo das aves não exista nenhuma enzima envolvida diretamente com a digestão dos lipídios, há enzimas como a pepsina que são capazes de hidrolisar proteínas que os retém, favorecendo sua digestão posterior. Falhas na digestão protéica pode comprometer a digestão lipídica a partir do intestino delgado. Assim, valores de digestibilidade da pepsina nos alimentos, não significam apenas disponibilidade de proteínas, mas também das gorduras (Skalan et al., 1975; Macari et al., 1994; Moran Jr., 1994).

Nos alimentos em si, em pH quase neutro, os ácidos graxos livres e os fosfolipídios são encontrados parcialmente ionizados e têm comportamento hidrofílico, mas no proventrículo, em pH próximo de 1 a 2, eles se tornam não dissociados e comportam-se de forma hidrófoba, unindo-se aos triglicerídios. Esta coalescência de lipídios geralmente proporciona a formação de uma mistura com ponto de fusão mais baixo, que normalmente torna-se líquida à temperatura corporal e favorece a digestão. Ao chegar no duodeno, esta mistura estimula a liberação de tampões de bicarbonato que voltam o pH quase para a neutralidade, então os ácidos graxos livres e os

fosfolipídios se dissociam novamente e se posicionam na interface lipídio-água, apresentando papel emulsificante. Com isso se tem aumento da área superficial e otimização da eficiência digestiva (De Blas e Mateos, 1991; Moran Jr., 1994).

No duodeno, também são adicionados ao lúmen sais biliares e suco pancreático. A colipase, um cofator protéico liberado pelo pâncreas, liga-se à interface óleo-água e permite a conexão da lipase na gotícula de gordura, proporcionando acesso a triglicerídios de camadas menos expostas. O produto líquido da ação da lipase-colipase é três anfólitos (dois ácidos graxos e um 2-monoglicerídio), a partir de um hidrófobo completo (triglicerídio) (Moran Jr., 1994; Leeson & Summers, 2001).

A medida que vão sendo hidrolisados, os anfólitos vão sendo removidos da interface óleo-água e se juntam aos sais biliares para formar a micela. As micelas são pequenas estruturas esféricas, nas quais os anfólitos se organizam de forma que suas caudas hidrofóbicas fiquem voltadas para o centro, enquanto suas cabeças hidrofílicas criam uma superfície compatível com a água (Skalan, 1979; Moran Jr., 1994).

Os sais biliares apresentam caráter bifacial (emulsificante), parte hidrofóbica e parte hidrofílica, e juntamente com o monoglicerídio funcionam como estabilizador da micela. As micelas formadas possuem a capacidade de solubilizar quantidades significativas de ácidos graxos saturados e vitaminas lipossolúveis. Após sua formação, as micelas se aproximam das microvilosidades intestinais e seus elementos são absorvidos pelos enterócitos. Para tal, faz-se necessária a atuação da proteína ligadora de ácidos graxos, responsável pelo transporte dos ácidos graxos das microvilosidades para o citosol dos enterócitos. No interior dos enterócitos a micela é desdobrada em cada um de seus componentes, e os sais biliares

retornam ao lúmen intestinal e são reabsorvidos, principalmente no íleo inferior (Fats..., 1985; Swenson & Reece, 1996; Leeson & Summers, 2001; Macari et al., 2002).

Após a absorção, já no citosol dos enterócitos, os monoglicerídios e ácidos graxos livres são reconvertidos em triglicerídios, e juntamente com o colesterol e proteínas específicas formam agregados lipoprotéicos chamados quilomicrons. Os quilomicrons formados dentro do enterócito contêm um núcleo central de triglicerídios reesterificados envolto por uma estrutura tipo membrana composta de proteínas, colesterol e fosfolipídios. É nessa forma que os triglicerídios reesterificados são transportados das células intestinais para o sistema circulatório da ave (Lehninger et al., 2000; Leeson & Summers, 2001).

Devido à sua insolubilidade em água, os triglicerídios reesterificados nas células intestinais, ou mobilizados dos tecidos de reserva, para serem transportados pelo sangue precisam estar ligados a proteínas que contrabalançam esta insolubilidade (Lehninger et al., 2000).

Nas aves o sistema linfático é pouco desenvolvido e a rota de absorção dos lipídios é via veia porta, o que resulta na absorção dos lipídios do intestino direto para o fígado, de onde são transportados para os músculos e tecido adiposo (Fats..., 1985; Lehninger et al., 2000).

Nos capilares sanguíneos a enzima extracelular lipase lipoprotéica é ativada e hidrolisa os triglicerídios em ácidos graxos e glicerol, que são captados pelas células dos tecidos-avos (fígado, músculo ou tecido adiposo). No fígado podem ser utilizados para fins catabólicos ou anabólicos, de modo semelhante aos nutrientes procedentes da digestão dos carboidratos. Podem ser incorporados ao tecido muscular onde são armazenados

temporariamente e posteriormente oxidados para síntese de adenosina trifosfato (ATP). E por fim, no tecido adiposo, são reesterificados e armazenados como triglicerídios. Ainda no interior das células adiposas, os triglicerídios são hidrolisados por lipases a ácido graxo e glicerol que, ao chegarem ao exterior da célula, são incorporados ao sangue. Assim, o tecido adiposo experimenta contínua renovação mediante esse processo (Lehninger et al., 2000).

A estrutura química tem pronunciada influência no valor de energia metabolizável dos lipídios quando esses são incorporados às dietas para frangos de corte, devido efeitos que são atribuídos aos mecanismos de digestão e absorção de gorduras. O principal fator que afeta o valor de energia metabolizável dos óleos e gorduras é sua digestibilidade, que por sua vez é dependente de fatores como: comprimento da cadeia carbônica e número de duplas ligações do ácido graxo, presença ou ausência de ligação éster, se a gordura está na forma de triglicerídio ou como ácido graxo livre, o arranjo específico do ácido graxo saturado e insaturado no glicerol na molécula do triglicerídio, idade da ave, relação de ácido graxo insaturado e saturado na mistura de ácidos graxos livres, flora intestinal, composição da dieta na qual os ácidos graxos são fornecidos e a quantidade de triglicerídio adicionado na dieta (Lara, 2004).

Segundo Moran Jr. (1994), o diâmetro da micela afeta a taxa de movimento através da rede mucina-glicocálix, que atua como uma barreira tridimensional entre o lúmen e a membrana do enterócito. O diâmetro das micelas é de aproximadamente o dobro do comprimento médio dos ácidos graxos que as compõem. Por sua vez, reduzir o comprimento da cadeia carbônica e ou aumentar o número de duplas ligações (que possuem o efeito de diminuir o diâmetro da micela) explicaria em parte a absorção

aumentada que ocorre quando se promove mudanças na composição lipídica da dieta.

No processo de seleção de fontes lipídicas para aves, do ponto de vista fisiológico, alguns fatores possuem acentuada relevância e devem ser levados em consideração: a posição de ligação do ácido graxo saturado ao carbono do glicerol; a proporção de ácidos graxos livres para triglicerídios; e a relação de ácidos graxos insaturados e saturados. Quanto à posição de ligação dos ácidos graxos na molécula de glicerol, especificamente no carbono de número 2, assegura uma melhor absorção quando o ácido graxo saturado se encontra nessa posição em relação ao mesmo ácido graxo ligado aos carbonos 1 ou 3. A relação de ácidos graxos livres para triglicerídios intactos é importante, pois compostos com ácidos graxos livres são absorvidos com menor eficiência do que aqueles ácidos graxos na forma de triglicerídios, principalmente pela baixa indução na liberação de lipase e devido ao fato do monoglicerídio ser essencial para a incorporação de ácidos graxos insolúveis no complexo micelar. A relação entre ácidos graxos insaturados e saturados deve estar no mínimo entre 1:1,5 para uma boa digestão. Quanto mais saturado o ácido graxo menor a digestibilidade (Fats..., 1985).

A localização dos vários tipos de ácidos graxos na molécula de glicerol para formar os triglicerídios pode variar de acordo com a fonte lipídica e esta associada à eficiência na formação de micelas e sua absorção subsequente. Segundo Mattson e Volpenhein (1961) e Brockerhoff et al. (1966) citados por Moran Jr. (1994), a localização preferencial dos ácidos graxos na porção glicerol dos triglicerídios que mais favorece a digestão dos lipídios nas aves segue a seguinte seqüência: posição 1 – ácidos graxos insaturados; posição 2 – saturados e 16:1 e posição 3 – insaturados.

A capacidade digestiva das aves varia em função da idade, ocorrendo um aumento dos valores de aproveitamento dos nutrientes com o avanço da idade, em função do desenvolvimento dos intestinos, do fígado e do pâncreas, pois o sistema enzimático que é seletivo para cada grupo de ácidos graxos se modifica com o desenvolvimento do aparelho digestivo (Kato, 2005). Durante o desenvolvimento embrionário, os enterócitos são orientados para a transferência de imunoglobulinas e só se tornam totalmente adaptados aos processos de digestão e absorção a partir de 2 a 3 semanas após o nascimento. Assim, os programas de alimentação devem ser empregados de forma a melhor atender as exigências nutricionais em função da idade das aves. A adequação nutricional à precocidade do frango de corte moderno, principalmente na fase inicial de criação, é imprescindível para se obter bons resultados (Moran Jr., 1994; Kato, 2005).

2.4 – Tipos de lipídios utilizados nas rações avícolas

2.4.1 – Origem vegetal

Os óleos vegetais têm uma composição mais interessante para o uso avícola sob o ponto de vista metabólico, uma vez que têm maior riqueza em ácidos graxos insaturados (oléico, linoléico, linolênico), que são melhor assimilados pelas aves nas diferentes fases de criação. Os principais óleos vegetais existentes são o óleo de soja, o óleo de milho, o óleo de girassol, o óleo de linhaça, o óleo de canola, o óleo de palma, o óleo de algodão e os subprodutos da indústria de refino dos mesmos, como gomas (lecitinas), borra acidulada e destilado de desodorização. Destes, o produto mais comum no mercado é o óleo de soja em suas diversas formas resultantes do processo industrial. Os outros óleos têm produção muito regionalizada e ou em pequena escala e são, geralmente, mais caros (Arellano, 1992; Morita, 1992).

2.4.1.1 – Óleo de soja degomado

O óleo de soja degomado é obtido a partir do óleo de soja bruto. Grãos de soja inteiros são submetidos à extrusão, processo mecânico no qual são esmagados sob altas temperaturas, e em seguida o material resultante passa por prensagem, resultando em soja semi-integral e óleo de soja bruto. A degomação consiste na retirada dos fosfolipídios do óleo de soja bruto, por polaridade, a partir da adição de 1 a 3% de água à 70°C, e tem como produto final o óleo degomado e a lecitina. Para a obtenção do óleo de soja refinado comercial, o óleo de soja degomado passa seqüencialmente por processos de neutralização (retirada dos ácidos graxos livres por saponificação, a partir da adição de hidróxido de sódio), centrifugação, clareamento e desodorização (Kato, 2005).

2.4.2 – Origem animal

As fontes lipídicas de origem animal normalmente apresentam maiores variações de composição e maior proporção de ácidos graxos saturados quando comparadas às de origem vegetal. No entanto, apresentam preços mais acessíveis e, quando de boa qualidade, podem ser utilizadas nas rações de aves proporcionando resultados satisfatórios. Entre as fontes lipídicas de origem animal que podem ser utilizadas para a fabricação de rações temos o óleo de vísceras de aves, o sebo bovino, a banha suína e o óleo de peixe.

2.4.2.1 – Óleo de vísceras de aves ou gordura de frango

A gordura ou óleo de vísceras é obtido a partir do cozimento de intestinos, pulmões e outros tecidos moles obtidos durante o abate de aves, em autoclave, sob altas temperatura e pressão, seguido de extração por tanque percolador e prensa “expeller”. Após a extração, o óleo de vísceras vai para o tanque de decantação para a extração da

borra e do excesso de umidade, e está pronto para ser usado em rações ou ser refinado (Neto, 1994).

2.4.2.2 – Sebo bovino

Para a produção do sebo, são utilizados como matérias-primas os subprodutos do abate de bovinos, bem como as vísceras condenadas nas linhas de inspeção, as aparas resultantes da limpeza de contusões e as carcaças condenadas à desnaturação pelo calor. Na sala de recepção de resíduos, as matérias-primas são passadas em trituradores de ossos de forma a deixar a mistura mais homogênea e a aumentar a superfície que entrará em contato com as paredes aquecidas dos digestores, abreviando e uniformizando o cozimento. Depois de triturada, a matéria-prima é conduzida a digestores e cozidas por aproximadamente duas horas, à temperatura de 120°C e sob pressão de 5 a 6 kg/cm². Após o término do cozimento, o sebo é extraído através de percolador e prensas. Posteriormente é filtrado, passa por processo de decantação, e está pronto para uso (Aboissa, 2007).

