

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA
PROGRAMA MESTRADO EM CIÊNCIA ANIMAL**

**VALOR ENERGÉTICO, DESEMPENHO, LIPÍDIOS SÉRICOS
E COMPOSIÇÃO CORPORAL DE FRANGOS DE CORTE
RECEBENDO ÓLEO DE SOJA E SEBO BOVINO EM
DIFERENTES COMBINAÇÕES**

*ENERGY VALUE, PERFORMANCE, SERUM LIPIDS AND BODY
COMPOSITION OF BROILERS RECEIVING SOYBEAN OIL AND BEEF
TALLOW IN DIFFERENT COMBINATIONS*

Vitor Barbosa Fascina

CAMPO GRANDE
MATO GROSSO DO SUL - BRASIL
MAIO DE 2007

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA
PROGRAMA MESTRADO EM CIÊNCIA ANIMAL**

**VALOR ENERGÉTICO, DESEMPENHO, LIPÍDIOS SÉRICOS
E COMPOSIÇÃO CORPORAL DE FRANGOS DE CORTE
RECEBENDO ÓLEO DE SOJA E SEBO BOVINO EM
DIFERENTES COMBINAÇÕES**

Vitor Barbosa Fascina
Médico Veterinário

Orientador: Prof. Dr. Alfredo Sampaio Carrijo

Dissertação apresentada à Universidade Federal
de Mato Grosso do Sul, como requisito à
obtenção do título de Mestre em Ciência Animal.
Área de concentração: Produção Animal.

CAMPO GRANDE
MATO GROSSO DO SUL – BRASIL
2007

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(Coordenadoria de Biblioteca Central – UFMS, Campo Grande, MS, Brasil)

F248v Fascina, Vitor Barbosa.
Valor energético, desempenho, lipídios séricos e composição corporal de frangos de corte recebendo óleo de soja e sebo bovino em diferentes combinações / Vitor Barbosa Fascina. -- Campo Grande, MS, 2007.
42 f. ; 30 cm.

Orientador: Alfredo Sampaio Carrijo.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Mato Grosso do Sul.
Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia.

1. Frango de corte – Alimentação e rações. 2. Frango de corte – Nutrição.
I. Carrijo, Alfredo Sampaio.

CDD (22) – 636.5130855

VITOR BARBOSA FASCINA

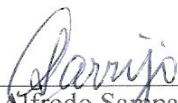
**“Valor energético, desempenho, lipídios séricos e
composição corporal de frangos de corte recebendo óleo de
soja e sebo bovino em diferentes combinações”**

**“Energy value, performance, serum lipids and body
composition of broilers receiving soybean oil and beef
tallow in different combinations”**

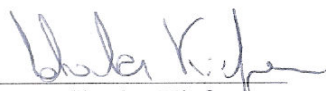
Dissertação apresentada à Universidade Federal de
Mato Grosso do Sul, como parte dos requisitos
do Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal
para obtenção do título de Mestre.

Área de concentração: Produção Animal

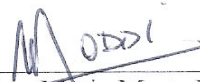
APROVADO: 11/05/2007



Dr. Alfredo Sampaio Carrijo
Orientador



Dr. Charles Kiefer



Dra. Maria Marta Loddi

“O único homem que não erra é aquele que nunca faz nada”
(Roosevelt)

A Deus e NS^a Aparecida por iluminar e guiar todos os meus passos;

Ao Prof. Marcelo de Oliveira Andreotti (*“in memorian”*) por ter me incentivado a realizar o curso de mestrado, pela amizade, carinho e confiança que sempre depositou em mim;

A minha namorada Viviane, pelo apoio, amor, compreensão e força nessa caminhada.

A minha família que mesmo distante sempre me apoiou.

Dedico

AGRADECIMENTO ESPECIAL

Ao Prof. Dr. Alfredo Sampaio Carrijo que me acolheu e deu força nas horas mais difíceis, pela orientação dedicada, pela confiança, ensinamentos, amizade sincera, pela paciência, contribuindo em meu crescimento acadêmico, profissional e pessoal.

Meus sinceros e carinhosos agradecimentos.

AGRADECIMENTOS

A Fundação de Apoio ao Desenvolvimento do Ensino, Ciência e Tecnologia do Estado de Mato Grosso do Sul (FUNDECT), pela bolsa de estudo durante o curso e ao apoio financeiro deste projeto.

Ao programa Mestrado em Ciência Animal representado pela coordenadora Prof. Dra. Maria da Graça Moraes, pelo apoio durante o curso.

A secretária Marilete, pela sua disposição, simpatia, carinho e atenção.

Aos professores do programa Mestrado em Ciência Animal por compartilhar seus conhecimentos.

Ao Professor Charles Kiefer, pelos ensinamentos, amizade e colaboração de meus trabalhos.

A minha grande amiga e colega de Mestrado Karina Márcia Ribeiro de Souza, pela amizade, apoio nos trabalhos realizados, pela seriedade, dedicação e alegria em todos os dias.

A amiga Amélia Maria Lima Garcia, pela amizade e auxílio na execução dos experimentos.

Aos bolsistas de iniciação científica, Ingrid, Josilene, Juliano, Simone e Rafael, pela ajuda na condução dos experimentos e pelo convívio bem humorado.

Aos acadêmicos do curso de Zootecnia Adrianly, Daniela, Renata e Rodrigo pelo auxílio na execução do projeto.

A todos os amigos e colegas de Mestrado pelo convívio e amizade.

Aos funcionários da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia pela disposição em facilitar a caminhada.

Ao “Sr. Antônio” do laboratório de nutrição animal pela colaboração na execução do projeto e pela sua alegria.

Ao amigo Nilton Conde Torres “Niltinho”, pelo apoio e amizade sempre presente.

Ao meu “irmão” Paulo Augusto da Costa Marques Neto, pelo apoio, amizade, confiança durante todos estes anos.

E a todos que a memória me trai neste momento de emoção.

LISTA DE FIGURAS

“Página”

Figura 1 - Valores de EMA e EMAn do óleo de soja, sebo bovino e de suas proporções determinados com frangos de corte no período de 12 a 21 dias de idade..	31
Figura 2 - Peso corporal e ganho de peso, em função das diferentes proporções de óleo de soja e sebo bovino em dietas de frangos de corte machos no período de 1 a 21 dias de idade.....	34
Figura 3 - Conversão alimentar, em função das diferentes proporções de óleo de soja e sebo bovino em dietas de frangos de corte machos no período de 1 a 21 dias de idade.....	34

LISTA DE TABELAS

	“Página”
Tabela 1 - Composição centesimal e nutricional da dieta basal para frangos de corte no período de 12 a 21 dias de idade.....	27
Tabela 2 - Composições centesimais e nutricionais das dietas experimentais para frangos de corte no período de 1 a 21 dias de idade.	29
Tabela 3 - Valores de energia metabolizável aparente (EMA) e corrigida para retenção nitrogênio (EMAn) do óleo de soja, do sebo bovino e de suas proporções determinados com frangos de corte machos no período de 12 a 21 dias de idade.....	31
Tabela 4 - Desempenho de frangos de corte submetidos a dietas contendo diferentes proporções de óleo de soja e sebo bovino no período de 1 a 21 dias de idade.....	33
Tabela 5 - Valores de energia bruta (EB), matéria seca (MS), umidade (UM), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE) e cinzas (CZ) de frangos de corte alimentados com dietas contendo diferentes proporções de óleo de soja e sebo bovino aos 21 dias de idade.....	36
Tabela 6 - Valores de peso de carcaça (PCa), rendimento de carcaça (RCa) e gordura abdominal (GAb) de frangos de corte alimentados com dietas contendo diferentes proporções de óleo de soja e sebo bovino aos 21 dias de idade	37
Tabela 7 - Valores médios de triglicérides (Trigl), colesterol total (Col T), lipoproteína de alta densidade (HDL), lipoproteína de baixa densidade (LDL) e lipoproteína de densidade muito baixa (VLDL) de frangos de corte alimentados com dietas contendo diferentes proporções de óleo de soja e sebo bovino aos 21 dias de idade.....	38

SUMÁRIO

	“Página”
INTRODUÇÃO	1
1 Descrição das fontes lipídicas.....	2
1.1 Óleo de Soja.....	2
1.2 Sebo Bovino.....	3
2 Digestibilidade e Valor Energético	4
3 Características de Carcaça	9
4 Lipídios Séricos.....	12
REFERÊNCIAS.....	16
ÓLEO DE SOJA E SEBO BOVINO EM DIETAS DE FRANGOS DE CORTE NA FASE INICIAL	23
Resumo.....	23
Abstract.....	24
Introdução	25
Material e Métodos	26
Resultados e Discussão	30
Conclusão	39
Referências	39

VALOR ENERGÉTICO, DESEMPENHO, LIPÍDIOS SÉRICOS E COMPOSIÇÃO CORPORAL DE FRANGOS DE CORTE RECEBENDO ÓLEO DE SOJA E SEBO BOVINO EM DIFERENTES COMBINAÇÕES

RESUMO - Na avicultura industrial, o desenvolvimento de linhagens de frangos de corte com potencial genético para ganho de peso e conversão alimentar passou a exigir dos nutricionistas formulações de dietas com elevada densidade energética e adequado balanço de aminoácidos, a fim de atender às exigências para o crescimento e conversão alimentar e ainda proporcionar melhor rendimento de carcaça. Por conterem mais energia, em comparação aos carboidratos, os óleos vegetais e as gorduras de origem animal são opções valiosas para formulações de dietas com elevada densidade energética e com baixo custo por unidade de energia. Seu uso na alimentação de frangos de corte tem proporcionado efeito benéfico no desempenho das aves. É indispensável que se conheça com precisão o valor nutricional das fontes lipídicas a serem utilizadas na alimentação de aves. Como o nutriente energia é essencial na nutrição de aves e o Estado de Mato Grosso do Sul possui inúmeros frigoríficos com graxarias em função de ser o segundo maior rebanho de gado de corte do país, podendo fornecer quantidades suficientes de sebo bovino para serem utilizados na alimentação de aves. Tendo em vista que a energia representa a parte mais onerosa de uma dieta, e que a ração representa 70% do custo de produção de frangos de corte, pode ser de grande importância, a introdução de novas fontes lipídicas com um conhecido valor nutricional. O objetivo deste trabalho foi determinar o valor energético de misturas com diferentes proporções de óleo de soja (OS) e de sebo bovino (SB), bem como avaliar o desempenho, composição corporal e lipídios séricos de frangos de corte na fase inicial. Foram conduzidos dois experimentos com frangos de corte machos da linhagem Ross 308. No primeiro experimento, foi realizado um ensaio de digestibilidade com 100 frangos de corte dos 12 aos 21 dias de idade. Os tratamentos consistiram de cinco proporções de OS e SB (0:100, 25:75, 50:50, 75:25, 100:0). O método utilizado foi a coleta total de excretas durante 10 dias, sendo cinco dias para adaptação e cinco dias de coleta. No segundo experimento foram utilizados 930 pintos machos de um dia de idade, distribuídos em cinco tratamentos com seis repetições de 31 aves cada. No experimento I, os valores de energia metabolizável aparente (EMA) e de energia metabolizável aparente corrigida para nitrogênio (EMAn) aumentaram linearmente ($P < 0,01$) com a maior participação do óleo de soja nas misturas. Entre as misturas de óleo de soja e sebo bovino, a de melhor valor de EMA e EMAn foi o tratamento com 75% de óleo de soja e 25% de sebo bovino. No experimento II, as fontes lipídicas incluídas em 4% na dieta