2.5 – Uso de lipídios na alimentação de frangos de corte

2.5.1 – Efeitos sobre o desempenho produtivo

Os lipídios representam uma classe de nutrientes que tem sido utilizada na dieta com o objetivo de melhorar o desempenho das aves (Frizzas, 1996). Segundo Fuller (1980), a utilização de fontes lipídicas nas dietas pode favorecer o desenvolvimento rápido dos frangos, obtendo um maior peso em menor espaço de tempo, com um menor consumo de ração, o que proporciona uma melhor taxa de conversão alimentar quando se compara com aves alimentadas com rações sem acréscimo de óleos e gorduras.

A maior parte dos benefícios proporcionados pela inclusão de lipídios em dietas para frangos de corte se dão devido ao efeito extrametabólico dos mesmos, os quais são advindos da redução da taxa de passagem dos alimentos pelo trato gastrointestinal (Summers, 1984). Segundo Fuller (1980) e Braga & Baião (2001), esses benefícios são ainda maiores e mais evidentes se as aves forem criadas em condições de estresse térmico, devido a redução do incremento calórico da dieta quando se utiliza fontes lipídicas.

Alimentando frangos de corte, na fase inicial, com rações contendo ácidos graxos palmítico, esteárico e oléico, Renner & Hill (1961) verificaram redução no aproveitamento dos ácidos graxos quando do aumento da cadeia carbônica e grau de saturação.

Fornecendo dietas para frangos de corte contendo 0, 3, 6 e 9% de inclusão de diferentes fontes lipídicas (óleo de milho, óleo de vísceras de aves e mistura de gordura animal / vegetal), Griffiths et al. (1977) observaram menor peso médio para as aves que receberam ração sem adição de fonte lipídica.

Ao avaliar o efeito de rações contendo óleo de soja (triglicerídios), ácido graxo de soja (ácido graxo livre) e ácido graxo livre + glicerol sobre a digestão e absorção de lipídios, Skalan (1979) demonstrou a necessidade da presença do monoglicerídio para uma eficiente solubilização e absorção dos ácidos graxos livres. Enquanto a digestão de triglicerídios resulta em uma adequada relação de monoglicerídio / ácido graxo livre, a alimentação de aves com rações contendo somente ácido graxo de soja leva a uma deficiência em monoglicerídios, assim como redução na secreção de bile, comprometendo a formação de micelas, bem como a eficiência da digestão.

Fornecendo dietas contendo quantidades iguais de óleo de girassol ou de oliva para frangos de corte, Alao & Balnave (1984) observaram melhor desenvolvimento e conversão alimentar para aves alimentadas com óleo de girassol.

Trabalhando com adição de quatro fontes lipídicas (óleo de milho, óleo de vísceras de aves, sebo e óleo comercial) e três inclusões (2,5; 5 e 10%) em dietas para frangos de corte, Brue & Latshaw (1985) verificaram um menor consumo de ração para as aves alimentadas com óleo de milho.

Utilizando dois níveis de inclusão (3 e 9%) de óleo de girassol, óleo de colza, óleo de vísceras de aves e sebos bovinos, contendo 2 e 16% de ácidos graxos livres respectivamente, em rações para frangos de corte, Alao & Balnave (1985) observaram que para um mesmo nível de inclusão das diferentes fontes lipídicas nas dietas, as aves não apresentaram diferenças de desempenho. Porém, quando se passava de 3 para 9% o nível de inclusão, havia melhora da conversão alimentar e peso vivo, independentemente da fonte lipídica utilizada.

Avaliando dietas para frangos de corte contendo diferentes fontes lipídicas (sebo bovino, óleo de soja degomado, óleo de palma e seus respectivos óleos ácidos), Wiseman & Salvador (1991) observaram redução nos valores de energia metabolizável quando da utilização de fontes lipídicas contendo maiores conteúdos de ácidos graxos livres, sendo esta redução ainda mais pronunciada quanto maior for a saturação e o nível de inclusão da fonte lipídica. Os autores também verificaram redução nos valores de energia metabolizável nas primeiras semanas de vida das aves.

Testando diferentes níveis de inclusão (0, 2, 4, 6, 8 e 10%) de óleo refinado de palma, óleo de semente de palma, óleo de milho e

óleo de vísceras de aves em dietas para frangos de corte, Valencia et al. (1993) não observaram diferenças de desempenho entre as diferentes fontes lipídicas, mas observaram maiores pesos e melhores conversões à medida que se aumentava o nível de inclusão dos óleos.

Utilizando rações com adição de óleo de soja, óleo de linhaça, óleo de peixe, sebo bovino e misturas destes (dois a dois), Scaife et al. (1994) observaram maior peso vivo para aves alimentadas com óleo de soja e pior conversão alimentar para aves alimentadas com sebo bovino.

Trabalhando com frangos de corte alimentados com dietas contendo sebo bovino, ácido graxo de soja e dois tipos de óleo de canola (degomado e super degomado), Thacker et al. (1994) observaram que as aves alimentadas com óleo de canola, independente do tipo, apresentaram maior peso vivo quando comparadas com aquelas alimentadas com dietas contendo sebo ou ácido graxo de soja.

Ferreira (1997) avaliou o desempenho de frangos de corte alimentados com rações com inclusão de óleos vegetais (óleo de soja, óleo de canola e óleo de palma) e sem adição de lipídios, e observou maior peso corporal para aves que receberam qualquer um dos óleos em relação às aves alimentadas com dietas sem óleo.

Rosa (1999) utilizou dietas para frangos de corte contendo 3% de três fontes de lipídios (óleo de linhaça, óleo comercial e óleo de soja) e uma ração controle sem adição de óleo, e observou maior ganho de peso e melhor conversão alimentar quando da inclusão de alguma das fontes lipídicas.

Rosa et al. (2000) avaliaram frangos de corte alimentados com dietas contendo diferentes níveis de inclusão de óleo de soja (0, 3, 6 e 9%), e concluíram que a adição de

óleo nas rações, independentemente do nível, proporciona melhor desempenho (peso e conversão alimentar).

Fornecendo dietas para frangos de corte contendo dois níveis de óleo de soja (0 e 4%), Dell' Isola (2000) observou que a inclusão do óleo proporcionou melhores índices de produtividade (peso vivo, consumo de ração e conversão alimentar).

Sanz et al. (2000a) trabalharam com rações para frangos de corte contendo óleo de girassol e misturas de sebo bovino/banha suína, e não observaram efeitos das fontes de lipídios sobre o consumo de ração, ganho de peso, peso final e conversão alimentar dos frangos.

Fernandes et al. (2001) avaliaram frangos de corte alimentados com rações contendo ácido graxo de soja, óleo de soja degomado e mistura de ácido graxo de soja / óleo de soja degomado e observaram que o óleo de soja degomado proporcionou um maior ganho de peso em relação ao ácido graxo de soja e à mistura ácido graxo de soja / óleo de soja degomado.

Utilizando níveis crescentes de óleo de soja degomado (0; 2,5; 5 e 7,5%) em dietas para frangos de corte, Pucci (2001) verificou que o consumo de ração e o ganho de peso aumentaram linearmente com os níveis crescentes de óleo na ração, e a conversão alimentar só foi melhor para níveis de inclusão de óleo até 2,18%.

Andreotti et al. (2001) avaliaram a utilização de diferentes fontes de lipídios (óleo de vísceras de aves, óleo de soja refinado, óleo de canola refinado, óleo de girassol refinado, óleo de milho refinado e banha suína) em rações para frangos de corte, e não observaram diferenças estatísticas para os índices de desempenho (peso final, consumo de ração e conversão alimentar).

Newman et al. (2002) alimentando frangos de corte com 8% de inclusão de três fontes lipídicas (óleo de girassol, óleo de peixe e sebo bovino), observaram pior conversão alimentar para aves alimentadas com sebo bovino.

Vieira et al. (2002), avaliaram frangos de corte alimentados com dietas contendo diferentes níveis de inclusão (0, 4 e 8%) de óleo de soja, óleo ácido de soja e suas misturas, e observaram maior peso para as aves que receberam lipídio na ração em comparação com as aves sem suplementação lipídica e observaram também melhor conversão alimentar quando o nível de inclusão foi de 8%, ambos os resultados independentes da fonte de lipídios utilizada.

Lara (2004) estudou o efeito de diferentes fontes de lipídios (óleo de soja degomado, óleo de vísceras de aves, óleo ácido de soja e misturas de óleo de soja / óleo de vísceras e óleo de soja / óleo ácido de soja) adicionados às rações de frangos de corte sobre o desempenho, e observou maior peso vivo para as aves que receberam as rações contendo óleo de soja em relação as aves que receberam rações com óleo ácido de soja. O consumo de ração das aves alimentadas com óleo de soja foi estatisticamente superior em relação ao das aves alimentadas com rações contendo óleo ácido de soja e a mistura entre óleo de soja / óleo ácido de soja.

Ferreira et al. (2005) avaliou o efeito da inclusão do óleo de soja, sebo bovino e de suas misturas (0:100; 25:75; 50:50; 75:25 e 100:0) em dietas para frangos de corte sobre o desempenho, e não observaram diferenças estatísticas para peso vivo, consumo de ração e conversão alimentar.

2.5.2 – Efeitos sobre a deposição de gordura abdominal

Segundo Deaton et al. (1981) e Leenstra (1984), a inclusão de lipídios na dieta de frangos de corte proporciona melhoras de desempenho, porém pode levar também ao acúmulo de gordura na carcaça, que após o abate dá à carne de frango uma imagem “gorda”.

Em média, 2 a 3% do peso vivo do frango de corte é gordura abdominal, e seu coeficiente de variação é alto (de 25 a 30%) (Leenstra, 1984).

Fornecendo dietas contendo quantidades iguais de óleo de girassol ou de oliva para frangos de corte, Alao & Balnave (1984) observaram que as aves alimentadas com óleo de girassol apresentaram maior deposição de gordura abdominal na carcaça.

Segundo Valencia et al. (1993), os aumentos na porcentagem de gordura abdominal ocorrem à medida que se aumenta a inclusão de lipídios nas rações de frangos de corte.

Estudando os efeitos de diferentes níveis de inclusão de diferentes fontes lipídicas em rações de frangos de corte, Ferreira (1997) não observou diferenças estatísticas para a quantidade de gordura abdominal depositada na carcaça.

Sanz et al. (2000b) avaliou a incorporação de duas fontes de lipídios em dietas para frangos de corte, uma saturada (sebo bovino) e outra insaturada (óleo de girassol), ambas com inclusão de 8%, e observaram uma redução significativa no depósito abdominal de gordura nas aves que receberam ração com óleo de girassol.

Avaliando níveis crescentes de inclusão do óleo de soja (0; 3,3; 6,6 e 9,9%) em rações para frangos de corte, Junqueira et al. (2000) verificaram que à medida que se aumentavam os níveis de inclusão de óleo de soja na dieta, a deposição de gordura

abdominal apresentava um aumento quadrático, ao passo que a gordura total da carcaça respondia de forma linear.

Fontes lipídicas ricas em ácidos graxos poliinsaturados, quando utilizadas em dietas para frangos de corte, proporcionam menor taxa de deposição de gordura abdominal e gordura corporal total do que fontes lipídicas saturadas ou monoinsaturadas. E isto se dá, principalmente, em função de taxas diferenciadas de oxidação lipídica, na qual se tem menor taxa de lipogênese (Crespo & Esteve-Garcia, 2002a).

A localização da deposição de gordura na carcaça de frangos de corte depende do tipo de ácido graxo adicionado à dieta (saturado, monoinsaturado e poliinsaturado). Fontes lipídicas ricas em ácidos graxos saturados, como as de origem animal, tendem a depositar proporcionalmente mais gordura nos depósitos abdominais que no resto dos tecidos adiposos (Crespo & Esteve-Garcia, 2002b).

2.5.3 – Efeitos sobre a composição da carcaça

A gordura total é o componente mais variável das carcaças de frangos de corte e seu coeficiente de variação normalmente se encontra entre 15 e 20%. Ao passo que o do conteúdo de água esta próximo de 2%, o de proteína ao redor de 3% e o de cinzas em torno de 8% (Leenstra, 1984).

Avaliando a composição da carcaça inteira de frangos de corte alimentados com dietas contendo diferentes fontes de lipídios (óleo de algodão, ácido graxo de algodão, sebo bovino e óleo de vísceras de aves), Edwards et al. (1973) não constataram efeitos das fontes lipídicas utilizadas.

Segundo Griffiths et al. (1977), a utilização de diferentes níveis de inclusão de diferentes fontes de lipídios em rações

isocalóricas para frangos de corte não influencia a composição da carcaça.

Fornecendo dietas contendo óleo de girassol ou de oliva para frangos de corte, Alao & Balnave (1984) observaram redução na deposição de gordura total da carcaça e aumento na de proteína, com o aumento da inclusão, de 3 para 9%, independente da fonte lipídica utilizada.