influenciaram de forma quadrática ($P < 0,01$) o peso corporal e ganho de peso aos 21 dias de idade, aumentando até a proporção de 65,87:34,13 (OS:SB). A conversão alimentar foi melhorada até a proporção de 72,25:27,75. Os parâmetros de composição corporal, rendimento de carcaça e gordura abdominal não foram influenciados ($P > 0,05$) pelas diferentes proporções lipídicas. A maior participação do óleo de soja nas misturas proporcionou redução linear nos valores de triglicérides ($P < 0,05$), colesterol total ($P < 0,01$), lipoproteína de baixa densidade ($P \leq 0,05$) e lipoproteína de densidade muito baixa ($P < 0,01$). Não foi observada diferença significativa ($P > 0,05$) para a lipoproteína de alta densidade. Pode-se concluir que a inclusão de OS em misturas com SB em dietas de frangos de corte melhora o valor energético para aves na fase inicial de criação. A adição de fonte lipídica insaturada à fonte lipídica saturada apresenta sinergismo com o aumento do valor energético das misturas. O melhor desempenho é na mistura de 75% de óleo de soja com 25% de sebo bovino. As diferentes proporções de OS:SB não alteram a composição corporal e as características de carcaça. O aumento da inclusão do óleo de soja nas dietas reduz os níveis de lipídios séricos em frangos de corte aos 21 dias de idade.

Palavras-chave: composição corporal, desempenho, gorduras, lipídios séricos, óleos, valor energético

**ENERGY VALUE, PERFORMANCE, SERUM LIPIDS AND BODY
COMPOSITION OF BROILERS RECEIVING SOYBEAN OIL AND BEEF
TALLOW IN DIFFERENT COMBINATIONS**

ABSTRACT - In the industrial aviculture, the development of lineages of broilers with genetic potential for weight gain and feed conversion started to demand of the nutritionists formulations of diets with high energy density and appropriate swinging of amino acids, in order to attend the demands for the growth and feed conversion and still to provide better carcass income. Because they contain more energy, in comparison to the carbohydrates, the vegetable oils and the animal fats are valuable options for formulations of diets with high energy density and with low cost for unit of energy. His use in the feeding of broilers has been providing beneficial effect in the performance of the birds. It's indispensable that it is accurately known the nutritional value of the fats sources to be used in the feeding of birds. As the nutrient energy is essential in the nutrition of birds and the State of Mato Grosso do Sul possesses countless frigorifics with "graxarias" in function of being the second largest flock of cattle for slaughter of the country, it can supply enough amounts of beef tallow to be used in the feeding of birds. Having in mind that the energy represents the most onerous part of a diet, and that the ration represents 70% of the broilers cost of production, it can be of great importance the introduction of new fats sources with a known nutritional value. The objective of this work was to determine the energy value of mixtures with different proportions of soybean oil (SO) and of beef tallow (BT), as well as to evaluate the performance, body composition and serum lipids of broilers in the initial phase. Two experiments were conducted with broilers males of the lineage Ross 308. In the first experiment, a digestibility rehearsal was accomplished with 100 broilers during the period from 12 to 21 days of age. The treatments consisted of five proportions of SO and of BT (0:100, 25:75, 50:50, 75:25, 100:0). The used method was the total collection of excrete for 10 days, being five days for adaptation and five days of collection. In the second experiment were used 930 male broilers of one day of age, distributed in five treatments with six repetitions of 31 birds each. In the experiment I, the values of apparent metabolizable energy (AME) and of apparent metabolizable energy corrected for nitrogen (AMEn) had a linear increase ($P < 0,01$) with the largest participation of the soybean oil in the mixtures. Among the mixtures of soybean oil and beef tallow, the one of best value of AME and AMEn was the treatment with 75% of SO and 25% of BT. In the experiment II, the fats sources included in

4% in the diet influenced in a quadratic way ($P < 0,01$) the corporal weight and weight gain to the 21 days of age, increasing until the proportion of 65,87:34,13 (SO:T). The feed conversion was improved until the proportion of 72,25:27,75. The parameters of body composition, carcass income and abdominal fat were not influenced ($P > 0,05$) by the different fats proportions. The largest participation of the soybean oil in the mixtures provided a linear decrease in the triglycerides values ($P < 0,05$), total cholesterol ($P < 0,01$), low density lipoprotein ($P < 0,05$) and very low density lipoprotein ($P < 0,01$). A significant difference was not observed ($P > 0,05$) for the high density lipoprotein cholesterol. It can be concluded that the inclusion of SO in mixtures with the BT in diets of broilers improves the energy value for birds in the initial phase of creation. The addition of unsaturated fat source to the saturated fat source presents the increase of the energy value of the mixtures. The best performance is in the mixture of 75% of SO with 25% BT. The different lipidic proportions don't influence in the body composition and in the carcass characteristics. The increase of the SO in the diets reduces the values of serum lipids in broilers to the 21 days of age.

Key-words: body composition, performance, fats, serum lipids, oils, energetic value

INTRODUÇÃO

Na avicultura industrial, o desenvolvimento de linhagens de frangos de corte com o potencial genético para ganho de peso e conversão alimentar, passou a exigir dos nutricionistas formulações de dietas com elevada densidade energética e adequado balanço de aminoácidos, a fim de atender as exigências para crescimento, conversão alimentar e proporcionar melhor rendimento de carcaça. Além disso, os grandes avanços tecnológicos da avicultura industrial têm possibilitado a criação de frangos de corte em regiões onde o clima não favorece a produção em escala comercial, levando assim a expansão avícola para a região Centro-Oeste do Brasil.

O Estado de Mato Grosso do Sul apresenta altas temperaturas no verão, sendo superiores a 30°C. Calcula-se que para cada 1,1°C acima de 27°C de temperatura ambiente, os frangos de corte reduzam o consumo de ração em torno de 1,5 a 2,0%. Hurwitz et al. (1980) observou um decréscimo no consumo de ração de frangos quando a temperatura aumentava até 27°C. Por isso, se faz necessário à utilização de dietas com elevada densidade energética, objetivando uma compensação na redução do consumo e proporcionando às aves oportunidade de consumir os nutrientes mínimos necessários para seu bom desempenho.

Por conterem mais energia em comparação aos carboidratos, os óleos vegetais e as gorduras de origem animal são opções valiosas para formulações de dietas com elevada densidade energética a baixo custo por unidade de energia. O seu uso na alimentação de frangos de corte tem proporcionado efeito benéfico no desempenho destas aves, muitas vezes, apresentando valor biológico superior ao esperado, usualmente expresso em termos de melhoria na taxa de crescimento, na eficiência de absorção dos ingredientes da dieta e ainda aumento do seu conteúdo em energia metabolizável. Por isto, é indispensável que se conheça com precisão o valor nutricional das fontes lipídicas a serem utilizadas na alimentação de aves.

Como o nutriente energia é essencial na nutrição de aves e o Estado de Mato Grosso do Sul possui o segundo maior rebanho de bovinos de corte, abatendo no ano de 2006 de acordo com o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) 3.468.603 milhões de cabeças, as graxarias do estado podem fornecer 104.058 t/ano de sebo bovino considerando abate de bovinos com peso médio por cabeça de 400 Kg (EMBRAPA, 2006), para serem utilizadas na alimentação de aves. Tendo em vista que a energia representa a parte

mais onerosa de uma dieta e que a alimentação representa 70% do custo de produção de frangos de corte, a introdução de novas fontes lipídicas com o conhecido valor nutricional poderá possibilitar a redução do custo de produção.

1 Descrição das fontes lipídicas

As indústrias avícolas tem utilizado várias fontes lipídicas como matéria prima para energia nas dietas de frangos de corte, como: óleo de soja, óleo de soja degomado, óleo ácido de soja, óleo de abatedouro avícola, sebo bovino, banha suína e outros óleos vegetais que possam diminuir os custos.

1.1 Óleo de Soja

Dentre as matérias primas o óleo de soja é o produto obtido pela prensagem mecânica e/ou extração por solvente, dos grãos de soja, isentos de misturas de outros óleos, gorduras ou outras matérias estranhas ao produto (BRASIL, 1993).

De acordo com o MAPA, o óleo de soja pode ser classificado em três etapas: bruto ou cru, degomado ou purificado e refinado. O óleo bruto ou cru é extraído por esmagamento mecânico do grão de soja. Este óleo torna-se purificado ou degomado após a extração dos fosfolipídios e refinado após ser neutralizado, clarificado e desodorizado.

Os grãos de soja são limpos em peneiras vibratórias, e posteriormente submetidos à secagem em temperatura de 80°C por 20 a 30 minutos quando atingem umidade relativa de 10 a 11% para serem armazenados. Os grãos são triturados para aumentar a superfície de saída do óleo, posteriormente são cozidos para diminuir a viscosidade e tensão do óleo.

Após este procedimento há a extração do óleo bruto por prensagem mecânica ou extração por solventes. A prensagem mecânica é efetuada modernamente por prensas contínuas, que são usadas para uma remoção parcial do óleo, seguida por extração com o solvente, constituindo o processo misto. A prensagem mecânica sob alta pressão reduz o conteúdo de óleo na torta em até 5%.

A extração por solvente é feita com misturas de hidrocarbonetos (hexanos) com uma fração de petróleo, com ponto de ebulição de 70°C.

A extração consiste na passagem do grão de soja por roscas colocadas em posição inclinada. A porção inicial da rosca é alargada, sendo a torta proveniente da pré-prensagem, mergulhada em banho de solvente ou miscela, a qual é transferida pelo movimento do espiral para o extrator seguinte.