Pinchasov e Nir (1992) avaliaram os efeitos da inclusão de ácidos graxos poliinsaturados na dieta para frangos de corte (32, 48, 60, 63 e 70 mg / 100 g de ração) e não observaram diferenças estatísticas para os níveis de gordura na carcaça.

Utilizando rações contendo óleo de soja, óleo de linhaça, óleo de peixe, sebo bovino e misturas destes (dois a dois), Scaife et al. (1994) observaram que o óleo de soja resultou em maior teor de gordura na carcaça.

Bernal (1994), estudando os efeitos dos níveis de energia e da proporção de inclusão de óleos nas rações para frangos de corte sobre a deposição de gordura na carcaça, observou que níveis maiores de energia na dieta é que proporcionam carcaças mais gordurosas.

Ferreira (1997), estudando os efeitos de diferentes níveis de inclusão de diferentes fontes lipídicas em rações de frangos de corte, não observou diferenças estatísticas para a quantidade de gordura nos cortes da carcaça.

Sanz et al. (1999) avaliaram frangos de corte alimentados com dietas contendo óleo de girassol (ácidos graxos predominantemente insaturados) e uma mistura de sebo bovino / banha suína (ácidos graxos predominantemente saturados), e verificaram que gorduras saturadas proporcionaram maiores

acúmulos de gordura na carcaça, tanto nos músculos quanto nos depósitos abdominais, em relação às gorduras insaturadas.

Cascabulho (2000) observou maiores depósitos de gordura na carcaça de aves alimentadas com dietas contendo diferentes fontes de óleo (óleo de soja refinado, óleo de soja degomado e borra acidulada de soja) quando comparadas a aves que ingeriram rações sem adição de óleo.

Alimentando frangos de corte com dietas contendo 8% de inclusão de fontes lipídicas insaturadas (óleo de girassol), parcialmente insaturadas (óleo de peixe) e saturada (sebo bovino), Newman et al. (2002) observaram menor deposição de gordura corporal nas aves alimentadas com óleo de girassol e óleo de peixe, quando comparadas com aves alimentadas com sebo bovino. E associou esta observação ao aumento da oxidação lipídica nas aves alimentadas com óleo de peixe e girassol.

2.5.4 – Efeitos sobre o rendimento de carcaça

Rosa (1999) utilizou dietas para frangos de corte contendo 3% de três fontes de lipídios (óleo de linhaça, óleo comercial e óleo de soja) e uma ração controle sem adição de óleo, e não observou diferença estatística no rendimento de carcaça inteira e no rendimento de cortes para as diferentes dietas.

Lara (2004) avaliou o efeito de diferentes fontes de lipídios (óleo degomado de soja, óleo de vísceras de aves, óleo ácido de soja e misturas de óleo de soja com óleo de vísceras e óleo de soja com óleo ácido de soja) adicionados às rações para frangos de corte sobre o rendimento e a composição da carcaça, e não verificou diferenças estatísticas para as variáveis estudadas.

Almeida & Araújo (2004) avaliaram o rendimento de carcaça e a deposição de

gordura abdominal em frangos de corte alimentados com 4 fontes lipídicas (óleo de vísceras de aves, óleo de canola, óleo de soja e óleo de linhaça) e verificaram que os melhores rendimentos de carcaça, peito e pernas foram proporcionados pela adição dos óleos de linhaça e de vísceras de aves na dieta. O óleo de linhaça também proporcionou menor deposição de gordura abdominal em relação ao óleo de soja.

Ferreira et al. (2005) avaliaram os efeitos da inclusão de óleo de soja, de sebo bovino e de suas misturas (0:100; 25:75; 50:50; 75:25 e 100:0) em dietas para frangos de corte sobre o rendimento de carcaça e não observaram diferenças estatísticas para o rendimento de carcaça inteira, peito, perna, asa e porcentagem de gordura abdominal.

2.5.5 – Efeitos sobre o metabolismo dos minerais

Durante o processo de digestão, os minerais e os ácidos graxos podem se apresentar ionizados e proporcionarem a formação de sabões insolúveis, os quais não são absorvidos de forma eficaz e comprometem a digestibilidade tanto dos lipídios, quanto dos minerais (Whitehead et al., 1971).

Os efeitos da utilização de lipídios (mistura de óleo vegetal / animal e óleo de milho) em dietas para frangos de corte, sobre os níveis de minerais presentes no sangue e a deposição dos mesmos nos ossos foram estudados por Atteh et al. (1983). Estes autores constataram significativa redução na taxa de calcificação óssea nas aves alimentadas com dietas contendo fontes adicionais de lipídios quando comparadas com aquelas que receberam rações sem adição de óleo. Além disso, constataram menores níveis de cálcio presentes no sangue de aves alimentadas com óleo de milho quando comparadas com aves alimentadas com rações sem inclusão lipídica.

Dell' Isola (2000) avaliou a digestibilidade dos nutrientes, a deposição de cálcio e fósforo na carcaça e a concentração de cálcio e fósforo nos ossos de frangos de corte alimentados com dietas contendo dois níveis de óleo (0 e 4,0%) e dois níveis de cálcio (1,0 e 1,4%). Foi observada influência negativa da presença de óleo na dieta sobre a digestibilidade do cálcio, na deposição de cálcio e fósforo na carcaça e concentração desses minerais nos ossos.

Avaliando diferentes fontes de lipídios (sebo bovino, óleo de peixe, óleo de milho e mistura de óleo vegetal / gordura animal) e dois níveis de inclusão de cálcio (0,9 e 1,5%) em dietas para frangos de corte, Smith et al. (2003) verificaram reduções nas concentrações de cálcio e zinco na tíbia das aves suplementadas com óleo de peixe. O aumento do nível de inclusão de cálcio na dieta (de 0,9 para 1,5%) proporcionou elevação significativa da concentração de cálcio no plasma, porém o mesmo não foi observado na concentração óssea.

2.6 – Sinergismo entre fontes lipídicas

Avaliando a adição de diferentes fontes lipídicas (óleo de girassol, óleo de oliva e ácidos graxos purificados: palmítico, esteárico, oléico, linoléico e suas misturas) em rações para frangos de corte, Young & Garrett (1963) constataram que as aves que consumiram dietas ricas em ácidos graxos saturados apresentaram pior desempenho (peso vivo e conversão alimentar), em relação às aves que consumiram dietas contendo misturas de ácidos graxos saturados com insaturados.

Utilizando diferentes fontes de lipídios (óleo de soja, ácido graxo de soja, sebo bovino, ácido graxo de sebo bovino e óleo de peixe “Menhaden”) e suas misturas, Artman (1964) observou que gorduras insaturadas são capazes de melhorar a digestibilidade e o aproveitamento de gorduras saturadas quando utilizadas

conjuntamente em dietas para frangos de corte, o mesmo acontecendo se essas fontes forem adicionadas na forma de triglicerídios neutros, ácidos graxos livres ou misturas de triglicerídios e ácidos graxos.

Ketels & De Groote (1988), citados por Lara (2004), utilizando dados de outros experimentos, observaram sinergismo entre ácidos graxos insaturados (I) e saturados (S). Segundo estes autores a digestibilidade e utilização das gorduras melhoram bastante quando a relação de ácidos graxos I:S passa de zero para 2,5, chegando ao máximo com um valor próximo de 4, que parece ser a limite de aproveitamento pela ave. A utilização de ácidos graxos saturados é especialmente afetada pelo sinergismo, ou seja, inclusões de ácidos graxos insaturados melhoram o aproveitamento dos ácidos graxos saturados de cadeia longa pelas aves, principalmente palmítico e esteárico, enquanto a utilização dos ácidos graxos insaturados não é melhorada pela presença de ácidos graxos saturados.

O uso de sebo bovino na alimentação de frangos de corte pode ser otimizado quando se mistura partes iguais dessa gordura animal com óleo de soja, podendo-se obter valores de aproveitamento muito próximos de quando se utiliza apenas o óleo de soja (Blanch et al., 1995).

Gaiotto et al. (2000a) determinaram a energia metabolizável aparente (EMA) e energia metabolizável corrigida para nitrogênio (EMAn) do óleo de soja, óleo ácido de soja, óleo de vísceras de aves e misturas de óleo de soja / óleo ácido de soja e óleo de soja / óleo de vísceras de aves e observaram sinergismo apenas na mistura de óleo de soja / óleo ácido de soja, mostrando que a presença de triglicerídios do óleo de soja supre a deficiência do óleo ácido de soja.

O desempenho de frangos alimentados com rações contendo óleo de soja foi superior quando comparado com o de frangos que consumiram óleo ácido de soja, sebo bovino e misturas desses. O uso de misturas de óleo de soja com partes iguais de óleo ácido de soja ou de sebo bovino resultou em desempenho equivalente ao obtido apenas com o óleo de soja. A mistura de óleo de soja ao óleo ácido de soja melhorou o desempenho das aves em relação ao óleo ácido de soja (Gaiotto et al., 2000b).

Nascif et al. (2004) determinaram os valores de energia metabolizável aparente corrigida pela retenção de nitrogênio (EMAn) do óleo de soja degomado, óleo de milho, óleo de canola, óleo de vísceras de aves, gordura de coco, gordura suína, sebo bovino e de duas misturas, óleo de soja degomado + gordura de coco e óleo de soja degomado + sebo bovino, ambas na proporção de 1:1 para pintos de corte, e obteve, respectivamente os seguintes valores médios: 8.331, 8660, 8.742, 8.545, 7.517, 7.589, 7.278, 8.077 e 8.212 kcal/kg. E os autores demonstraram o sinergismo existente entre ácidos graxos insaturados e saturados, a partir das misturas de óleo de soja degomado + gordura de coco e óleo de soja degomado + sebo bovino, com aumento de 560 kcal/kg na mistura de óleo de soja à gordura de coco e de 934 kcal/kg, quando esta foi adicionada ao sebo bovino.

Ferreira et al. (2005) determinaram os valores energéticos do óleo de soja, do sebo bovino e de suas misturas (0:100; 25:75; 50:50; 75:25 e 100:0) para frangos de corte, e obteve os seguintes valores de energia metabolizável aparente corrigida pela retenção de nitrogênio, respectivamente: 8.402, 8.542, 8.659, 9.109 e 9.505 kcal/kg. Foi observado que esses valores aumentaram linearmente conforme aumentou a inclusão do óleo de soja. Segundo os autores, os ácidos graxos insaturados do óleo de soja favorecem a digestibilidade dos ácidos graxos saturados

presentes no sebo bovino, demonstrando sinergismo entre ácidos graxos insaturados e saturados.

2.7 - Qualidade das fontes lipídicas

As fontes lipídicas, de um modo geral, apresentam variações de suas características, e estas se dão devido à qualidade das matérias-primas utilizadas, processo empregado em sua obtenção e condições e períodos de estocagem. Sendo estas variações ainda maiores e constantes nos produtos de origem animal. Daí a importância de conhecer a origem, o processamento e a qualidade dos ingredientes em questão (Bellaver, 2001).

Além do custo, um dos principais problemas na utilização de fontes lipídicas em rações para aves, principalmente as de origem animal, é a variação que existe em relação à sua qualidade e digestibilidade, que estão estritamente associadas ao seu valor nutricional (Amaral Neto, 1999).

Segundo Moran Jr. (1994), os componentes da fonte lipídica usados como fonte de energia concentrada são quase exclusivamente triglicerídeos, ácidos graxos livres e fosfolipídios, de forma que umidade, ésteres insolúveis e matéria insaponificável constituem parâmetros para se estimar o conteúdo que não contribui para energia.

Todos os óleos e gorduras são suscetíveis a processos de deterioração e contêm proporções variáveis de ácidos graxos livres e de numerosas outras substâncias que, embora presentes em pequenas quantidades, podem ter influência considerável sobre as propriedades dos mesmos, tais como matéria insaponificável (incluindo esteróis, álcoois graxos, hidrocarbonetos e pigmentos), fosfolipídios e outras impurezas derivadas dos materiais de origem do qual o óleo é obtido. Desta forma, é de suma importância se conhecer

os processos capazes de depreciarem as fontes lipídicas, bem como os métodos químicos e físicos que podem ser utilizados para o controle de qualidade das mesmas (Pedroso, 2001).

A oxidação dos ácidos graxos de uma fonte lipídica acarreta uma série de fatores indesejáveis, tais como: redução do valor energético do ingrediente, alteração das características organolépticas (cor, odor e sabor), diminuição da palatabilidade, alteração da textura e consistência, além de causar deterioração de outros nutrientes solúveis em gorduras, como as vitaminas (Butolo, 2001).

A oxidação ou rancidez oxidativa é um processo autocatalítico e desenvolve-se em aceleração crescente, uma vez iniciada. Este processo é dividido em três etapas: na fase inicial, fatores como temperatura elevada, alta pressão, enzimas produzidas por microorganismos, exposição à luz e ao oxigênio atmosférico e ou presença de íons metálicos (principalmente os derivados de metais de valência +2, como: Fe, Cu, Ni, Co, Cd e Zn) propiciam a formação de radicais livres. Na fase de propagação, o radical livre em contato com oxigênio molecular forma um peróxido, este por sua vez ataca uma molécula de ácido graxo insaturado induzindo a formação de hidroperóxido e outro radical livre. Os hidroperóxidos dão origem a dois radicais livres, que para se estabilizarem subtraem hidrogênio de outros ácidos graxos, formando mais radicais livres, dando assim uma progressão geométrica ao processo. Por fim, na fase terminal, as moléculas formadas, contendo o radical livre, ao se romperem formam produtos de peso molecular mais baixo (aldeídos, cetonas, álcoois e ésteres), os quais são voláteis e responsáveis pelos sabores e odores de ranço. E dependendo da concentração, são potencialmente tóxicos (Lehninger et al., 2000; Bellaver, 2001; Butolo, 2001).

O processo de rancidez oxidativa uma vez iniciado, por ser autocatalítico, não necessita da participação dos radicais livres de oxigênio que participaram da fase inicial, também denominada de período de indução. Por isso, é importante impedir o início da formação de radicais livres, que poderá ser feito pelo manejo adequado de obtenção, processamento e armazenamento de matérias-primas.

Substâncias antioxidantes naturais (vit. E, pigmentos xantofílicos e Se) ou sintéticas (BHT, BHA e etoxiquim) capazes de neutralizar os radicais livres, podem ser incorporadas ao processo de produção das fontes lipídicas para inibir ou retardar a autooxidação dos ácidos graxos (Bellaver, 2001).

Um problema frequentemente encontrado é como avaliar o estado de conservação de uma fonte lipídica e a eficiência do antioxidante utilizado. Um critério prático é a avaliação do odor, que é de fácil detecção quando o produto se encontra em processo oxidativo avançado, mas este é subjetivo, não quantitativo e não definitivo. Por este motivo é que a maneira mais correta é a avaliação química da rancidez oxidativa. (Butolo, 2001).

Dentre os métodos químicos mais aceitos e utilizados destaca-se o índice de peróxido. No entanto, os valores obtidos devem ser interpretados com cuidado, pelo fato de que os peróxidos formados durante o processo de rancidez são produtos de transição e se o estado de rancidez estiver muito avançado, é possível que não se detecte a presença de peróxidos, o que pode conduzir a resultados errôneos. Sendo uma alternativa a utilização de métodos complementares tal como o MDA (malanodialdeído), que é um dos produtos terminais do processo de rancidez. O MDA é um aldeído hidrossolúvel de grande reatividade e que é quantificado através da reação com o ácido tiobarbitúrico (TBA), que desenvolve uma

reação colorimétrica quantificada espectrofotometricamente e são baixos nas primeiras etapas da oxidação e elevados na fase terminal (Butolo, 2001).

A acidez de uma gordura é frequentemente expressa em termos de ácidos graxos livres, a qual é medida como uma quantidade em mg de hidróxido de sódio requeridos para neutralizar os ácidos graxos livres de 1 g de gordura. Um aumento de ácidos graxos livres em gorduras pode indicar deterioração na qualidade devido ao aumento da hidrólise e ao desenvolvimento da rancidez. Contudo, um nível elevado de acidez nas gorduras nem sempre é indicativo de má qualidade. Gorduras de restaurantes e soap-stock de óleo de soja tem alta quantidade de ácidos graxos livres como características próprias (Bellaver, 2001).

Outra característica química importante nos óleos e gorduras é o índice de iodo, o qual indica o grau médio de insaturação. E para se saber exatamente qual a proporção de cada ácido graxo na composição de uma fonte lipídica, pode se recorrer à cromatografia gasosa, a partir da qual se tem quantificação individual de cada ácido graxo (Pedroso, 2001).

Determinações de outras características químicas e físicas também podem ser feitas e são importantes, tais como % de matéria insaponificável, conteúdo de umidade, sabões, impurezas, densidade ou peso específico, viscosidade, índice de refração, pontos de fulgor, fumaça e combustão, solubilidade, miscibilidade, cheiro, odor, aspecto etc. (Pedroso, 2001).

A característica física mais importante de uma fonte lipídica está relacionada à consistência. A consistência sólida ou líquida dos óleos e gorduras indica a presença, no primeiro caso de um predomínio de ácidos graxos saturados, e no segundo caso, um predomínio de ácidos

graxos insaturados. Sendo o grau de saturação, fator determinante no desempenho e composição da carcaça (Pedroso, 2001).

Bornstein & Lipstein (1963) ao trabalharem com diferentes fontes de lipídios enfatizaram a importância do controle de qualidade no uso das mesmas. Segundo os autores, variações na composição entre amostras de um mesmo tipo de fonte lipídica podem ser mais importantes que o próprio tipo ou fonte de óleo ou gordura. Sendo essas diferenças ainda mais claras à medida que se utilizam maiores porcentagens desses ingredientes nas rações avícolas. Ou seja, a qualidade é o fator determinante do valor nutricional das diferentes fontes lipídicas.

3 – MATERIAL E MÉTODOS

3.1 – Local de realização do experimento e análises laboratoriais

O experimento foi dividido em três etapas: criação das aves, abate e análises da composição das carcaças. A criação das aves para avaliação de desempenho zootécnico foi realizada na Fazenda Experimental “Professor Hélio Barbosa” da Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais, localizada no município de Igarapé – MG, no período de 02 de junho a 13 de julho de 2006. Os frangos foram abatidos de acordo com as normas do serviço de inspeção (Brasil..., 1998) em um abatedouro comercial denominado “AVICAP”, localizado no município de Maravilhas – MG, para avaliação do rendimento de carcaça e obtenção de amostras para análises de composição das mesmas. As análises de composição de carcaça foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal da Escola de Veterinária da UFMG.

3.2 – Instalações e equipamentos utilizados

As aves foram alojadas em galpão experimental convencional, dividido em boxes idênticos de 3 m² cada, com o piso forrado com casca de arroz moída. Nos primeiros 14 dias de criação as aves foram aquecidas com uma fornalha à carvão vegetal por boxe. Na primeira semana de alojamento foi utilizado um bebedouro tipo copo de pressão para cada boxe, e a partir de 7 dias, este foi substituído por um bebedouro tipo pendular automático que permaneceu até o final da criação. Do alojamento aos 14 dias de idade foi utilizado um comedouro tubular tipo infantil para cada boxe com 33 aves e, posteriormente, este foi substituído por um comedouro tubular do tipo adulto.

3.3 – Aves e manejo geral

Foram utilizados 1782 pintos de corte, machos, da linhagem Cobb, de um dia de idade, selecionados por categorias de peso. Foram alojadas 33 aves por boxe (11 aves/m²). As aves foram vacinadas no incubatório de origem contra a doença de Marek e aos 15 dias de idade, por via oral através da água de bebida, contra as doenças de Gumboro e Newcastle. Água e ração foram oferecidos à vontade durante todo o período de criação, que foi de 1 a 41 dias de idade. O programa de luz nos primeiros cinco dias de criação foi 23 horas de luz : 1 hora de escuro e a partir do sexto dia até o abate, luz natural.

3.4 – Rações

Foram utilizados três tipos de rações fareladas de acordo com as fases de criação, sendo: inicial (1 a 21 dias de idade), crescimento (22 a 36 dias de idade) e acabamento (37 a 41 dias de idade). Para a formulação das rações foram considerados os valores nutricionais dos ingredientes e as exigências nutricionais das aves estabelecidos nas tabelas brasileiras sobre exigências nutricionais de aves e suínos (Rostagno et al., 2000). A única exceção foi

os valores de energia metabolizável das fontes lipídicas utilizados na formulação das rações, os quais foram obtidos a partir da média de valores encontrados na literatura, sendo: óleo degomado de soja 8800 Kcal/Kg, óleo de vísceras de aves 8700 Kcal/Kg e o sebo bovino 7400 Kcal/kg (Wiseman & Salvador, 1991; Blanch et al., 1995; FEDNA, 1999; Gaiotto et al., 2000a; Rostagno et al., 2000; Pesti et al., 2002; Kato, 2005). As rações dentro de cada fase de criação foram isonutritivas. Para o cálculo das rações foi utilizado o programa Supercrac versão 3.1.

Durante o processo de fabricação de todas as rações utilizadas, foram adicionados 100 gramas de aditivo antioxidante (etoxiquin) por tonelada.

As fontes lipídicas utilizadas na elaboração das rações (sebo bovino, óleo de vísceras de aves e óleo de soja degomado) ficaram armazenadas em bombonas plásticas hermeticamente fechadas e ao abrigo da luz.

Os ingredientes óleo de vísceras de aves e sebo bovino foram aquecidos por aproximadamente 5 e 10 minutos respectivamente antes de serem adicionados às rações para se liquefazerem. E os mesmos foram utilizados em um prazo máximo de 48 horas após serem produzidos.

As rações foram preparadas em misturador horizontal de 500 Kg de capacidade, com 5 minutos de mistura por batida, na fábrica de rações da fazenda experimental “Professor Hélio Barbosa”.

A composição das rações com seus respectivos valores nutricionais calculados se encontram na tabela 1.

3.5 – Tratamentos

Os tratamentos foram definidos de acordo com o tipo de fonte lipídica adicionado a dieta: sebo bovino, óleo de vísceras de aves, óleo de soja degomado e misturas de sebo bovino / óleo de soja degomado e sebo bovino / óleo de vísceras de aves.

Antes da formulação das rações para cada uma das fases de criação, foram pré-determinados os seus valores de energia metabolizável (EM) de acordo com as exigências nutricionais das aves estabelecidas nas tabelas brasileiras sobre exigências nutricionais de aves e suínos (Rostagno et al., 2000), ficando: 2950, 3100 e 3180 Kcal/EM/Kg de ração inicial, crescimento e acabamento respectivamente.

Durante o processo de formulação das dietas, para o fechamento das mesmas nesses níveis de EM, foi utilizado o sebo bovino como referência lipídica e sem restrições de inclusão. O sebo bovino foi utilizado como referência lipídica devido ao fato de ser dentre as fontes lipídicas utilizadas (sebo bovino, óleo de vísceras de aves e óleo de soja degomado), aquela com menor nível de energia metabolizável e que conseqüentemente entraria em maior proporção para fornecer quantidades iguais de EM.

A partir do nível de inclusão de sebo bovino obtido durante o processo de formulação, se determinou a quantidade de energia metabolizável advinda de fonte lipídica para a ração de cada fase, ficando estabelecido para a ração inicial (1,4 % de inclusão de sebo bovino, perfazendo 103,6 Kcal de EM advinda de fonte lipídica para cada Kg de ração), ração crescimento (3,4 % de inclusão de sebo bovino, perfazendo 251,6 Kcal de EM advinda de fonte lipídica para cada Kg de ração) e ração acabamento (4,3% de inclusão de sebo bovino, perfazendo 318,2 Kcal de EM advinda de fonte lipídica para cada Kg de ração).

Tabela 1 - Composição percentual das rações das fases inicial, crescimento e acabamento e seus respectivos valores nutricionais calculados.

| Ingredientes | Inicial | Crescimento | Acabamento |
|---------------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| Milho Moído | 58,600 | 62,500 | 65,500 |
| Farelo de Soja 46% PB | 31,300 | 26,400 | 23,300 |
| F. de Carne e Ossos 50% PB | 7,400 | 6,600 | 5,700 |
| Sal Comum | 0,360 | 0,380 | 0,400 |
| DL-Metionina | 0,276 | 0,210 | 0,125 |
| L-Lisina | 0,190 | 0,177 | 0,110 |
| Colina 60% | 0,080 | 0,060 | 0,040 |
| Sup. Vitamínico/Mineral | 0,200 ¹ | 0,200 ² | 0,200 ³ |
| Aditivo Antioxidante (Etoxiquin) | 0,010 | 0,010 | 0,010 |
| Calcário | 0,184 | 0,063 | 0,315 |
| Fonte Lipídica + Caulin (Inerte) | 1,400 | 3,400 | 4,300 |
| TOTAL (%) | 100,000 | 100,00 | 100,00 |
| Níveis nutricionais calculados | | | |
| Proteína Bruta (%) | 22,5 | 20,2 | 18,5 |
| Energia Metabolizável (Kcal/Kg) | 2.950 | 3.100 | 3.180 |
| Lisina total (%) | 1,3 | 1,15 | 1,00 |
| Metionina Total (%) | 0,61 | 0,52 | 0,41 |
| Metionina + Cistina (%) | 0,94 | 0,82 | 0,70 |
| Cálcio (%) | 1,08 | 0,92 | 0,90 |
| Fósforo disponível (%) | 0,50 | 0,45 | 0,40 |
| Sódio (%) | 0,22 | 0,22 | 0,22 |

¹Suplemento Vitamínico Mineral (Fase Inicial). Cada 1,0 Kg Contém: Vit. A 5.000.000 UI, Vit. D3 1.000.000 UI, Vit. E 10.000 Mg, Vit. K3 1.000 Mg, Vit. B1 750 Mg, Vit. B2 2.250 Mg, Vit. B6 1.200 Mg, Vit. B12 6.000 Mcg, Biotina 35 Mg, Niacina 17.500 Mg, Ácido Fólico 550 Mg, Ácido Pantotênico 5.500 Mg, Colina 132.160 Mg, Selênio 150 Mg, Iodo 655 Mg, Ferro 25.000 Mg, Cobre 4.720 Mg, Manganês 35.000, Zinco 30.000 Mg, Promotor De Crescimento 5.000 Mg, Coccidicida 50.000 Mg, Aditivo Antioxidante 25.000 Mg.