A miscela sai do extrator, é filtrada e transferida para um destilador, onde o óleo é separado do solvente por aquecimento sob vácuo. No destilador da miscela, o conteúdo de solvente no óleo pode ser reduzido até 5%, a uma temperatura de 70 a 90°C. Após a obtenção do óleo bruto, inicia-se o processo de refinação. As principais etapas da refinação são: degomagem, neutralização, branqueamento e desodorização.

Degomagem remove do óleo bruto os fosfolipídeos, proteínas e substâncias coloidais. Há adição de 1 a 3% de água ao óleo aquecido (60 a 70°C) sendo agitado a mistura durante 20 a 30 minutos. Forma-se então um precipitado que é removido do óleo por centrifugação a 5000-6000 rpm. A degomagem também pode ser feita através da injeção de água ao óleo aquecido ou misturando 0,1 a 0,4% de ácido fosfórico a 85% com o óleo a uma temperatura de 60 a 65°C, seguido pela adição de 0,2% de terra branqueadora, separação de gomas por filtração ou centrifugação.

A neutralização é a adição de hidróxido de sódio ao óleo de soja degomado. Há um aquecimento da mistura a temperaturas entre 65 e 90°C, separa-se o óleo e a borra pelo processo de centrifugação.

Posteriormente ao processo de neutralização, o branqueamento tem a finalidade de clarear o produto e de retirar a umidade que ainda possa estar presente. A desodorização é a última etapa de produção e tem como finalidade retirar ácidos graxos oxidados, ácidos graxos livres e peróxidos. Após este processo se tem o óleo de soja refinado pronto para ser comercializado.

1.2 Sebo Bovino

Os resíduos animais devem ser processados em no máximo de 24 horas a partir do abate. Na recepção todos resíduos de animais são triturados em partículas de 5 cm de

espessura, formando uma massa, que segue por uma rosca transportadora para os equipamentos de cozimento.

O cozimento é a principal operação no processamento das graxarias, podendo ser por via úmida, a seco ou por secagem semelhante ao processo a seco. Realizado normalmente sob pressão, em temperaturas de 120°C a 150°C, por período de 1 a 4 horas. No processo por via úmida, há uma injeção de vapor diretamente sobre o material carregado no digestor, propiciando a separação, após o cozimento, das fases sólida, água e sebo. A fase aquosa, após separação do sebo e da fase sólida, contém de 6 a 7% de sólidos e suas proteínas solúveis podem ser recuperadas por evaporação e secagem, em equipamentos chamados atomizadores (tipo “spray-dryers”).

Depois do cozimento, os resíduos são descarregados em tanque o panela percoladora, aquecida a vapor, onde o sebo separa-se dos sólidos por percolação e peneiramento. O sebo é centrifugado e/ou filtrado e enviado para um tanque decantador, para estocagem e eventual separação da fase aquosa. O material sólido, retirado do sebo nesta operação é, juntado aos sólidos obtidos na percolação, sendo prensado a quente, gerando mais sebo. Este sebo é juntado ao sebo percolado para purificação. Do tanque decantador, o sebo é retirado por caminhões, sendo utilizado para fabricação de sabões e na utilização para alimentação animal.

2 Digestibilidade e Valor Energético

A digestibilidade dos lipídios é dependente da formação de micelas. Estas se formam na interface lipídio-água da mucosa intestinal, sendo composta por ácidos graxos, fosfolipídios, monoglicerídios e sais biliares. As micelas são responsáveis pela solubilização do triglicerídio que é um dos principais componentes de óleos e gorduras, facilitando assim a ação da lipase pancreática (ZAMBIAZI et al., 2000). Apesar do triglicerídio ser insolúvel em água, uma pequena quantidade pode ser solubilizada, de forma que a água penetre apenas superficialmente na emulsão dos triglicerídios, fazendo com que esta pequena área solubilizada ou interface lipídio-água crie um local único para a ação das lipases sobre as moléculas de triglicerídios (MACARI et al., 2002).

A solubilidade dos lipídios na fase micelar é dependente de inúmeros fatores como comprimento da cadeia carbônica, posição dos ácidos graxos na molécula de glicerol, teor de ácidos graxos livres e do grau de saturação dos ácidos graxos (RENNER e HILL, 1961; KETELS e DeGROOTE, 1989; WISEMAN e SALVADOR, 1991 e DVORIN et al., 1998). Dessa forma, os ácidos graxos poliinsaturados de cadeia média e longa são mais solubilizados na fase micelar do que os ácidos graxos saturados de cadeia longa, o que resulta em maiores coeficientes de absorção e, conseqüentemente, maiores valores energéticos para as fontes insaturadas.

No entanto, os lipídios formados por ácidos graxos poliinsaturados possuem habilidade de aumentar a solubilidade na fase micelar de lipídios com maior concentração de ácidos graxos saturados de cadeia longa (FREEMAN, 1984). Este mecanismo é responsável pelo fenômeno observado quando se combinam fontes lipídicas insaturadas com fontes saturadas (SIBBALD et al., 1961; ARTMAN, 1964 e WISEMAN et al., 1986).

Considerações sobre esse fenômeno foram apresentadas por Leeson e Summers (1976), onde observaram que embora exista um efeito sinérgico observado pela interação entre os ácidos graxos poliinsaturados e saturados, a habilidade dos ácidos graxos poliinsaturados em solubilizar os ácidos graxos saturados na fase micelar é limitada e este sinergismo diminui à medida que aumenta a concentração de gordura na dieta.

Este sinergismo também pode ser influenciado pelo nível de inclusão e pelo tipo de dieta, sendo que em alguns casos, promove diferentes comportamentos quanto à capacidade das aves em digerir e absorver gorduras, ou seja, dependendo da fonte lipídica e dos seus níveis de uso na dieta, a resposta em termos de contribuição energética pode ser linear, curvilínea ou, ainda, exceder o seu conteúdo em energia bruta (SIBBALD e KRAMER, 1978 e WISEMAN et al., 1986), isso pode ser importante quando o valor de energia metabolizável de óleos e gorduras são determinados biologicamente.

O valor energético do óleo de milho é influenciado pela composição de ácidos graxos das dietas. Leeson e Summers (1976) observaram que o valor do óleo de milho foi maior quando adicionado às dietas com maior proporção de ácidos graxos saturados.

Avaliando a graxa amarela e o óleo de soja nas relações de 6:0 e 4:2, Mateos e Sell (1980) observaram valores entre 8.267 a 9.717 kcal EM/kg para as fontes puras e valores entre 8.475 a 10.650 kcal EM/kg para as misturas. Lall e Slinger (1973) verificaram efeito sinérgico similar na absorção do óleo de colza e sebo bovino por frangos quando estes foram

misturados. A mistura entre essas duas fontes diluiu o efeito adverso do ácido erúico na absorção dos ácidos graxos do óleo de colza, como também, dos ácidos graxos totais da dieta.

Estudos visando estimar a contribuição energética total do óleo de milho e do óleo de abatedouro avícola, efetuados por Dale e Fuller (1989), verificaram valores de energia metabolizável que excediam o conteúdo em energia bruta em ambas as fontes. Os valores obtidos variavam de 8.980 a 10.700 kcal EM/kg para o óleo de milho e de 9.280 a 10.160 kcal EM/kg para o óleo de abatedouro avícola.

Muito embora exista um efeito benéfico da interação entre os ácidos graxos insaturados:saturados (I:S), esta resposta sinérgica parece ser dependente de um equilíbrio ideal entre esses ácidos graxos na dieta existentes na fase micelar. Tal assertiva foi confirmada por estudos onde verificou-se que a digestibilidade e a energia metabolizável aparente corrigida para retenção de nitrogênio (EMAn) de diferentes fontes lipídicas foram melhoradas com o aumento da insaturação dos ácidos graxos da dieta, sendo os valores máximos obtidos pela relação I:S de 2,5 (KETELS e DeGROOTE, 1989).

Avaliando a mistura do óleo de soja padrão e do óleo de soja hidrogenado em diferentes proporções e com relações de ácidos graxos poliinsaturados:monoinsaturados (PUFA:SM) de 1,43; 1,53; 1,18; 0,72 e 0,52 sobre diferentes parâmetros Dvorin et al. (1998), observaram que a saturação da dieta verificada pela redução da relação PUFA:SM reduziu a taxa de crescimento. A digestibilidade total da gordura e de cada ácido graxo foi menor na dieta com relação PUFA:SM de 0,52, sendo aumentado somente até a relação de 0,72. Diferentemente da digestibilidade dos ácidos graxos, a EMAn das dietas experimentais aumentou gradualmente a medida que se elevou a relação PUFA:SM, o que possibilitou verificar a existência de correlações positivas para os níveis de ácidos graxos PUFA e negativas para os ácidos graxos SM, enfatizando-se assim, o efeito dos PUFA em melhorar a EMAn em dietas com maior quantidade destes ácidos graxos.

Estudando o efeito do grau de saturação e do teor de ácidos graxos livres sobre o valor de energia metabolizável aparente, digestibilidade da gordura total e de seus ácidos graxos, obtido pela inclusão de 4% de sebo bovino, sebo bovino e óleo ácido de soja (50:50), óleo de palma, óleo de palma e óleo ácido de soja (50:50), óleo ácido de soja, banha suína, óleo de soja e óleo de linhaça, Blanch et al. (1996) observaram valores entre 873 a 1013 g/kg para a digestibilidade aparente da gordura total e valores de energia metabolizável aparente (EMA) entre 33,5 a 40,2 MJ/kg, sendo os menores valores obtidos para o óleo ácido de soja.

quantidade de ácidos graxos livres do que pelo grau de saturação e que a mistura do óleo ácido de soja com o sebo bovino melhorou a qualidade do óleo ácido de soja. Verificaram também que o valor nutritivo dessas fontes de gordura foi mais influenciado pela quantidade de ácidos graxos livres do que pelo grau de saturação e que a mistura do óleo ácido de soja com o sebo bovino melhorou a qualidade do óleo ácido de soja.

O aumento na EMAn das dietas deve-se à redução da produção de calor metabólico, pois frangos alimentados com dietas contendo elevados níveis de PUFA apresentam menor lipogênese e essa baixa lipogênese aliado à direta deposição de ácidos graxos nos tecidos, favorecem a menor produção de calor metabólico.

Em estudo semelhante, Danicke et al. (2000), avaliando a adição de 10% de diferentes combinações entre sebo bovino e óleo de soja com relações I:S de 5,47; 3,23; 2,11; 1,45; 1,00 e 0,69, observaram que o aumento da proporção do sebo bovino resultou em depressão no ganho de peso, na conversão alimentar, na digestibilidade da gordura dietética e de seus ácidos graxos o que refletiu em menor metabolização da energia bruta.

Em um ensaio de digestibilidade para determinar o valor de energia metabolizável de alguns óleos e gorduras para frangos de corte machos e fêmeas, no período de 21 a 30 dias de idade, dentre eles, a mistura do óleo de soja degomado com gordura de coco ou sebo bovino na relação de 1:1 Cardoso et al. (2000), observaram efeito sinérgico destas misturas em melhorar o valor energético das fontes saturadas, concluindo que a mistura do óleo de soja degomado com sebo bovino ou gordura de coco deve ser avaliada como uma forma de redução nos custos das dietas, já que os óleos vegetais tendem a ser mais caros que as gorduras animais.

A possível comprovação da hipótese de que deve existir uma relação ideal entre os ácidos graxos saturados e insaturados quando se utilizam combinações entre diferentes fontes de gorduras, pode ser verificada também no trabalho realizado por Dutra Junior et al. (1991). Os autores avaliaram com a adição de 4% de óleo de soja e óleo de frango puros ou combinados na proporção 1:1 e observaram que a combinação destes óleos prejudicaram o desempenho das aves. Os autores salientaram que o efeito prejudicial no desempenho poderia ser explicado por um desequilíbrio entre os ácidos graxos saturados e insaturados, uma vez que a estrutura dos triglicerídios e a posição de união de um ácido graxo saturado com uma molécula de glicerol são importantes para a absorção dos lipídios, enfatizando ainda a importância da realização de outros experimentos para descobrir e elucidar algumas dúvidas

sobre qual a melhor relação entre estas duas fontes que deve ser utilizada para maximizar o efeito sinérgico.

Wiseman e Salvador (1991) estudando a influência do conteúdo de ácidos graxos livres (AGL) sobre o valor nutritivo do sebo bovino regular e ácido, óleo de palma regular e ácido, óleo de soja regular e ácido obtido pelas combinações entre cada fonte regular e seu subproduto ácido, adicionados às dietas em níveis de 40, 80 e 120 g/kg em duas idades (1,5 e 7,5 semanas), observaram que o grau de saturação tem um efeito significativo sobre o valor energético das gorduras, decrescendo linearmente com o aumento do conteúdo de ácidos graxos livres, sendo mais evidente em frangos jovens do que nas aves adultas. Com relação à taxa de adição, os seus efeitos foram mais evidentes para as gorduras de elevada saturação e maior conteúdo em AGL e também mais evidente com os frangos jovens.

Além dos fatores físico-químicos relacionados aos lipídios, a correta avaliação em termos de suas verdadeiras contribuições energéticas torna-se ainda mais complicada para as aves em função da baixa capacidade fisiológica que as mesmas possuem em digerir e utilizá-los quando ainda jovens. Em geral, as aves jovens (<21 dias de idade) são menos eficazes em digerir gorduras em comparação às aves mais velhas (>21 dias de idade) e este efeito é mais pronunciado ou significativo em gorduras saturadas e, especialmente, quando esta gordura contém elevadas proporções de ácidos graxos livres (FERREIRA et al., 2005).

Dentre as fontes lipídicas os óleos vegetais são os que apresentam melhor absorção durante os primeiros dias de vida das aves do que as gorduras animais. Os valores observados para as fontes vegetais variam de 85% nas primeiras semanas de vida a 98% de absorção na fase adulta. Contudo, dependendo da fonte de gordura animal, a taxa de absorção pode ser de apenas 40% nas primeiras semanas de vida, podendo chegar a valores próximos de 95% na fase adulta (MARCH e BIELY, 1957; RENNER e HILL, 1960; YOUNG, 1961 e CAREW et al., 1972). Essa diferença na digestibilidade, segundo Wiseman e Salvador (1989), é mais proeminente entre a primeira e a terceira semana de vida, sendo ausente ou mínima entre a quinta e sétima semana de vida.

O NRC (1994) recomenda valores de energia metabolizável para as fontes lipídicas levando em consideração a idade das aves, o nível de inclusão e tipos de gordura, dessa forma recomendando valores que vão desde 5.800 até 10.640 kcal EM/kg, valor este que excede seu conteúdo em energia bruta.

Andreotti et al. (2004a) avaliando a influência dos níveis de inclusão (3,3; 6,6 e 9,9%) e da idade das aves (22 e 42 dias) sobre o valor de EMA do óleo de soja em dietas isoenergéticas, não observaram efeito da idade nem dos níveis de adição do óleo de soja sobre seu valor de EMA e EMAn, porém observaram uma tendência de redução no valor energético do óleo de soja a medida que se aumentava seu nível de inclusão na dieta, em ambas as idades, concluindo que o efeito extracalórico do óleo de soja em dietas isoenergéticas é numericamente maior quando o mesmo não excede o nível de 3,3% de inclusão na dieta.

Estudando os valores de energia metabolizável de alguns óleos e gorduras em frangos de corte com 21 dias de idade Nascif et al. (2004) observaram que, quando adicionou-se óleo de soja degomado ao sebo bovino houve uma melhora no teor de energia em relação ao sebo isoladamente, apresentando valor médio de EMAn para a mistura na proporção de 1:1 e para o sebo bovino de 8.212 kcal/kg e 7.304 kcal/kg.

Em um experimento para avaliar a influência da idade e dos métodos de determinação do valor energético do óleo ácido de soja, Freitas et al. (2005) observaram que os valores de EMAn foram inferiores para aves jovens em relação a aves adultas e que a mesma foi superior nas aves adultas quando utilizaram o método de coleta total de excretas em relação ao método de alimentação forçada com galos ou método Sibbald.

3 Características de Carcaça

Na indústria avícola o seguimento de frangos de corte foi o que mais se desenvolveu, tendo alcançado níveis de produção e produtividade similares aos de países desenvolvidos.

Um aspecto de destaque na carne de frango é a baixa quantidade de gordura entre as fibras musculares. Entretanto, outras partes da carcaça ainda apresentam considerável adiposidade, principalmente os tecidos adiposos subcutâneos, abdominal e visceral. Em razão de sua alta densidade energética, a síntese e deposição de gordura nesses tecidos envolvem considerável custo metabólico para as aves, além de constituir uma via indesejada e antieconômica na repartição dos nutrientes dietéticos.

Considerando-se tais fatores e outros, entre os quais a eliminação da maior parte do tecido adiposo durante a evisceração e o processamento das carcaças, conclui-se que o

resultado final da via lipogênica constitui-se em um desperdício considerável. Também, a preferência do mercado consumidor por alimentos com baixa quantidade de gordura exerce forte motivação, levando a indústria avícola a buscar soluções mais efetivas para esse problema.

Sabe-se que os lipídios são importantes na formulação de rações com alta densidade energética, proporcionando um efeito benéfico no desempenho de frangos de corte. Ao compararem diferentes fontes de gordura em dois níveis (3 e 9%) na dieta sobre o desempenho e composição de carcaça na fase inicial e final, Alao e Balnave (1985) observaram que o óleo de girassol e óleo de milho foram mais eficientes em aumentar o ganho de peso em comparação ao óleo de frango e sebo bovino. Entretanto estas fontes lipídicas não aumentaram o teor de gordura na carcaça.

Avaliando os efeitos de vários níveis de adição de gordura (0; 3; 7%) durante a fase inicial de frangos de corte sobre o desempenho, Peebles et al. (1997) obtiveram ganho de peso maior em aves alimentadas com 7% de fonte lipídica.

Pucci et al. (2003) estudando diferentes níveis de óleo de soja (0; 2,5; 5; 7,5) sobre o desempenho de frangos de corte aos 21 dias de idade, observaram aumento linear para o ganho de peso e consumo de ração com o aumento do nível de óleo de soja na dieta. Manilla et al. (1999) obtiveram resultados semelhantes estudando a adição de óleo de girassol, óleo de linhaça, óleo de peixe e sebo bovino em frangos de corte, onde houve aumento do ganho de peso em aves alimentadas com óleos vegetais, não sendo observados diferenças significativas para as demais variáveis de desempenho.

No entanto Brue e Latshaw (1985) não observaram diferenças para as variáveis de desempenho em frangos de corte alimentados com óleo de milho, óleo de frango, sebo bovino em mistura comercial de óleo vegetal e gordura animal hidrogenada.

Tem-se observado, nos últimos anos, uma nítida tendência para mudar as diretrizes que norteiam os objetivos da avicultura industrial no que se refere à qualidade das carcaças (NEWCOMBE, 1994). Isto se confirma pelo desenvolvimento de técnicas para produzir aves com menos tecido adiposo e maior rendimento muscular ao invés de boa conversão alimentar e maior peso aos 42 dias de idade (TESSERAUD et al., 1996). Assim, pode-se antever considerável vantagem econômica com o desenvolvimento de linhagens aprimoradas, com menos gordura corporal e com características metabólicas que possibilitem uma repartição nutricional direcionada a síntese e deposição de proteína muscular.

Alguns estudos têm apresentado diminuição na deposição de gordura abdominal em frangos alimentados com dietas contendo elevados níveis de ácidos graxos poliinsaturados em relação às dietas com elevados níveis de ácidos graxos saturados e monoinsaturados (SANZ et al., 1999 e CRESPO e ESTEVE-GARCIA, 2001). Esta redução na deposição também poderia ser acompanhada por uma redução no teor total de gordura corporal como relatado por Sanz et al. (2000) e Keren-Zvi et al. (1990). Por outro lado, Deaton et al. (1981) concluíram que a adição de sebo bovino aumentou a adiposidade em frangos de corte.

Verificou-se ainda, em outros estudos com frangos de corte (GRIFFITH et al., 1981; ALAO e BALNAVE, 1984) e em ratos (AWAD et al., 1990) o mesmo padrão de deposição de gordura corporal em animais recebendo diferentes padrões de ácidos graxos. Estes resultados sugerem que a distribuição da gordura corporal pode estar relacionada com mecanismos pelos quais os ácidos graxos poliinsaturados reduzem o teor de gordura abdominal (CRESPO e ESTEVE-GARCIA, 2002).

Com o objetivo de estudar o efeito da suplementação de gordura (2 e 9%) na composição corporal de três linhagens genéticas de frangos de corte, uma comercial (Ross x Arbor-Acres) e duas linhagens selecionadas para baixo e alto conteúdo de gordura abdominal (lean line e fat line), Laurin et al. (1985) observaram que o conteúdo protéico e de extrato etéreo na carcaça não foram influenciados pelos níveis de gordura nas dietas aos 21 dias de idade ou até 1kg de peso corporal. Estes autores ainda verificaram que a linhagem para baixo teor de gordura apresentou maior porcentagem de proteína na carcaça e menor porcentagem de extrato etéreo em relação às linhagens de alta gordura e a comercial.