²Suplemento Vitamínico Mineral (Fase Crescimento). Cada 1,0 Kg Contém: Vit. A 4.000.000 UI, Vit. D3 800.000 UI, Vit. E 7.500 Mg, Vit. K3 900 Mg, Vit. B1 600 Mg, Vit. B2 1.900 Mg, Vit. B6 900 Mg, Vit. B12 5.500 Mcg, Biotina 20 Mg, Niacina 22.000 Mg, Ácido Fólico 300 Mg, Ácido Pantotênico 4.500 Mg, Colina 149.500 Mg, Selênio 150 Mg, Iodo 655 Mg, Ferro 25.000 Mg, Cobre 4.720 Mg, Manganês 35.000, Zinco 30.000 Mg, Promotor De Crescimento 5.000 Mg, Coccidicida 50.000 Mg, Aditivo Antioxidante 25.000 Mg.

³Suplemento Vitamínico Mineral (Fase Acabamento). Cada 1,0 Kg Contém: Vit. A 1.750.000 UI, Vit. D3 350.000 UI, Vit. E 5.000 Mg, Vit. K3 305 Mg, Vit. B1 200 Mg, Vit. B2 1.500 Mg, Vit. B6 300 Mg, Vit. B12 2.500 Mcg, Biotina 12,5 Mg, Niacina 6.000 Mg, Ácido Fólico 125 Mg, Ácido Pantotênico 2.500 Mg, Colina 75.000 Mg, Selênio 125 Mg, Iodo 500 Mg, Ferro 25.000 Mg, Cobre 4.250 Mg, Manganês 35.000, Zinco 30.000 Mg, Antioxidante 25.000 Mg.

Então, os tratamentos foram definidos segundo o nível de inclusão de cada fonte lipídica para perfazer os valores de energia metabolizável advindo de fonte lipídica pré-determinados para as rações de cada fase:

Tratamento 1 – sebo bovino perfazendo 100% da energia metabolizável advinda de fonte lipídica;

Tratamento 2 – óleo de vísceras de aves perfazendo 100% da energia metabolizável advinda de fonte lipídica;

Tratamento 3 – óleo de soja degomado perfazendo 100% da energia metabolizável advinda de fonte lipídica;

Tratamento 4 – óleo de soja degomado e sebo bovino, perfazendo 25 e 75% da

energia metabolizável advinda de fonte lipídica, respectivamente;

Tratamento 5 – óleo de soja degomado e sebo bovino, perfazendo 50 e 50% da energia metabolizável advinda de fonte lipídica, respectivamente;

Tratamento 6 – óleo de soja degomado e sebo bovino, perfazendo 75 e 25% da energia metabolizável advinda de fonte lipídica, respectivamente;

Tratamento 7 – óleo de vísceras de aves e sebo bovino, perfazendo 25 e 75% da energia metabolizável advinda de fonte lipídica, respectivamente;

Tratamento 8 – óleo de vísceras de aves e sebo bovino, perfazendo 50 e 50% da energia metabolizável advinda de fonte lipídica, respectivamente;

Tratamento 9 – óleo de vísceras de aves e sebo bovino, perfazendo 75 e 25% da energia metabolizável advinda de fonte lipídica, respectivamente.

Para cada um dos tratamentos a inclusão das diferentes fontes lipídicas e suas associações variou, porém os níveis de energia metabolizável advindo de fonte lipídica foi mantido em todas as rações de cada uma das fases. Nas rações com menores níveis de inclusão de fontes lipídicas, se utilizou caulim como material inerte em quantidade suficiente para fechar a formulação em 100%.

As quantidades de caulim e de cada fonte lipídica adicionadas às rações inicial, crescimento e acabamento se encontram nas tabelas 2, 3 e 4 respectivamente.

3.6 – Avaliação do desempenho produtivo

3.6.1 - Peso corporal/ganho de peso

Todas as aves foram pesadas aos 41 dias de idade para a obtenção do peso médio corporal. O ganho de peso foi calculado descontando-se se o peso médio dos pintos no dia do alojamento.

3.6.2 - Consumo de ração

O consumo de ração foi obtido a partir da quantidade de ração oferecida durante a semana subtraindo-se a sobra ao final de cada semana. Para o cálculo do consumo de ração foi considerado o número de aves mortas ao longo de cada semana.

3.6.3 - Conversão alimentar

O cálculo da conversão alimentar foi feito com base no consumo médio de ração e o ganho médio de peso das aves.

3.7 – Amostragem das aves para abate

Ao final do período de criação foram retiradas aleatoriamente 5 (cinco) aves por repetição, ou seja, 30 (trinta) aves por tratamento, totalizando 270. Estas aves foram identificadas individualmente com uma anilha no pé, passaram por um jejum de ração de 12 (doze) horas e foram encaminhadas para o abate.

Todas as 270 aves foram utilizadas na avaliação de rendimento de carcaça e cortes.

Uma ave de cada repetição (6 aves por tratamento), totalizando 54 (cinquenta e quatro) aves, foi direcionada para realização das seguintes análises da composição da carcaça inteira (depenadas e sem vísceras): umidade, extrato etéreo, proteína bruta e cinzas.

Tabela 2 – Níveis de inclusão de cada fonte lipídica e do caulin nas rações da fase inicial de acordo com os tratamentos e valor total de energia metabolizável (Kcal/Kg/ração) fornecido pelas mesmas.

| Tratamentos | Sebo Bovino (%) | Óleo de Visceras Aves (%) | Óleo de Soja Deg. (%) | Caulin (%) | EM Total Fonte Lipídica (Kcal/Kg) |
|--------------------|------------------------|----------------------------------|------------------------------|-------------------|--|
| Tratamento 1 | 1,4 | - | - | - | 103,6 |
| Tratamento 2 | - | 1,191 | - | 0,209 | 103,6 |
| Tratamento 3 | - | - | 1,177 | 0,223 | 103,6 |
| Tratamento 4 | 1,05 | - | 0,294 | 0,056 | 103,6 |
| Tratamento 5 | 0,7 | - | 0,589 | 0,111 | 103,6 |
| Tratamento 6 | 0,35 | - | 0,883 | 0,167 | 103,6 |
| Tratamento 7 | 1,05 | 0,298 | - | 0,052 | 103,6 |
| Tratamento 8 | 0,7 | 0,596 | - | 0,104 | 103,6 |
| Tratamento 9 | 0,35 | 0,893 | - | 0,157 | 103,6 |

Tabela 3 – Níveis de inclusão de cada fonte lipídica e do caulin nas rações da fase crescimento de acordo com os tratamentos e valor total de energia metabolizável (Kcal/Kg/ração) fornecido pelas mesmas.

| Tratamentos | Sebo Bovino (%) | Óleo de Visceras Aves (%) | Óleo de Soja Deg. (%) | Caulin (%) | EM Total Fonte Lipídica (Kcal/Kg) |
|--------------------|------------------------|----------------------------------|------------------------------|-------------------|--|
| Tratamento 1 | 3,4 | - | - | - | 251,6 |
| Tratamento 2 | - | 2,892 | - | 0,508 | 251,6 |
| Tratamento 3 | - | - | 2,859 | 0,541 | 251,6 |
| Tratamento 4 | 2,55 | - | 0,715 | 0,135 | 251,6 |
| Tratamento 5 | 1,7 | - | 1,430 | 0,270 | 251,6 |
| Tratamento 6 | 0,85 | - | 2,144 | 0,406 | 251,6 |
| Tratamento 7 | 2,55 | 0,723 | - | 0,127 | 251,6 |
| Tratamento 8 | 1,7 | 1,446 | - | 0,254 | 251,6 |
| Tratamento 9 | 0,85 | 2,169 | - | 0,381 | 251,6 |

Tabela 4 – Níveis de inclusão de cada fonte lipídica e do caulin nas rações da fase acabamento de acordo com os tratamentos e valor total de energia metabolizável (Kcal/Kg/ração) fornecido pelas mesmas.

| Tratamentos | Sebo Bovino (%) | Óleo de Visceras Aves (%) | Óleo de Soja Deg. (%) | Caulin (%) | EM Total Fonte Lipídica (Kcal/Kg) |
|--------------------|------------------------|----------------------------------|------------------------------|-------------------|--|
| Tratamento 1 | 4,3 | - | - | - | 318,2 |
| Tratamento 2 | - | 3,658 | - | 0,642 | 318,2 |
| Tratamento 3 | - | - | 3,616 | 0,684 | 318,2 |
| Tratamento 4 | 3,225 | - | 0,904 | 0,171 | 318,2 |
| Tratamento 5 | 2,15 | - | 1,808 | 0,342 | 318,2 |
| Tratamento 6 | 1,075 | - | 2,712 | 0,513 | 318,2 |
| Tratamento 7 | 3,225 | 0,914 | - | 0,161 | 318,2 |
| Tratamento 8 | 2,15 | 1,829 | - | 0,321 | 318,2 |
| Tratamento 9 | 1,075 | 2,743 | - | 0,482 | 318,2 |

3.8 – Rendimento de carcaça

Na determinação do rendimento de carcaça foi considerado o peso da carcaça depenada e eviscerada (com pés, cabeça e pescoço) antes de passar no chiller em relação ao peso vivo em jejum obtido antes do abate. Na determinação do rendimento de cortes (pés, peito, dorso, cabeça+pescoço, coxa+sobrecoxa, asas e gordura abdominal), foi considerado o peso dos mesmos em relação ao peso da carcaça (depenada, eviscerada, com pés, cabeça e pescoço, após passagem pelo chiller).

Todos os cortes foram pesados com pele. Para determinação da porcentagem da gordura abdominal foram utilizadas todas as aves amostradas. Essa gordura foi extraída da região abdominal após 4 horas de armazenamento das carcaças em túnel de congelamento. A porcentagem de gordura abdominal foi calculada em relação ao peso da carcaça depenada, eviscerada, com pés, cabeça e pescoço, após passagem pelo chiller. A gordura abdominal extraída das aves destinadas à avaliação da composição corporal da carcaça inteira foi novamente incluída à sua respectiva carcaça no momento do preparo das amostras para análises de composição.

3.9 – Composição das carcaças

3.9.1 – Preparo das amostras

Após avaliação do rendimento de carcaça e partes, os respectivos cortes e gordura abdominal das 54 aves (6 por tratamento) foram acondicionados em sacos plásticos individuais, devidamente identificados de acordo com os tratamentos e repetições, e armazenados em câmara de congelamento (-18°C). Posteriormente cada carcaça (eviscerada, com pés, cabeça, pescoço e gordura abdominal) foi moída individualmente em um moedor de carne e homogeneizada manualmente, por aproximadamente 5 minutos, para coleta de

amostra para avaliação de composição. As amostras foram pesadas, acondicionadas em bandejas de alumínio devidamente identificadas e colocadas em estufa de ventilação forçada (65°C) durante 72 horas para uma pré-secagem, segundo AOAC (1980). Após a pré-secagem o material foi exposto à temperatura ambiente por 2 horas e, em seguida, pesado. Em função de se tratar de um material rico em gordura, o mesmo foi pré-desengordurado pelo método de extração de Soxhlet (AOAC, 1980) e em seguida as amostras foram novamente moídas a 1 mm de tamanho de partícula em moinho tipo Willey (Willey Mill Company).

Após os procedimentos citados acima as amostras foram armazenadas em potes plásticos devidamente identificados e acondicionados em câmara de congelamento (-18°C) até o momento de realização das análises. Foram realizadas as seguintes análises: matéria seca a 105°C (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE) e cinzas (CZ).

3.9.2 – Análises físico-químicas

3.9.2.1 – Matéria seca

Nos materiais pré-secos e moídos da carcaça inteira foram determinados os valores de matéria seca em estufa a 105°C, até peso constante, segundo AOAC (1980).

3.9.2.2 – Proteína bruta

Nos materiais pré-secos e moídos da carcaça inteira foram determinados os valores de proteína bruta utilizando o aparelho da marca LECO, modelo FP - 528, por combustão completa de uma amostra de 0,1g e determinação do nitrogênio no gás proveniente da combustão por uma célula de condutividade térmica. Para a conversão de nitrogênio em proteína foi utilizado um fator de conversão apropriado para a carne de frango de 5,82 (Sosulski & Imafidon,

1990). O percentual de proteína bruta da carcaça foi determinado em relação à matéria seca da mesma.