De acordo com estudos realizados por Akiba et al. (1994) a utilização de óleo de milho ou óleo de frango promovem decréscimo na gordura abdominal de frangos aos 56 dias quando comparado com a inclusão de sebo bovino nas dietas. Os autores observaram que aos 21 dias a concentração de lipídios totais e triglicérides no fígado das aves alimentadas com dietas contendo óleo de milho e gordura de frango, foram menores que quando alimentadas com sebo bovino.

Estudando os efeitos dos níveis de adição de banho suína (0; 3; 7%) durante a fase inicial de frangos de corte sobre o rendimento de carcaça no peso final de abate, Peebles et al. (1997) concluíram que as adições de 3 ou 7% de banha suína entre 11 e 21 dias de idade não promoveram efeito adverso na gordura de carcaça aos 44 dias de idade e que adicionando esses mesmos níveis entre 0 a 10 dias de idade aumentou o rendimento de carcaça nos

machos, porém, associados com aumento de gordura abdominal em machos aos 44 dias de idade.

O grau de saturação da gordura dietética possui pouco efeito na saturação dos ácidos graxos dos lipídios corporais e não afetam a retenção de matéria seca, cinzas e proteína bruta na composição corporal de frangos de corte alimentados com óleo de soja comercial ou óleo de soja hidrogenado (DVORIN et al., 1998)

De acordo com Atteh et al. (1983) a retenção de cálcio e magnésio foi reduzida em frangos de corte alimentados com de óleo de milho. Além disso, o total de cinzas nos ossos assim como o de magnésio foram reduzidos com o uso do óleo de milho. Este fato possivelmente contribui sinergicamente para o surgimento de consideráveis deformidades de pernas observadas no estudo.

Estudando o efeito da inclusão de níveis de óleo de soja (3,3; 6,6 e 9,9%) em dietas isoenergéticas para frangos de corte, sobre o rendimento de carcaça, de cortes, percentual de gordura abdominal e composição corporal, Andreotti et al. (2004b) concluíram que a inclusão do óleo de soja não influenciou o rendimento de carcaça e de cortes, porém observaram uma redução no teor de gordura abdominal a partir de 6,6% da adição do óleo de soja. Com relação à composição corporal, verificaram que aos 56 dias de idade o teor de extrato etéreo total na carcaça aumentou e o teor de cinzas reduziu linearmente à medida que se aumentou a inclusão do óleo de soja.

Diante do exposto, parece que o efeito da gordura sobre as características de carcaça e sobre a adiposidade pode variar de acordo com a natureza lipídica utilizada na dieta. Assim, como nos tempos atuais, a procura de alimentos mais saudáveis e com reduzido teor de gordura, pelos consumidores, passou a ser uma exigência unânime, e de suma importância estudar e descobrir fontes lipídicas que promovam, além de melhor desempenho, melhoria na qualidade de carcaça das aves.

4 Lipídios Séricos

Com o crescente avanço obtido no melhoramento genético, as aves se tornaram cada vez mais exigentes nutricionalmente. As exigências protéicas (aminoácidos) e energéticas passaram a ser difíceis de serem supridos somente com a mistura entre os alimentos

tradicionais. Esse fato imprimiu novos rumos para a nutrição avícola. As fontes lipídicas passaram a ser fontes energéticas quase que indispensáveis na elaboração de dietas para frangos de corte, assim como o uso de aminoácidos sintéticos com o intuito de atender a alta taxa de crescimento em tecido muscular dessas aves. Percebe-se que esse fato contribuiu para alterações metabólicas da repartição dos nutrientes e características indesejáveis em alguns casos como a quantidade de colesterol e de gordura na carcaça. Assim, estudos sobre nutrição de aves apresentam considerável interesse no acompanhamento dos níveis de lipídios, triacilgliceróis e colesterol, além dos ácidos graxos, como forma de estimar algumas condições fisiológicas das aves (HILL, 1983).

Existem inúmeros estudos sobre os efeitos da adição de lipídios em dietas para frangos de corte (ANDREOTTI et al., 2004a; FRANCO, 1992; ZOLLITISCH et al., 1997), no entanto, a maioria desses estudos avalia somente os benefícios quanto à qualidade nutricional dessas fontes sobre o desempenho zootécnico. Entretanto, hoje, em função dos problemas causados a saúde humana devido a uma má alimentação com consequência da escolha de alimentos ricos em gordura, os efeitos diretos e indiretos desses lipídios sobre a saúde animal e humana devem ser determinados e mensurados. Assim, os efeitos do consumo de lipídios devem ser examinados não somente para as características de produção, mas também para a qualidade de carne e parâmetros sanguíneos de importância a saúde humana.

O processo lipogênico em aves apresenta características específicas. No frango jovem, cerca de 80-85% dos ácidos graxos que se acumulam no tecido adiposo são derivados dos lipídios plasmáticos (GRIFFIN et al., 1992). A atividade de enzimas lipogênicas no tecido adiposo é baixa e o fígado é o principal sítio de lipogênese (GOODRIDGE e BALL, 1967; O'HEA e LEVILLE, 1969; SAADOUN e LECLERCQ, 1983). A maior parte da gordura que se acumula no adipócito da ave é derivada da dieta ou sintetizada a partir de carboidratos no fígado e, a regulação da captação do lipídio plasmático é potencialmente muito importante para determinar a taxa de crescimento do tecido nas aves.

A concentração de VLDL (lipoproteína de densidade muito baixa) na circulação parece ser o principal fator na deposição da gordura porque foi observado estar bem correlacionado com o conteúdo das gorduras abdominal e total (GRIFFIN et al., 1981; WHITEREAD e GRIFFIN, 1982; GRUNDER e CHAMBERS, 1985). Além disso, a seleção divergente para VLDL plasmática produziu linhagens de frangos com quantidades de gordura substancialmente diferentes (WHITEREAD e GRIFFIN, 1984).

As dietas comerciais para frangos de corte que contêm cerca de 3 – 5% de gordura e juntamente com a síntese hepática *de novo*, contribuem para a hipertrofia dos tecidos adiposos das aves. A captação do triacilglicerol (TAG) plasmático pelos tecidos extra-hepáticos, excetuando o ovário, é mediada pela lipase lipoprotéica, cuja atividade nos tecidos das aves é menos sensível às alterações no status hormonal e nutricional do que em mamíferos (HUSBANDS, 1972; BENSON e BENSADOUN, 1977). A lipase lipoprotéica está ligada às células endoteliais e catalisa a hidrólise das lipoproteínas hepáticas (PADERSEN e SCHOTZ, 1980). Os ácidos graxos liberados entram nas células adjacentes para serem reesterificados e armazenados (GUO et al., 1988).

Provavelmente, devido a este fato existem poucos estudos sobre sua relação com o crescimento do tecido adiposo das aves. Conseqüentemente, a VLDL hepática é a principal fonte de ácidos graxos a partir da qual os adipócitos podem produzir e depositar seus próprios lipídios. A correlação positiva entre a VLDL plasmática e a adiposidade corporal em frangos, sugere que tal situação depende da disponibilidade do substrato lipídico para captação pelo adipócito. Assim sendo, as concentrações plasmáticas elevadas de VLDL em aves obesas não resultam de um ritmo lento de capacitação pelo adipócito, mas antes de um aumento na sua síntese e secreção pelo fígado (LEGRAND et al., 1987; SAADOUN e LECLERCQ, 1987; GRIFFIN et al., 1992).

A capacidade para sintetizar ácidos graxos é bastante limitada no tecido adiposo das aves (LEVEILLE et al., 1975) e como suas dietas contêm quantidades relativamente baixas de lipídios, a maioria dos TAG plasmáticos está presente como VLDL de origem hepática (GRIFFIN et al., 1982).

Os níveis circulantes de ácidos graxos livres refletem as flutuações nas taxas de “turnover” do tecido adiposo e, principalmente, os mecanismos de lipomobilização, produzindo ácidos graxos para metabolização no fígado ou por outros tecidos (MARCH, 1984; BARTLEY, 1989).

Estudando os efeitos da adição de 6% de óleo de milho, óleo de girassol, óleo de soja e sebo bovino Ozdogan e Aksit (2003) observaram que as fontes de gordura alteraram os níveis de colesterol sérico, de HDL, LDL, mas não modificaram os níveis de triglicérides. Os maiores valores de colesterol, triglicérides, HDL e LDL foram encontrados nas aves alimentadas com dietas contendo óleo de milho, óleo de girassol, óleo de milho e sebo bovino, respectivamente. Ao passo que os menores valores de colesterol, triglicérides, HDL e

LDL foram encontrados nas aves alimentadas com dietas contendo o óleo de girassol, milho, sebo bovino e óleo de girassol, respectivamente.

Recentemente, Dias (2004) buscando alternativas para redução do teor de adiposidade e ainda procurando fazer uma correlação dos lipídios séricos com o teor de adiposidade, estudou a adição do ácido tânico em dietas de frangos de corte. Os resultados obtidos possibilitaram o pesquisador concluir que a adição do ácido tânico aumenta o colesterol e o triglicerol das frações lipoprotéicas, mas reduz o teor de lipídios do peito.

Em função disso, o estudo do metabolismo lipídico em aves baseado em variáveis bioquímicas correlacionadas ao fornecimento de diferentes fontes de gordura pode ser uma ferramenta alternativa para mensurar os efeitos dessa mudança nutricional com relação às características de carcaça e no padrão de deposição lipídica.

O objetivo deste trabalho foi determinar o valor energético de diferentes proporções de óleo de soja e sebo bovino, bem como avaliar o desempenho, composição corporal e lipídios séricos de frangos de corte na fase inicial, abordado no artigo denominado **“Óleo de soja e sebo bovino em dietas de frangos de corte na fase inicial”**, que se encontra redigido de acordo com as normas editoriais da Revista Brasileira de Ciência Avícola.

REFERÊNCIAS

- AKIBA, K. L.; TAKAHASHI, K.; HORIGUCHI, M. et al. Effects of dietary fat and protein sources on performance, lipid content and mixed function oxidase in liver, and fat deposition and adipocyte cellularity in abdomen in broilers chickens. **Poultry Science**, v. 31, p. 381-391, 1994.
- ALAO, S. J.; BALNAVE, D. Growth and carcass composition of broilers fed sunflower oil and olive oil. Nutricional significance of different fat sources for growing broilers. **Poultry Science**, v. 25, p. 209-219, 1984.
- ALAO, S. J.; BALNAVE, D. Nutricional significance of different fat sources for growing broilers. **Poultry Science**, v. 64, p. 1602-1604, 1985.
- ANDREOTTI, M. O.; JUNQUEIRA, O. M.; BARBOSA, M. J. B. et al. Energia metabolizável do óleo de soja em diferentes níveis de inclusão para frangos de corte nas fases de crescimento e final. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 5, p. 1145-1151, 2004a.
- ANDREOTTI, M. O.; JUNQUEIRA, O. M.; BARBOSA, M. J. B. et al. Tempo de trânsito intestinal, desempenho, características de carcaça e composição corporal de frangos de corte alimentados com rações isoenergéticas formuladas com diferentes níveis de óleo de soja. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 4, p. 870-879, 2004b.
- ATTEH, J. O.; LEESON, S.; JULIAN, R. J. Effects of dietary levels and type of fat on performance and mineral metabolism of broiler chicks. **Poultry Science**, v. 62, p. 2403-2411, 1983.
- AWAD, A. B.; BENERDS, L. L.; FINK, C. S. Failure to demonstrate an effect of dietary fatty acid composition on body wheight, body composition and parameters of lipid metabolism in mature rats. **Journal of Nutrition**, v. 120, p. 1277-1282, 1990.
- BARTLEY, J. C. Lipids metabolism and its diseases. In: KANEKO, J.J. **Clinical Biochemistry of the Domestic Fowl**. 4. ed. New York: Academic Press, 1989. p.106-41.
- BENSON, J. D.; BENSAUDON, A. Response of adipose tissue lipoprotein lipase to fasting in the chicken and the rat. A species difference. **Journal of Nutrition**, v.107, p.990-997, 1977.
- BLANCH, A.; BARROETA, A. C.; BAUCCELLS, M. D. et al. Utilization of different fats and oils by adult chickens as a source of energy, lipid and fatty acids. **Animal Feed Science Technology**, v. 61, p. 335-342, 1996.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria n. 795, de 15 de dezembro de 1993. Aprova as normas de identidade, qualidade, embalagem, marcação e apresentação do óleo de soja e do farelo de soja. **Diário Oficial da União**, Brasília, 20 dezembro de 1993. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br>. Acesso em: 18, dez. 2006.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. BELLAYER. C. Onde estamos na produção de farinhas e gorduras animais? In: **V Workshop Sincobesp/Embrapa**, 2006, São Paulo. Disponível em: <http://www.sincobesp.com.br/ppt/programa.htm>. Acesso em: 14, dez. 2006.

BRUE, R. N.; LATSHAW, J. D. Energy utilization by the broiler chicken as affected by various fats and fat levels. **Poultry Science**, v. 64, p. 2119-2130, 1985.

CARDOSO, C. C.; GOMES, P. C.; ROSTAGNO, H. S. et al. Determinação da energia metabolizável de alguns óleos e gorduras para pintos de corte de 21 a 30 dias de idade. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37., 2000, Viçosa. **Anais...** Viçosa: SBZ, 2000, p. 269.

CAREW, L. B.; MACHEMER, R. H.; SHARP, R. W. et al. Fat absorption by the very young chick. **Poultry Science**, v. 51, p. 738-742, 1972.

CRESPO, N.; ESTEVE-GARCIA, E. Dietary fatty acid profile modifies abdominal fat deposition in Broiler Chickens. **Poultry Science**, v. 80, p. 71-78, 2001.

CRESPO, N.; ESTEVE-GARCIA, E. Dietary polyunsaturated fatty acids decrease fat deposition in separable fat but in the remainder carcass. **Poultry Science**, v. 81, p. 512-518, 2002.

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

DANICKE, H.; JEROCH, H.; BOTTCHE, W.; et al. Interactions between dietary fat type and enzyme supplementation in broiler diets with high pentosan contents: effects on prececal and total tract digestibility on fatty acids, metabolizability of gross energy, digesta viscosity and weights of small intestine. **Animal Feed Science Technology**, v. 84, p. 279-294, 2000.

DEATON, J. W.; McNAUGHTON, J. C.; REECHO, F. N. et al. Abdominal fat of broilers as influenced by dietary level of animal fat. **Poultry Science**, v. 60, p. 1250-1253, 1981.

DIAS, L. T. S. **Efeito do tanino e do ácido tânico sobre os lipídios plasmáticos e morfometria do fígado e pâncreas em frangos de corte**. 2004. 46 pg. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.

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

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

FERREIRA, A. F.; ANDREOTTI, M. O.; CARRIJO, A. S. et al. Valor nutricional do óleo de soja, do sebo bovino e de suas combinações em rações para frangos de corte. **Acta Scientiarum. Animal Science**, v. 27, n. 2, p. 213-219, 2005.

FRANCO, S. G. **Programas de alimentação e fontes de óleo para frangos de corte**. 1992. 118 pg. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.

FREEMAN, C. P. The digestion, absorption and transport of fats non-ruminants. In: Winseman, J. (Ed). **Fats in Animal Nutrition**. London: Butterworths, p. 105-122, 1984.

FREITAS, E. R.; SAKOMURA N. K.; NEME R.; SANTOS A. L. Valor energético do óleo ácido de soja para aves. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 40, n. 3, p. 241-246, 2005.

GOODRIDGE, A. G.; BALL, E. G. Lipogenesis in the pigeon: in vivo studies. **American Journal of Physiology**, v. 213, p. 245-249, 1967.

GRIFFIN, H.D.; WHITEHEAD, C. C. et al. A. The relationship between plasma triglyceride concentrations and body fat content in male and female broilers – a basis for selection? **British Poultry Science**, v. 21, p.107-113, 1981.

GRIFFIN, H. D.; GRANT, G.; PERRY, M. M. Hydrolysis of plasma triacylglycerol-rich lipoproteins from immature and laying hens by lipoprotein lipase in vitro. **Biochemical Journal**, v. 206, p. 647-54, 1982.

GRIFFIN, H. D.; GUO, K.; WINDSOR, D.; BUTTERWITH, S. C. Adipose tissue lipogenesis and fat deposition in leaner broiler chickens. **Journal of Nutrition**, v. 122, p. 363-368, 1992.

GRIFFITH, H.; 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, 1981.

GRUNDER, A. A.; CHAMBERS, J. R. Plasma very low density lipoproteins and abdominal fat in broiler chickens: heritabilities and genetic correlations. **Poultry Science**, v. 64, suppl. 1, p.109, 1985.

GUO, K.; GRIFFIN, H. D.; BUTTERWITH, S. C. Biochemical indicator of fatness in meat-type chickens: lack of correlation between lipoprotein lipase activity in post-heparin plasma and body fat. **British Poultry Science**, v. 29, p. 343-350, 1988.

HILL, J. A. Indicators of stress in poultry. **World's Poultry Science Journal**, v. 39, p. 24-32, 1983.

HURWITZ, S.; WESELBERG, M.; EISNER, V. et al. The energy requirements and performance of growing chickens and turkeys as affected by environmental temperature. **Poultry Science**, v. 59, p. 2290-2299, 1980.

HUSBANDS, D. R. The distribution of lipoprotein lipase in tissues of the domestic fowl and the effects of feeding and starving. **British Poultry Science**, v. 13, p. 85-90, 1972.

KEREN-ZVI, S.; NIR, I.; NITSAN, Z. et al. Effect of dietary concentrations of fat and energy on fat deposition in broilers divergently selected for high low abdominal adipose tissue. **British Poultry Science**, v. 31, p. 507-516, 1990.

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

LALL, S. P.; SLINGER, S. J. The metabolizable energy content of rapessed oil foots and the effects of blending with other fats. **Poultry Science**, v. 52, p.143-151, 1973.

LAURIN, D. E.; TOUCHBURN, S. P.; CHAVEZ, E. R. et al. Effect of dietary fat supplementation on the carcass composition of three genetic lines of broilers. **Poultry Science**, v. 64, p. 2131-2135, 1985.

LEESON, S.; SUMMERS, J. Fat values: The effect of fatty acid saturation. **Feedstuffs**, n. 8, p. 26-28, 1976.

LEGRAND, P.; MALLARD, J.; BERNARD-GRIFFITHS, M. A. et al. Hepatic lipogenesis in genetically lean and fat chickens. In vitro studies. **Comparative Biochemistry and Physiology**, n. 87B, p.789-792, 1987.

LEVEILLE, G. A.; ROMSOS, D. R.; YEH, Y. Y. et al. Lipid biosynthesis in the chick. A consideration of site of synthesis, influence of diet and possible regulatory mechanisms. **Poultry Science**, v. 54, p. 1075-1093, 1975.

MACARI, M.; FURLAN, R.L.; GONZALES, E. **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, 2002, 375p.

MANILLA, H. A.; HUSVETH, F.; NEMETH, K. Effects of dietary fat origin on the performance of broiler chickens and on the fatty acid composition of selected tissues. **Acta Agraria Kaposvariensis**, v. 3, n. 3, p. 375-385, 1999.

MARCH, B.; BIELY. Fat studies in poultry. 6. Utilization of fats of different melting points. **Poultry Science**, v. 36, p. 71-75, 1957.

MARCH, B. E. Plasma tryglyceride and glucose clearance in broiler type and white leghorn chickens with different degrees of adiposity. **Poultry Science**, v. 63, n. 8, p. 1586-1593, 1984.

MATEOS, G. G.; SELL, J. L. Influence of carbohydrate and supplemental fat source on the metabolisable energy of the diet. **Poultry Science**, v. 59, p. 2129-2135, 1980.

NASCIF C. C. C.; GOMES P. C.; ALBINO L. F. T. et al. 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**, v. 22, supl. 2, p. 375-385, 2004.

NRC - NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of poultry**. 9 ed. Washington, D.C.: National Academy Press, 1994, 71p.

NEWCOMBE, M. Tendências mundiais no manejo de frangos de corte In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIAS AVÍCOLAS, Santos. **Anais...Campinas: FACTA**, 1994, p.1-2.

O'HEA, E. K.; LEVEILLE, G. A. Significance of adipose tissue and liver as sites of various substrates for lipogenesis. **Journal of Nutrition**, v. 99, p. 338-344, 1969.

OZDOGAN, M.; AKSIT, M. Effects of the feeds containing different fats on carcass and blood parameters of broilers. **Journal of Applied Poultry Research**, v. 12, p. 251-256, 2003.

PADERSEN, M. E.; SCHOTZ, M. C. Rapid changes in rat heart lipoprotein lipase activity after feeding carbohydrate. **Journal of Nutrition**, v. 110, p. 481-487, 1980.

PEEBLES, E. D.; BRAKE, J. D.; LATOUR, M. A. Broiler performance, yield, and bone characteristics as affected by starter diet fat level. **Journal of Applied Poultry Research**, v. 6, p. 325-330, 1997.

PUCCI, L. E. A.; RODRIGUES, P. B.; FREITAS, R. T. S. et al. Níveis de óleo e adição de complexo enzimático na ração de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 4, p. 909-917, 2003.