3.9.2.3 – Cinzas

Nos materiais pré-secos e moídos da carcaça inteira foram determinados os valores de cinzas por meio de uma pré-queima inicial em bico de gás e, em seguida, incineração em mufla a 600°C, segundo a AOAC (1980). O percentual de cinzas da carcaça foi determinado em relação à matéria seca da mesma.

3.9.2.4 – Extrato etéreo

As amostras de carcaças inteiras passaram por um pré-desengorduramento antes da moagem, e posteriormente o restante do extrato etéreo foi extraído por meio de várias lavagens com éter etílico, pelo método de extração de Soxhlet (AOAC, 1980). O extrato etéreo total foi obtido pela soma das duas frações extraídas da amostra. O percentual de extrato etéreo da carcaça foi determinado em relação à matéria seca da mesma.

3.10 – Delineamento experimental

3.10.1 – Desempenho

Para a avaliação do desempenho produtivo das aves o delineamento experimental foi inteiramente ao acaso e constituído por nove tratamentos com seis repetições cada. Cada repetição foi composta por 33 aves.

3.10.2 – Composição da carcaça

Para a avaliação da composição da carcaça o delineamento experimental foi inteiramente ao acaso e constituído por nove tratamentos com seis repetições cada. Sendo uma ave uma repetição.

3.10.3 – Rendimento de carcaça

Para a avaliação do rendimento de carcaça o delineamento experimental foi o mesmo, porém cada tratamento teve trinta repetições, sendo uma ave considerada como uma repetição.

Os modelos de análise de variância estão apresentados nas tabelas 5 e 6.

As diferenças entre as médias de desempenho produtivo, rendimento e composição da carcaça foram avaliadas pelo teste de "Student-Newman-Keuls" (SNK) (Sampaio, 2002).

Tabela 5 - Modelo de análise de variância dos dados de desempenho e composição de carcaça

| Fontes de variação | Graus de liberdade |
|--------------------|--------------------|
| Total | 53 |
| Tratamentos | 8 |
| Erro | 45 |

Tabela 6 - Modelo de análise de variância dos dados de rendimento de carcaça

| Fontes de variação | Graus de liberdade |
|--------------------|--------------------|
| Total | 269 |
| Tratamentos | 8 |
| Erro | 261 |

4 – RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 – Desempenho produtivo

4.1.1 – Peso vivo/ganho de peso

Os resultados referentes a peso vivo (PV) e ganho de peso (GP) encontram-se descritos na tabela 7. Não foram observadas diferenças entre os tratamentos para peso vivo e ganho de peso ($P > 0,05$). Resultados semelhantes foram encontrados por Pesti et al. (2002), que observaram semelhança entre pesos corporais de aves alimentadas com rações contendo óleo de soja

Tabela 7 – Desempenho de frangos de corte de 1 a 41 dias de idade de acordo com os tratamentos

| Tratamento | PV (g) | GP (g) | CR (g) | CA (g:g) |
|-------------------------------------|---------------|---------------|---------------|-----------------|
| 100% sebo bovino (SB) | 3047 | 3003 | 5026 | 1,673 ab |
| 100% óleo de vísceras de aves (OVA) | 3051 | 3008 | 5063 | 1,684 ab |
| 100% óleo de soja degomado (OSD) | 3075 | 3031 | 5018 | 1,656 a |
| 25% OSD + 75% SB | 2990 | 2946 | 4991 | 1,693 ab |
| 50% OSD + 50% SB | 3013 | 2969 | 5047 | 1,699 ab |
| 75% OSD + 25% SB | 3033 | 2989 | 4966 | 1,661 a |
| 25% OVA + 75% SB | 3013 | 2969 | 5043 | 1,699 ab |
| 50% OVA + 50% SB | 3017 | 2973 | 5042 | 1,712 b |
| 75% OVA + 25% SB | 3026 | 2983 | 5029 | 1,686 ab |
| CV (%) | 2,04 | 2,07 | 2,21 | 1,54 |

Médias na mesma coluna seguidas de letras desiguais diferem entre si ($p < 0,05$)

PV = peso vivo; GP = ganho de peso; CR = consumo de ração e CA = conversão alimentar.

degomado, óleo de vísceras de aves e mistura de gordura animal / vegetal.

Comparando aves alimentadas com dietas contendo óleo de soja e óleo de vísceras de aves, Dutra Jr. et al. (1991), Andreotti et al. (2001) e Lara (2004) encontraram resultados semelhantes. Griffiths et al. (1977), avaliaram o desempenho de frangos de corte alimentados com diferentes tipos de gorduras (misturas de gorduras vegetal / animal e óleo de vísceras de aves) e diferentes proporções (3, 6 e 9%) e observaram que em um mesmo nível de inclusão para as diferentes fontes lipídicas não foram observadas diferenças ($p > 0,05$) no peso das aves.

Resultado semelhante foi encontrado por Gaiotto et al. (2000b), que observaram semelhança no peso de aves alimentadas com dietas contendo mistura de óleo de soja / sebo bovino e somente óleo de soja.

Resultados discordantes foram encontrados por Gaiotto et al. (2000b), que observaram maior peso para aves alimentadas com dietas contendo óleo de soja ($p < 0,04$) em relação a contendo sebo bovino. Brue & Latshaw (1985), observaram um maior peso para aves alimentadas com rações contendo

mistura gordura animal / vegetal em relação a aves alimentadas com rações contendo óleo de vísceras de aves ou sebo bovino com inclusão de 10%.

Os resultados encontrados neste trabalho podem ser justificados por uma série de razões. Normalmente, a maior parte dos pesquisadores, quando avaliam experimentalmente a utilização de fontes lipídicas em dietas para frangos de corte estabelecem um valor fixo de inclusão da mesma, que geralmente esta entre 1 e 9%, independentemente da fase de criação. No entanto, a capacidade de digestão e assimilação dos ácidos graxos advindos das fontes lipídicas é menor para aves mais jovens e vai progredindo com o avanço da idade. Assim, quando se estabelece a inclusão de fontes lipídicas nas dietas em níveis mais baixos, respeitando a capacidade fisiológica da ave jovem em digerir as mesmas, não se explora todo seu potencial quando mais velhas, e estabelecendo-se níveis mais altos de inclusão das fontes lipídicas nas dietas, ocorre o inverso (Carew et al., 1972; Freeman, 1984; Wiseman & Salvador, 1991; Zollitsch et al., 1997). Ou seja, o ideal é trabalhar com níveis crescentes de inclusão das fontes lipídicas nas dietas de

acordo com a fase de criação (idade), de forma que a ave a aproveite de forma otimizada.

Normalmente, quando se avalia diferentes fontes lipídicas, além de se adotar níveis fixos de inclusão, se trabalha com rações isoenergéticas. Entretanto, nas rações nas quais são incluídas fontes lipídicas com menores teores de EM, como o sebo bovino, a energia complementar para fechar a formulação será advinda de outros componentes da dieta como milho, soja, farinha de carne etc., de forma que dependendo da matriz nutricional considerada pode-se ter diferentes graus reais de variação nos teores de EM entre uma ração e outra. No entanto, o que deve ser fixado é o nível de EM advindo da fonte lipídica, e não níveis de inclusão iguais de diferentes fontes lipídicas.

No entanto, uma hipótese para a não diferença estatística entre o peso vivo e ganho de peso entre aves alimentadas com sebo bovino, óleo de vísceras de aves, óleo de soja degomado e associações, é que se trabalhou com dietas bases idênticas para todos os tratamentos e estabeleceu-se níveis crescentes de inclusão das diferentes fontes lipídicas de acordo com a fase de criação, com valorização adequada da matriz nutricional de cada uma, fazendo com que a utilização das mesmas fosse otimizada pelas aves.

4.1.2 – Consumo de ração

Os resultados referentes ao consumo de ração (CR) encontram-se descritos na tabela 7. Não foram observadas diferenças estatísticas entre os tratamentos para consumo de ração ($P > 0,05$). Resultados semelhantes foram encontrados por Pesti et al. (2002), que observaram semelhança entre consumo de ração de aves alimentadas com dietas contendo óleo de soja degomado, óleo de vísceras de aves e misturas de gordura animal / vegetal. Alao

& Balnave (1984), trabalhando com óleo de vísceras de aves e sebo bovino, com inclusões na dieta de 3 e 9%, não observaram diferenças no consumo de ração. Gaiotto et al. (2000b) observaram semelhança no consumo de ração de aves alimentadas com dietas contendo sebo bovino, óleo de soja e mistura de óleo de soja / sebo bovino. Brue & Latshaw (1985) avaliaram diferentes fontes lipídicas (óleo de vísceras de aves, sebo bovino e mistura gordura animal / vegetal) e diferentes proporções de inclusão (2,5, 5 e 10%) e não observaram diferenças no consumo para as diferentes fontes lipídicas quando incluídas na mesma proporção.

A composição das fontes lipídicas de origem vegetal é mais constante que as de origem animal, de forma que os resultados quando de sua utilização também são mais constantes. Além disso, as fontes lipídicas de origem animal normalmente apresentam maiores alterações decorrentes de processos de deterioração (oxidação, acidificação, etc.) e os testes laboratoriais de rotina não são precisos na determinação da qualidade real das mesmas. Dessa forma, dependendo das condições de produção (matérias-primas, processamento etc.) e estocagem (tempo, temperatura, contato com o ar etc.) dessas fontes lipídicas de origem animal, pode-se ter grandes variações no consumo, devido alterações no odor e paladar, e na digestibilidade das mesmas, que conseqüentemente levaria a perda no ganho de peso e conversão alimentar.

Nas condições experimentais desse trabalho se teve o cuidado de utilizar fontes lipídicas de origem animal (sebo bovino e óleo de vísceras de aves) com garantia de procedência e que foram acondicionadas e estocadas de forma adequada (recipientes limpos, vedados e ao abrigo do sol por um período inferior a 48 horas após a fabricação). O que provavelmente contribuiu para que proporcionassem resultados semelhantes estatisticamente ao

óleo de soja degomado.

4.1.3 – Conversão alimentar

Os resultados referentes à conversão alimentar (CA) encontram-se descritos na tabela 7. As aves alimentadas com rações contendo a mistura de óleo de vísceras de aves e sebo bovino, com 50% da EM advinda de cada fonte lipídica (tratamento 8) apresentaram pior conversão alimentar ($P < 0,05$) que as aves alimentadas com rações contendo óleo de soja degomado perfazendo 100% da EM advinda de fonte lipídica (tratamento 3) e óleo de soja degomado e sebo bovino, perfazendo 75 e 25% da EM advinda de fonte lipídica, respectivamente (tratamento 6). Não foi encontrado na literatura consultada dados semelhantes ou relatos que justificassem esse resultado.

Não houve diferença estatística ($P > 0,05$) entre os três tratamentos supra citados em relação aos demais. Neste caso, resultados semelhantes foram encontrados por Lipstein et al. (1965), Alao & Balnave (1984), Olomu & Baracos (1991), Sanz et al. (1999), Rosa (1999); Sanz et al. (2000a), Andreotti et al. (2001), Fernandes et al. (2001), Lara (2004).

Entretanto, Alao & Balnave (1985), Scaife et al. (1994), Gaiotto et al. (2000b), Vieira et al. (2002) e Newman et al. (2002) encontraram resultados diferentes, pois observaram influência do tipo de lipídio utilizado sobre a conversão alimentar. Scaife et al. (1994), Dvorin et al. (1998), Zollitsch (1997) e Newman et al. (2002) constataram que a influência do tipo de lipídio utilizado na dieta para frangos de corte sobre a conversão alimentar fica evidente à medida que se identificam grandes diferenças na composição de ácidos graxos nas fontes lipídicas utilizadas, principalmente em relação à saturação.

Outro fator que influencia na conversão alimentar é o nível de inclusão da fonte de óleo ou gordura, conforme encontrado nos trabalhos de Rosa (1999), Alao & Balnave (1985), Valencia et al. (1993) e Vieira et al. (2002), que demonstraram a superioridade da maior inclusão do óleo na melhoria da conversão alimentar, independente da fonte utilizada. Essa superioridade pode ser explicada pelas propriedades inerentes às gorduras, que além de fornecerem energia, melhoram a absorção de vitaminas e a palatabilidade das rações, diminuem a pulverulência das mesmas, aumentam a digestibilidade de aminoácidos, melhoram a eficiência de utilização da energia consumida devido ao menor incremento calórico do metabolismo dos lipídios e atuam também diminuindo a velocidade de passagem do alimento pelo trato intestinal, o que possibilita melhor absorção de todos os nutrientes da dieta (Bertechini, 1997, citado por Rosa, 1999).

4.2 – Rendimento de carcaça

Os resultados referentes ao rendimento de carcaça, de cortes da carcaça e de gordura abdominal encontram-se na tabela 8.