RENNER, R.; HILL, F. W. The utilisation of corn oil, lard and tallow by chickens of various ages. **Poultry Science**, v. 39, p. 849-854, 1960.

RENNER, R.; HILL, F. W. Factors affecting the absorbability of saturated fatty acids in the chick. **Journal of Nutrition**, v. 74, p. 254 – 258, 1961.

SAADOUN, A.; LECLERCQ, B. Comparison in vitro fatty acid sintesis and transport in the domestic chick (*Gallus domesticus*). **Comparative Biochemistry and Physiology**, n. 75B, p. 641-644, 1983.

SAADOUN, A.; LECLERCQ, B. In vivo lipogenesis of genetically lean and fat chickens: effects of nutritional state and dietary fat. **Journal of Nutrition**, v. 117, p. 428-435, 1987.

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

SANZ, M.; FLORES, A.; PERES DE AYALA, P.; et al. Higher lipid accumulation in broilers fed on saturated fats than in those fed on unsaturated fats. **British Poultry Science**, v. 40, p. 95-101, 1999.

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

SIBBALD, I. R.; SLINGER, S. J.; ASHTON, C. C. Factors affecting the ME content of poultry diets 2. Variability in the ME values attributed to samples of tallow and undergummed soybean oil. **Poultry Science**, v. 40, p. 303-308, 1961.

TESSERAUD, S.; MAAA, N.; PERESSON, R. et al. M. Relative responses of protein turnover in three different skeletal muscles to dietary lysine deficiency in chicks. **British Poultry Science**, v. 37, p. 641-650, 1996.

WHITEREAD, C. C.; GRIFFIN, H. D. Plasma lipoprotein concentration as an indicator of fatness in broilers: effect of age and diet. **British Poultry Science**, v. 23, p. 299-305, 1982.

WHITEREAD, C. C.; GRIFFIN, H. D. Development of divergent lines of lean and fat broilers using plasma very low density lipoprotein concentration as selection criterion: the first three generations. **British Poultry Science**, v. 25, p. 573-582, 1984.

WISEMAN, J.; COLE, J. A.; PERRY, F. G. et al. Apparent metabolizable energy values of fats for broiler chicks. **British Poultry Science**, v. 27, p. 561-576, 1986.

WISEMAN, J.; SALVADOR, F. Influence of age, chemical composition and rate of inclusion on the apparent metabolizable energy of fats fed to broilers chicks. **British Poultry Science**, v. 30, p. 653-662, 1989.

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

YOUNG, R. J. The energy value of fats and fatty acids for chicks. 1. Metabolizable energy. **Poultry Science**, v. 40, p. 1225-1233, 1961.

ZAMBIAZI, R. C. ; KNAUS, W. ; AICHINGER, F. et al. Vegetable oil oxidation : effects of endogenous components. **Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 34, p. 22-32, 2000.

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

ÓLEO DE SOJA E SEBO BOVINO EM DIETAS DE FRANGOS DE CORTE NA FASE INICIAL¹

Fascina VB², Carrijo AS³

¹Projeto financiado pela FUNDECT-MS (Processo: 41/100.246/2005)

²Aluno de Mestrado em Ciência Animal da FAMEZ/UFMS. Bolsista FUNDECT-MS -
vitorfascina@yahoo.com.br

³DSc., Prof. DZO/FAMEZ/Universidade Federal de Mato Grosso do Sul – Campo
Grande/MS

Resumo

O objetivo deste estudo foi determinar os valores energéticos do óleo de soja e do sebo bovino combinados em diferentes proporções e avaliar o seu efeito sobre o desempenho, composição corporal e lipídios séricos em frangos de corte na fase inicial. No experimento I foi realizado um ensaio de digestibilidade para determinar o valor energético das misturas de óleo de soja (OS) e sebo bovino (SB), utilizando-se 100 frangos de corte com 12 a 21 dias de idade, machos da linhagem Ross. No experimento II foram utilizados 930 pintos de um dia de idade. Os tratamentos foram a inclusão de 4% de OS e SB em cinco proporções: 0:100, 25:75, 50:50, 75:25, 100:0, com seis repetições. No primeiro experimento, os valores de EMA e EMAn aumentaram linearmente ($P<0,01$), com o aumento da participação do OS na mistura. No segundo experimento, verificou-se que as diferentes proporções lipídicas influenciaram de forma quadrática ($P<0,01$) o peso corporal e o ganho de peso aos 21 dias de idade, aumentando até a proporção de 65,87:34,13. A composição corporal e as características de carcaça não foram influenciados ($P>0,05$) pela inclusão das fontes lipídicas na dieta. Os lipídios séricos diminuíram linearmente ($P<0,05$) à medida em que aumentou a participação do OS na dieta. O melhor desempenho das aves foi com a mistura de 75% OS e 25% SB. As diferentes proporções OS:SB não alteram a composição corporal e nas características de carcaça. O aumento do OS na dieta reduz os valores de lipídios séricos em frangos de corte aos 21 dias de idade.

Palavras-chave: desempenho, gorduras, lipídios séricos, óleos, valor energético

SOYBEAN OIL AND BEEF TALLOW IN DIETS OF BROILERS CHICKENS IN INITIAL PHASE

Abstract

The objective of this article was to determine the energy values of the soybean oil and of the beef tallow agreements in different proportions and to evaluate his effect on the performance, body composition and serum lipids in broilers in the initial phase. In the experiment I, a digestibility rehearsal was accomplished to determine the energy value of the mixtures of soybean oil (SO) and beef tallow (T), using 100 broilers from 12 to 21 days of age. In the experiment II were used 930 chicks of one day of age, males, of the lineage Ross. The treatments consisted in the inclusion of 4% of SO and T in five proportions: 0:100, 25:75, 50:50, 75:25, 100:0, with six repetitions. In the first experiment, the values of AME and AMEn increased linearly ($P < 0,01$), with the increase of the participation of the SO in the mixture. In the second experiment, it was verified that the different lipidic proportions influenced in a quadratic way ($P < 0,01$) the body weight and weight gain to the 21 days of age, increased until the proportion of 65,87:34,13. The body composition and characteristic of carcass was not influenced by the inclusion of the fats sources in the diet. The serum lipids decreased linearly ($P < 0,05$) while it was increased the participation of the SO in the diet. The best performance is the mixture of 75% of soybean oil with 25% of beef tallow. The different fats proportions didn't influence in the body composition and in the carcass characteristics. The increase of the soybean oil in the diet reduces the values of serum lipids in b roilers to the 21 days of age.

Key-words: performance, fats, serum lipids, oils, energetic value

Introdução

A utilização de óleos vegetais e gorduras animais em dietas de frangos de corte têm apresentado um efeito benéfico sobre a produção das aves, muitas vezes com valor biológico superior ao esperado, proporcionando aumento do conteúdo de energia metabolizável das dietas, sendo geralmente expresso em termos de melhora nas taxas de crescimento e eficiência alimentar.

A digestibilidade é o principal fator que influencia o valor nutricional da fonte lipídica, sendo influenciada pelo grau de saturação dos ácidos graxos, número de carbonos da cadeia, concentração de ácidos graxos livres, posicionamento na molécula de glicerol e da interação entre ácidos graxos insaturados e saturados (Rener & Hill, 1961, Ketels & DeGroot, 1989, Dvorin *et al.*, 1998 e Leeson & Summers, 2001,).

Estudos têm evidenciado que os valores energéticos das fontes de gorduras animais podem ser melhorados através de suas misturas com óleos vegetais, devido ao efeito sinérgico observado pela interação entre os ácidos graxos insaturados e saturados (Dvorin *et al.*, 1998). Porém este efeito sinérgico depende de um equilíbrio ideal entre os ácidos graxos insaturados e saturados presentes na mistura.

Tem-se constatado que a carne de frango possui baixa quantidade de gordura entre as fibras musculares. Entretanto, outras partes da carcaça ainda apresentam considerável adiposidade, principalmente nos tecidos adiposos subcutâneos, abdominal e visceral. Em razão de sua alta densidade energética, a síntese e deposição de gordura nesses tecidos envolvem considerável custo metabólico para as aves, além de constituir uma via indesejada e antieconômica na repartição dos nutrientes dietéticos. Além dos aspectos acima mencionados, a preferência do mercado consumidor por alimentos mais saudáveis e com pouca quantidade de gordura exerce forte motivação, levando a indústria avícola a buscar soluções mais efetivas para sanar este tipo de problema.

A lipoproteína de densidade muito baixa (VLDL) presente na circulação sanguínea, parece ser o principal fator na deposição da gordura, devido a correlação com o conteúdo das gorduras abdominal e total (Grunder & Chambers, 1985). Além disso, altos níveis de VLDL, a lipoproteína de densidade baixa (LDL) é o fator mais importante no processo de aterosclerose em humanos e animais, com isso fontes ricas em ácidos graxos insaturados

como o óleo de soja, são importantes na tentativa de redução das lipoproteínas causadores de problemas coronarianos e proporcionar uma alimentação mais saudável.

O objetivo deste trabalho foi determinar os valores energéticos de diferentes proporções de óleo de soja e de sebo bovino e avaliar seu efeito sobre o desempenho, composição corporal, características de carcaça e lipídios séricos em frangos de corte na fase inicial.

Material e Métodos

Foram conduzidos dois experimentos, sendo um de digestibilidade e outro de desempenho no Laboratório Experimental de Ciência Aviária, do Departamento de Zootecnia, da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande – MS.

Experimento I

Foi conduzido um ensaio de digestibilidade para determinar o valor energético das misturas de óleo de soja e sebo bovino em dietas de frangos de corte machos, da linhagem Ross 308, no período de 12 a 21 dias de idade. As aves foram distribuídas em gaiolas de metabolismo com dimensões de 60 x 50 x 40 cm, adaptadas com bandejas previamente revestidas com plástico para receber as excretas. Cada gaiola foi equipada com bebedouro tipo nipple e um comedouro. A dieta basal foi formulada sem adição das fontes lipídicas (Tabela 1), baseada nas recomendações propostas por Rostagno *et al.* (2000). As fontes lipídicas substituíram em 12% a dieta basal, de modo que cada dieta teste foi composta por 88% da dieta basal e 12% de fonte lipídica.

Os tratamentos foram constituídos por cinco proporções de óleo de soja e sebo bovino (0:100; 25:75; 50:50; 75:25; 100:0), em delineamento inteiramente casualizado composto por quatro repetições com cinco aves por unidade experimental, perfazendo um total de 100 aves.

Tabela 1 – Composição centesimal e nutricional da dieta basal para frangos de corte no período de 12 a 21 dias de idade.