As fontes lipídicas utilizadas não influenciaram o rendimento de carcaça, de cortes da carcaça e de gordura abdominal ($P > 0,05$). Estes resultados estão de acordo com a literatura. Resultados semelhantes foram encontrados por Laurin et al. (1984), Alao e Balnave (1985), Brue & Latshaw et al. (1985), Zollitsch et al. (1997), Andreotti (2002), Lara (2004).

Resultados discordantes foram encontrados por Pesti et al., (2002), que observou uma menor deposição de gordura abdominal para aves alimentadas com dietas contendo gordura de vísceras de aves em relação ao óleo de soja e misturas de gordura animal / vegetal.

Tabela 8 – Rendimento percentual de carcaça (sem passar no chiller), de cortes da carcaça e de gordura abdominal de frangos de corte aos 41 dias de idade de acordo com os tratamentos

| Tratamento | % RC ¹ | % Pés | % Peito | % Coxa ² | % Asa | % Cab ³ | % Dorso | % GA ⁴ |
|----------------|-------------------|-------------|-------------|---------------------|-------------|--------------------|--------------|-------------------|
| 100% SB | 80,55 | 4,40 | 36,47 | 29,78 | 8,11 | 6,85 | 9,63 | 1,762 |
| 100% OVA | 81,09 | 4,42 | 36,52 | 29,34 | 8,27 | 6,83 | 9,85 | 1,532 |
| 100% OSD | 80,51 | 4,40 | 36,10 | 29,86 | 8,31 | 6,80 | 9,89 | 1,463 |
| 25% OSD+75% SB | 80,77 | 4,44 | 36,34 | 29,49 | 8,32 | 6,69 | 10,31 | 1,738 |
| 50% OSD+50% SB | 80,50 | 4,33 | 36,89 | 29,15 | 8,41 | 6,74 | 9,54 | 1,471 |
| 75% OSD+25% SB | 80,44 | 4,40 | 36,27 | 29,13 | 8,10 | 6,72 | 9,77 | 1,525 |
| 25% OVA+75% SB | 80,55 | 4,34 | 36,51 | 29,55 | 8,03 | 6,64 | 9,87 | 1,771 |
| 50% OVA+50% SB | 80,67 | 4,43 | 36,68 | 29,11 | 8,20 | 6,74 | 9,91 | 1,731 |
| 75% OVA+25% SB | 80,10 | 4,36 | 37,05 | 29,14 | 8,37 | 6,47 | 9,73 | 1,524 |
| CV (%) | 1,78 | 7,95 | 5,21 | 4,86 | 9,74 | 8,95 | 12,37 | 31,15 |

¹ RC = rendimento carcaça, ² Coxa = coxa + sobrecoxa, ³ Cab = cabeça + pescoço, ⁴ GA = gordura abdominal

Segundo Deaton et al. (1981); Yalçın et al. (1998) e Crespo e Garcia (2001), existe relação entre o tipo e os níveis de inclusão das fontes lipídicas nas dietas para aves e o grau de deposição de gordura abdominal na carcaça. No entanto, Trindade et al. (1980), Lin (1981), Laurin et al. (1984) e Bertechini et al. (1991) citado por Bernal (1994) afirmam que níveis crescentes de energia na dieta e relação energia: proteína na mesma pesam mais na maior deposição de gordura abdominal na carcaça, que o tipo de fonte lipídica utilizada. Segundo Rutz et al. (1999), com o avanço da idade, há um aumento na deposição de gordura abdominal na carcaça de frangos de corte. Uma hipótese para a não diferença na deposição de gordura abdominal entre as aves alimentadas com diferentes fontes lipídicas e suas misturas é que nas condições experimentais desse trabalho as aves ingeriram rações isoenergéticas, com adequada proporção energia:proteína e foram abatidas precocemente (41 dias de idade).

4.3 – Composição da carcaça

Os resultados referentes à composição de carcaça inteira encontram-se descritos na tabela 9.

4.3.1 – Umidade

As fontes lipídicas estudadas não influenciaram o teor de umidade na carcaça inteira de frangos de corte ($P>0,05$). Resultados semelhantes foram encontrados por Edwards et al. (1973), Griffiths et al. (1977), Alao & Balnave (1984) e Crespo & Esteve-Garcia (2002a).

4.3.2 – Proteína bruta

As diferentes fontes de lipídios estudadas não influenciaram o teor de proteína bruta ($P>0,05$) nas carcaças inteiras dos frangos de corte. Resultados semelhantes foram encontrados por Edwards et al. (1973) e Crespo & Esteve-Garcia (2002a).

4.3.3 – Cinzas

As fontes de lipídios estudadas, bem como seus níveis de inclusão na dieta, não influenciaram o teor de cinzas ($P>0,05$) na carcaça inteira de frangos de corte.

Tabela 9 – Composição percentual de umidade e de extrato etéreo, proteína bruta e cinzas na matéria seca de carcaça inteira de frangos de corte aos 41 dias de idade de acordo com os tratamentos

| Tratamento | % Umidade | % Proteína Bruta | % Cinzas | % Extrato Etéreo |
|-------------------------------------|-------------|------------------|--------------|------------------|
| 100% sebo bovino (SB) | 66,85 | 50,77 | 7,63 | 41,28 |
| 100% óleo de vísceras de aves (OVA) | 67,38 | 52,08 | 7,28 | 38,36 |
| 100% óleo de soja degomado (OSD) | 68,31 | 52,52 | 7,54 | 39,78 |
| 25% OSD + 75% SB | 66,23 | 48,30 | 7,15 | 40,32 |
| 50% OSD + 50% SB | 67,12 | 51,83 | 6,87 | 43,15 |
| 75% OSD + 25% SB | 65,57 | 47,67 | 7,41 | 43,69 |
| 25% OVA + 75% SB | 66,86 | 50,06 | 7,15 | 42,69 |
| 50% OVA + 50% SB | 65,72 | 49,47 | 7,45 | 43,56 |
| 75% OVA + 25% SB | 66,84 | 48,20 | 7,44 | 42,15 |
| CV (%) | 3,20 | 5,67 | 12,38 | 7,02 |

Resultados semelhantes foram encontrados por Edwards et al. (1973) e Crespo & Esteve-Garcia (2002a). No entanto, Junqueira et al. (2000) observaram um menor teor de cinzas na carcaça de frangos de corte, aos 56 dias de idade, à medida que se aumentava a inclusão de óleo de soja na dieta, demonstrando a influência do aumento das inclusões de óleo e gorduras na retenção intestinal de cálcio.

4.3.4 – Extrato etéreo

As fontes lipídicas estudadas não influenciaram o teor de extrato etéreo na carcaça inteira de frangos de corte ($p>0,05$). Os resultados podem ser considerados esperados, pois o teor de extrato etéreo na carcaça, segundo a literatura, varia principalmente em função da relação energia / proteína, nível de inclusão de fonte lipídica e grau de saturação dos ácidos graxos suplementados (Valência et al., 1993 e Alao & Balnave, 1985). Resultados semelhantes foram encontrados por Edwards et al. (1973), Griffiths et al. (1977), Gaiotto et al. (2000b), Cascabulho (2000), Crespo & Esteve-Garcia (2002a). Em relação ao grau de saturação dos ácidos

graxos, maiores diferenças nas quantidades de gordura são encontradas quando as fontes de óleos e gorduras variam consideravelmente quanto à composição de ácidos graxos. Essa afirmativa está de acordo com Sanz et al (1999), onde aves alimentadas com gorduras saturadas foram responsáveis por maiores deposições de gordura quando comparadas com aves alimentadas com gorduras insaturadas e ainda com Sanz et al., (2000a), Sanz et al., (2000b), Crespo & Esteve-Garcia, (2002a) e Crespo & Esteve-Garcia, (2002c).

5. CONCLUSÕES

Nas condições experimentais deste trabalho pôde-se concluir que:

√ A utilização de sebo bovino, óleo de vísceras de aves, óleo de soja degomado e as misturas de sebo bovino com óleo de soja degomado e sebo bovino com óleo de vísceras de aves adicionados às rações para frangos de corte não afetam o desempenho produtivo e o rendimento e composição da carcaça dos mesmos.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABOISSA. Processo de obtenção do sebo bovino. Disponível em <http://www.aboissa.com.br> Acesso em: 12/01/2007. ISBN.

ALAO, S.J., BALNAVE, D. *Growth and carcass composition of broiler fed sunflower and olive oil*. British Poultry Science, v.25, p.209-219, 1984.

ALAO, S.J., BALNAVE, D. *Nutritional significance of different fat sources for growing broilers*. Poultry Science, v.64, p.1602-1604, 1985.

ALMEIDA, E.G., ARAÚJO, L.F. *Avaliação de diferentes fontes de óleo e do ácido linoléico conjugado sobre o desempenho, perfil lipídico e parâmetros ósseos de frangos de corte*. Universidade de São Paulo - Faculdade de zootecnia e engenharia de alimentos - Departamento de zootecnia, Pirassununga, 2004. Disponível em <http://www.usp.br> Acesso em: 10/01/2007. ISBN.

AMARAL NETO, E.B. *Antioxidantes na conservação das características nutricionais de alimentos usados em rações para aves*. 1999. 66 f. Tese (Doutor em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1999.

ANDREOTTI, M.O., JUNQUEIRA, O.M., CANCHERINI, L.C., et al. *Valor nutricional de algumas fontes de gordura para frangos de corte*. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38, 2001. Piracicaba, Anais..., Piracicaba: SBZ, 2001.

ANDREOTTI, M.O. *Valor nutricional de diferentes fontes lipídicas para frangos de corte*. 2002. 74 f. Tese (Doutor em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - UNESP, Campus de Jaboticabal, Jaboticabal, 2002.

ARELLANO, D.B. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLA, 1992. Santos, Anais... Santos: APINCO, 1992, p.21-27.

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

ASSOCIATION OF THE OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. *Official methods of analysis of the association of Official Analytical Chemists*. 13ed. Washington DC, 1980. 1015p.

ATTEH, J.O., LESSON, S., JULIAN, R.J. *Effects of dietary levels and types of fat on performance and mineral metabolism of broiler chicks*. Poultry Science, v.62, p.2403-2411, 1983.

AVISITE – Estatística, produção de carne de frango, 2006. Disponível em <http://www.avisite.com.br> Acesso em: 08/02/2007. ISBN.

BELLAVER, C. *Ingredientes de origem animal destinados a fabricação de rações*. In: SIMPÓSIO SOBRE INGREDIENTES NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL, 2001. Campinas, Anais..., Campinas: CBNA, 2001. p.167-190.

BERNAL, F.E.M. *Efeitos dos níveis de energia da ração sobre o desempenho e teor de gordura da carcaça de frangos de corte*. 1994. 63 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2000.

BLANCH, A., BARROETA, A.C., BAUCCELLS, M.D., et al. *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, p.1335-1340, 1995.

- BORNSTEIN, S., LIPSTEIN, B. *Some unusual waste vegetable oils or fat supplements in practical broiler rations*. Poultry Science, v.42, p.172-184, 1963.
- BRAGA, J.P, BAIÃO, N.C. *Suplementação lipídica no desempenho de aves em altas temperaturas. Cadernos Técnicos de Veterinária e Zootecnia: Avicultura – Nutrição e Manejo*. UFMG, n.31, p.23-28, 2001.
- BRASIL. Leis, Decretos etc. – *Resolução nº 22/77 da Comissão Nacional de Normas e Padrões para Alimentos. Compêndio da legislação de alimentos*. Rev. 3, São Paulo, SP: ABIA, 1989. v1/a, p. 7. 10-7. 14.
- BRUE, R.N., LATSHAW, J.D. *Energy utilization by broiler chicken as affected by various fats and fat levels*. Poultry Science, v.64, p.2119-184, 2130, 1985.
- BUTOLO, J.E. *Utilização de ingredientes líquidos na alimentação animal*. In: SIMPÓSIO SOBRE INGREDIENTES NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL, 2001. Campinas, Anais..., Campinas: CBNA, 2001. p.295-334.
- CAMPADAL, C., NAVARRO, H.A. *Sistemas de alimentación para pollos de engorde*. Soyanoticias, n. 251, p. 11-20, 1997.
- CAREW, L. B., MACHEMER, R. H., SHARP, R. W., FOSS, D. C. *Fat absorption by the very young chick*. Poultry Science, v.51, p.738-742, 1972.
- CASCABULHO, A.R. *Efeitos de diferentes óleos de soja na composição de gordura da carcaça de frango de corte*. 2000. 28 f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) – Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2000.
- CHAMPE, P.C., HARVEY, R.A. *Fatty acid and triacylglycerol metabolism*. In: *Biochemistry*. 2 ed. Philadelphia: Lippincott's Illustrated Reviews, 1994. p. 171-190.
- CRESPO, N., ESTEVE-GARCIA, E. *Nutrient and fatty acid deposition in broilers fed different fatty acid profiles*. Poultry Science, v.81, p.1533-1542, 2002a.
- CRESPO, N., ESTEVE-GARCIA, E. *Dietary polyunsaturated fatty acids decrease fat deposition in separable fat depots but not in the remainder carcass*. Poultry Science, v.81, p.512-518, 2002b.
- CRESPO, N., ESTEVE-GARCIA, E. *Dietary linseed oil produces lower abdominal fat deposition but higher fatty acid synthesis in broiler chickens*. Poultry Science, v.81, p.1555-1562, 2002c.
- DE BLAS, C., MATEOS, G.G. *Nutricion y alimentación de gallinas ponedoras*. MUNDI-PRENSA, Madri, 1991, 263 f.
- DEATON, J.W., MCNAUGHTON, J.L., REECE, F.N., et al. *Abdominal fat of broilers as influenced by dietary level of animal fat*. Poultry Science, v.60, p.1250-1253, 1981.
- DELL' ISOLA, A.T.P. *Efeitos dos níveis de óleo e de cálcio sobre a digestibilidade de alguns nutrientes, características ósseas e desempenho de frangos de corte*. 2000. 55 f. Tese (Doutor - em Ciência Animal) – Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2000.
- DUTRA JR., W.M., ARIKI, J., KRONKA, S.N., et al. *Óleo de abatedouro avícola em comparação ao óleo de soja na alimentação de frangos de corte*. Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia, vol.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.

EDWARDS, H.M., DENMAMN F., ABOU-ASHOUR, A., et al. *Influences of age, sex and type of dietary fat supplementation on total carcass and fatty acid composition*. Poultry Science, v.52, p.934-948, 1973.

FATS IN ANIMAL FEEDS. [S.I]: Milk specialties company, [1985?] para data provável. 22p.

FEDNA. Normas FEDNA para la formulación de piensos compuestos. Madrid: Ediciones Peninsular, 1999.

FERNANDES, L.M., VIEIRA, S.L., RIBEIRO, A.M., et al. *Desempenho de frangos de corte consumindo dietas formuladas com ácidos graxos livres de soja*. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38, 2001. Piracicaba, Anais..., Piracicaba: SBZ, 2001.

FERREIRA, J.M. *Efeito de linhagem, sexo e tipo de óleo adicionado à dieta sobre a composição da gordura e teor de colesterol em carcaça de frango de corte*. 1997. 81 f. Tese (Doutor - em Ciência Animal) – Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 1997.

FERREIRA, A.F., ANDREOTTI, M.O., CARRIJO, A.S., SOUZA, K.M.R., FASCINA, V.B., RODRIGUES, E.A. *Valor nutricional do óleo de soja, do sebo bovino e de suas combinações em rações para frangos de corte*. Acta Sci. Anim. Sci., v. 27, n. 2, p. 213-219, April/June, 2005.

FREEMAN, C.P. *The digestion, absorption and transport of fat - Non-Ruminants*. In: WISEMAN, J. Fats in animal nutrition.

Nottingham: Butterworths, 1984. cap.5, p.105-122.

FRIZZAS, A.C. *Efeito do uso de probióticos sobre o desempenho e atividade de enzimas digestivas de frangos de corte*. 1996. 70 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - UNESP, Campus de Jaboticabal, Jaboticabal, 2002.

FULLER, H.L. *Energetic efficiency of fat in poultry diets*. In: NUTRITION CONFERENCE FOR THE FEED INDUSTRY, 1980. Atlanta, Anais...Atlanta, 1980, p. 38-46.

GAIOTTO, J.B., MENTEN, J.F., RACANICCI, A.M.C., et al. *Determinação da energia metabolizável de gorduras na fase inicial de frangos de corte*. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37, 2000. Viçosa, Anais..., Viçosa: SBZ, 2000a.

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*. Revista Brasileira Ciência Avícola, v.2, n.3, p.219-227, 2000b.

GRIFFITHS, L., LEESON, S., SUMMERS, J.D. *Influence of energy system and level of various fat sources on performance and carcass composition of broilers*. Poultry Science, v.56, p.1018-1026, 1977.

JUNQUEIRA, O.M., ANDREOTTI, M.O., CANCHERINI, L.C., RODRIGUES, E.A., FERREIRA, K. *Rendimento de carcaça e composição corporal de frangos de corte alimentados com rações isoenergéticas formuladas com diferentes fontes de óleo de soja*. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE

- ZOOTECNIA, 37, 2000. Viçosa, Anais..., Viçosa: SBZ, 2000.
- KATO, R.K. *Energia metabolizável de alguns ingredientes para frangos de corte em diferentes idades*. 2005. 95 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2005.
- LARA, L.J.C. *Efeito da fonte lipídica em dietas para frangos de corte sobre o desempenho, rendimento e composição da carcaça*. 2004. 49 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2004.
- LEENSTRA, F.R. *Effect of age, sex, genotype and environment on fat deposition in broiler chickens – A review*. World's Poultry Science Journal, v.42, p.12-25, 1984.
- LEESON, S., SUMMERS, J.D. *Nutrition of the chicken*. 4 ed. Ontario: University Books, 2001. 413p.
- LEHNINGER, A.J., NELSON, D.L., COX., M.M. *Princípios de bioquímica*. 2.ed. (2 reimpressão). São Paulo: Sarvier, 2000. 839p.
- LESKANICH, C.O., NOBLE, R.C. *Manipulation of the n-3 polyunsaturated fatty acid composition of avian eggs and meat*. World's Poultry Science Journal, v.53, p.155-183, 1997.
- LIN, C.F., GRAY, J.I., ASGHAR, A., et al. *Effects of dietary oils and α -tocopherol supplementation on lipid composition and stability of broiler meat*. Journal of Food Science, v.54, n.6, p.1457-1460, 1989.
- LIPSTEIN, B., BUDOWSKI, P., BORNSTEIN S. *Effect of autoxidation on the nutritive value of acidulated soybean soapstock in chicks*. Poultry Science, v.44, p.1480-1488, 1965.
- MACARI, M.; FURLAN, R.L.; GONZALES, E. *Fisiologia Aviária Aplicada a frangos de corte*. Jaboticabal: Funep/Unesp, 1994.
- MACARI, M.; FURLAN, R.L.; GONZALES, E. *Fisiologia Aviária Aplicada a frangos de corte*. Jaboticabal: Unesp, 2002.
- MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO – MAPA. Portaria n°. 210, de 10 de novembro de 1998. Dispõe sobre a padronização dos métodos de elaboração de produtos de origem animal no tocante às instalações, equipamentos, higiene do ambiente, esquema de trabalho do serviço de inspeção, para o abate e a industrialização de aves. Brasília, 1998. Disponível em <http://www.agricultura.gov.br> Acesso em: 15/02/2007. ISBN.
- MORAN Jr., E. *Digestão e absorção de gorduras. Fisiologia da digestão e absorção das aves*. Fundação APINCO de ciência e tecnologia. P. 71-78. 1994.
- MORITA, M.M. *Custo X benefício do uso de óleos e gorduras em rações avícolas*. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA, 1992. Santos, Anais... Santos: APINCO, 1992, p.29-35.
- 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 BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, Viçosa, v. 33, n°. 2, 2004. Disponível em: <http://www.scielo.br> Acesso em: 06 Mar 2007.
- NETO, G.J. *Qualidade nutricional do subproduto de graxaria avícola*. In: Abate e processamento de frangos. Campinas: APINCO, 1994. p.120.

- NEWMAN, R., E., BRYDEN, W.L., FLECK, E., et al. *Dietary n-3 and n-6 fatty acids alter avian metabolism: molecular-species composition of breast-muscle phospholipids*. *British Journal of Nutrition*, v.88, p.11-18, 2002.
- OLOMU, J.M., BARACOS, V.E. *Influence of dietary flaxseed oil on the performance, muscle protein deposition, and fatty acid composition of broiler chicks*. *Poultry Science*, v.70, p.1403-1411, 1991.
- PEDROSO, J.F. *Óleos e gorduras na alimentação animal*. In: SIMPÓSIO SOBRE INGREDIENTES NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL, 2001. Campinas, Anais..., Campinas: CBNA, 2001. p.199-218.
- PESTI, G.M., BAKALLI, R.I., QIAO, M., STERLING, K.G. *A comparison of eight grades of fat as broiler feed ingredients*. *Poultry Science*, v.81, p.382-390, 2002.
- PINCHASOV, Y., NIR, I. *Effect of dietary polyunsaturated fatty acids concentration on performance, fat deposition and carcass fatty acids composition in broiler chicken*. *Poultry science*, vol. 71, p. 1504-1512, 1992.
- PUCCI, L.E.A. *Níveis de óleo e adição de complexo enzimático na ração de frangos de corte*. 2001. 46 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2001.
- RENNER, R., HILL, F.W. *Utilization of fatty acids by the chicken*. *Journal of Nutrition*, v.74, p.259-264, 1961.
- ROSA, F.C. *Teor de ácidos graxos poliinsaturados Omega-3 no peito e coxa de frangos de corte alimentados com rações contendo três fontes de óleo*. 1999. 28f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1999.
- ROSA, A.P., BORIN JR., H. THIER, J., et al. *Desempenho e composição de carcaça de frangos de corte submetidos à dietas com diferentes teores energéticos e níveis de gordura*. In: XXXVII REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 2000. Viçosa, Anais..., Viçosa: SBZ, 2000.
- ROSA, F.C. *Composição química e métodos de cocção de carcaça de frangos de corte alimentados com rações suplementadas com Omega-3*. 2003. 134 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2003.
- 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, 2000.
- SAMPAIO, I.B.M. *Estatística aplicada à experimentação animal*. 2.ed., Belo Horizonte: FEPMVZ, 2002. 244p.
- SANZ, M., FLORES, A., PEREZ DE AYALA, P., LOPEZ-BOTE, C.J. *Higher lipid accumulation in broilers fed on saturated fats than in those fed unsaturated fats*. *British Poultry Science*, v.40, p.95-101, 1999.
- 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, 2000a.
- SANZ, M., LOPEZ-BOTE, C.J., MENOYO, D. et al. *Abdominal fat deposition and fatty acid synthesis are lower and β -oxidation is higher in broiler chickens fed diets containing unsaturated rather than saturated fat*. *American Society*

for Nutritional Sciences, p.3034-3037, 2000b.

SCAIFE, J.R., MOYO, J., GALBRAITH, H., et al. *Effect of different dietary supplemental fats and oils on the tissue fatty acid composition and growth of female broilers*. British Poultry Science, v.35, p. 107-118, 1994.

SKALAN, D., HURWITZ, S., BUDOWSKI, P., ASCARELLI, I. *Fat digestion and absorption in chicks fed raw or heated soybean meal*. Journal Nutrition, v. 105, p. 57-63, 1975.

SKALAN, D. *Digestion and absorption of lipids in chicks fed triglycerides or free fatty acids: Synthesis of monoglycerides in the intestine*. Poultry Science, v.58, p.885-889, 1979.

SMITH, M.O., SOISUVAN, K, MILLER, L.C. *Evaluation of Dietary Calcium Level and Fat Source on Growth Performance and Mineral Utilization of Heat-distressed Broilers International*. Journal of Poultry Science, v.2, n.1, p.32-37, 2003.

SOSULSKI, F.W, IMAFIDON, G.I. *Amino acid composition and nitrogen-to-protein conversion factors for animal and plant foods*. Journal of Agricultural Food Chemistry. v.38, p.1351-1356, 1990.

SUMMERS, J.D. *The extra caloric value of fats in poultry diets*. In: *Fats in animal nutrition*. London: Butterwoths:, p.265-276, 1984.

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

THACKER, P.A., CAMPBELL, G.L., XU, Y. *Composition and nutritive value of*

acidulated fatty acids, degummed canola oil and tallow as energy sources for starting broiler chicks. Animal Feed and Technology, v.46, p.251-260, 1994.

VALENCIA, M.E., WATKINS, S.E., WALDROUP, A.L., et al. *Utilization of crude and refined palm and palm kernel oils in broiler diets*. Poultry Science, v.72, p.2200-2215, 1993.

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*. Revista Brasileira Ciência Avícola, v.4, n.2, p.1-13, 2002.

WHITEHEAD, C.C., DEWAR W.A., DOWNIE J.N. *Effect of dietary fat on mineral retention in the chick*. British Poultry Science., v.12, p.249-254, 1971.

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*. Poultry Science, v.70, p.573-582, 1991.

WOOD, J.D., ENSER, M. *Factors influencing fatty acids in meat and the role of antioxidants in improving meat quality*. British Poultry Science, v.78, Suppl.1, p.49-60, 1997.

YOUNG, R.J., GARRETT, R.L. *Effect of oleic and linoleic acids on the absorption of saturated fatty acids in the chick*. Journal of Nutrition, v.81, p.321-329, 1963.

ZOLLITSCH, W., KNAUS, W., AICHINGER, F. et al. *Effects of different dietary fat sources on performance and carcass characteristics of broilers*. Animal Feed Science and Technology, v.66, p.63-73, 1997.