Ingredientes	Percentual
Milho moído	64,646
Farelo de soja	31,800
Fosfato bicálcico	1,810
Calcário calcítico	0,940
DL – Metionina 99%	0,170
L-Lisina HCl (78,4%)	0,094
Premix mineral ¹	0,050
Premix vitamínico ²	0,050
Sal comum	0,440
Total	100,000
Composição nutricional	
Energia metabolizável (kcal/kg)	2.900
Proteína bruta (%)	20,000
Fibra Bruta (%)	3,143
Metionina digestível (%)	0,438
Metionina + Cistina digestível (%)	0,792
Lisina digestível (%)	1,119
Cálcio (%)	0,930
Fósforo disponível (%)	0,441

¹ Composição por kg de mistura: Cobre 18 g; Zinco 120 g; Iodo 2 g; Ferro 60 g; Manganês 120 g.

² Composição por kg de mistura: Vit.A 6.000.000 UI; Vit. D₃ 1.000.000 UI; Vit. E 10.000 g ; Pantotenato de cálcio 8.000 mg; Niacina 10.000 mg; Piridoxina 800 mg; Riboflavina 2.000 mg; Tiamina 600 mg; Vit. B₁₂ 6.000 mcg; Vit. K₃ 1.000 mg; Biotina 30 mg; Selênio 400 mg; Antioxidante 30.000 mg.

O ensaio foi conduzido durante 10 dias, sendo cinco dias para adaptação das aves às dietas experimentais e cinco dias para coleta total de excretas. Após o período de adaptação foi adicionado óxido férrico (2%) em todas as dietas no primeiro e no último dia como marcador do início e término do período de coleta. As aves receberam água e ração à vontade durante todo período experimental, sendo que o fornecimento de ração foi feito quatro vezes ao dia a fim de se evitar o desperdício de alimento. As excretas foram coletadas em intervalo de 12 horas e armazenadas em freezer a temperatura de -10°C. Ao final do período experimental foi anotada a quantidade de ração consumida, bem como a quantidade de excreta produzida em cada repetição.

As excretas, depois de descongeladas, foram reunidas por repetição, homogeneizadas, pesadas e uma amostra de 10% foi retirada e pesada, sendo colocada em estufa de ventilação forçada, à temperatura de 55°C, por 72 horas, a fim de se proceder a pré-secagem. Posteriormente, as excretas foram expostas ao ar, para haver equilíbrio com a temperatura e

umidade ambiente, em seguida foram pesadas, moídas e armazenadas para as análises laboratoriais.

As análises laboratoriais de matéria seca e nitrogênio das dietas e das excretas foram realizadas pelos métodos descritos por Silva (1990) e os valores de energia bruta, determinados através da bomba calorimétrica PARR.

Com base nos resultados das análises, calcularam-se os valores de energia metabolizável das fontes lipídicas utilizando-se as equações propostas por Matterson *et al.* (1965). Os parâmetros avaliados foram submetidos à análise de variância e posteriormente a análise de regressão por meio do programa estatístico SAS (1996).

Experimento II

Foram utilizados 930 pintos de corte machos da linhagem Ross 308 de um dia de idade, distribuídos em delineamento inteiramente casualizado composto por cinco tratamentos e seis repetições, sendo cada unidade experimental constituída de 31 aves.

Os tratamentos consistiram na inclusão de 4% de óleo de soja e sebo bovino em cinco proporções (0:100; 25:75; 50:50; 75:25 e 100:0). As dietas isoenergéticas e isoprotéicas foram formuladas segundo recomendações nutricionais contidas em Rostagno *et al.* (2005) e fornecidas à vontade na forma farelada (Tabela 2). Os valores energéticos do OS, SB e de suas misturas foram os determinados no experimento I.

Os boxes possuíam área de 2,38m², equipados com uma lâmpada incandescente de 150W para aquecimento das aves, um bebedouro pendular e um comedouro tubular com capacidade para 25 kg. A cama utilizada foi de maravalha com 10 cm de espessura.

O monitoramento da temperatura e umidade relativa do ar foi realizado por meio de um conjunto de termômetros de máxima e mínima, bulbo seco e bulbo úmido e de globo negro colocados na altura das aves. As temperaturas foram, posteriormente, convertidas ao índice de temperatura de globo e umidade (ITGU), segundo Buffington *et al.* (1981). As temperaturas foram registradas diariamente em três horários (8:00, 14:00 e 17:00 horas). O programa de luz utilizado foi o de 24 horas de iluminação.

Os parâmetros ganho de peso (GP), consumo de ração (CR) e conversão alimentar (CA), foram determinados semanalmente e a mortalidade anotada diariamente.

Tabela 2 - Composições centesimais e nutricionais das dietas experimentais para frangos de corte no período de 1 a 21 dias de idade.

Ingredientes	Proporções lipídicas (OS:SB)				
	0:100	25:75	50:50	75:25	100:0
Milho	54,405	53,494	52,716	52,448	50,809
Farelo de soja 45%	34,500	35,219	35,013	34,942	34,509
Farelo de trigo	-	0,536	1,528	1,870	3,959
Óleo de soja	-	1,000	2,000	3,000	4,000
Sebo bovino	4,000	3,000	2,000	1,000	-
Núcleo ¹ vit. e min.	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000
Sal comum	0,261	0,300	0,300	0,300	0,300
Fostato bicálcico	0,280	0,268	0,255	0,251	0,225
DL-Metionina (99,0%)	0,454	0,406	0,407	0,407	0,408
L-Lisina HCl (78,4%)	0,900	0,589	0,591	0,592	0,596
L-Treonina (98,5%)	0,199	0,188	0,190	0,191	0,194
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Composição nutricional					
Energia Metab. (kcal/kg)	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000
Proteína bruta (%)	21,14	21,14	21,14	21,14	21,14
Fibra bruta (%)	3,303	3,384	3,451	3,474	3,616
Lisina digestível (%)	1,363	1,363	1,363	1,363	1,363
Metionina digestível (%)	0,532	0,532	0,532	0,532	0,532
Metionina+Cistina dig. (%)	0,968	0,968	0,968	0,968	0,968
Treonina digestível (%)	0,884	0,884	0,884	0,884	0,884
Triptofano digestível (%)	0,218	0,218	0,218	0,218	0,218
Ácido linoléico (%)	1,085	1,085	1,085	1,085	1,085
Cálcio (%)	0,942	0,942	0,942	0,942	0,942
Fósforo disponível (%)	0,471	0,471	0,471	0,471	0,471
Potássio (%)	0,595	0,595	0,595	0,595	0,595
Sódio (%)	0,224	0,224	0,224	0,224	0,224
Cloro (%)	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200

¹ Composição por kg de mistura: Vit. A 220.000 UI; Vit. D3 40.000 UI; Vit. E 320mg; Vit. B12 320mcg; Vit. K3 30mg; Colina 52,19g; Ácido fólico 8mg; Pantotenato de cálcio 200mg; Biotina 1,2mg; Niacina 700mg; Piridoxina 40mg; Riboflavina 90mg; Tiamina 24 mg; Cálcio 172,4g; Sódio 24g; Flúor (máx.) 594mg; Fósforo 62,7g; Selênio 5mg; Ferro 1,410mg; Cobre 180mg; Manganês 1,237mg; Zinco 1,200mg; Iodo 20mg; Metionina 35,64g; Aditivo promotor de crescimento 7.000mg; Coccidiostático 7,5g.

No 21^o dia de idade foi retirada aleatoriamente uma ave no peso médio de cada parcela experimental. Após jejum de 6 horas, foram abatidas por deslocamento cervical, depenadas, congeladas, moídas e uma amostra de 10% foi pesada, secas em estufa de ventilação forçada a 55°C por 72 horas. Após a pré-secagem as amostras foram submetidas às análises laboratoriais para matéria seca, proteína bruta, extrato etéreo e cinzas segundo metodologia descrita por Silva (1990). Os valores de energia bruta foram determinados através de bomba calorimétrica PARR.

Ainda no 21º dia de idade, foram retiradas aleatoriamente duas aves com o mesmo peso médio de cada repetição para colheita de sangue e posterior abate para determinação de rendimento de carcaça e percentual de gordura abdominal. As aves permaneceram em jejum por um período de 6 horas para diminuir os efeitos da alimentação nos parâmetros sanguíneos. Uma amostra de aproximadamente 5 ml de sangue foi colhida da veia ulnar em seringa descartável, sendo usada agulha 25 x 7, transferidas para tubos de ensaio para posterior obtenção do soro sanguíneo. As análises de colesterol total, triglicérides, lipoproteína de alta densidade (HDL), lipoproteína de baixa densidade (LDL) e lipoproteína de densidade muito baixa (VLDL) foram determinadas por espectrofotômetro utilizando kits comerciais¹.

O rendimento de carcaça foi determinado pela relação do peso de carcaça eviscerada, sem pés, cabeça e pescoço, pelo peso corporal das aves. O percentual de gordura abdominal foi determinado em relação ao peso da carcaça eviscerada sem pés, cabeça e pescoço.

Os dados coletados foram submetidos à análise de variância e, posteriormente, a análise de regressão com o auxílio do procedimento General Lineal Model ao nível de 5% de significância, do programa estatístico SAS (1996).

Resultados e Discussão

Experimento 1

Os valores de energia metabolizável aparente (EMA) e corrigida para nitrogênio (EMAn) estão apresentados na Tabela 3. Os valores energéticos aumentaram linearmente ($P < 0,01$) à medida que aumentou o grau de insaturação das proporções lipídicas por meio do aumento da participação do óleo de soja na mistura (Figura 1).

De acordo com Freeman (1984), as aves jovens possuem baixa capacidade de produção de lipase pancreática e bile, causando uma diminuição na digestão e absorção das gorduras da dieta. Estudando o desenvolvimento dos órgãos digestivos e enzimas de frangos de corte, Nir *et al.* (1993) verificaram que a atividade da lipase pancreática aumenta gradativamente até os 15 dias de idade quando atinge atividade máxima.

¹ Labtest Diagnóstica S.A.

Tabela 3 – Valores de energia metabolizável aparente (EMA) e corrigida para retenção de nitrogênio (EMAn) do óleo de soja, do sebo bovino e de suas proporções determinados com frangos de corte machos no período de 12 a 21 dias de idade.

Variáveis	Proporções lipídicas (óleo de soja:sebo bovino)					CV ² (%)	p-value
	0:100	25:75	50:50	75:25	100:0		
EMA ^{1*}	7.882	8.384	8.701	8.801	9.478	2,41	0,0001
EMAn ^{1*}	7.542	8.076	8.385	8.727	9.271	2,05	0,0001

*Efeito linear; ¹Valores expressos em kcal/kg; ²Coefficiente de variação.

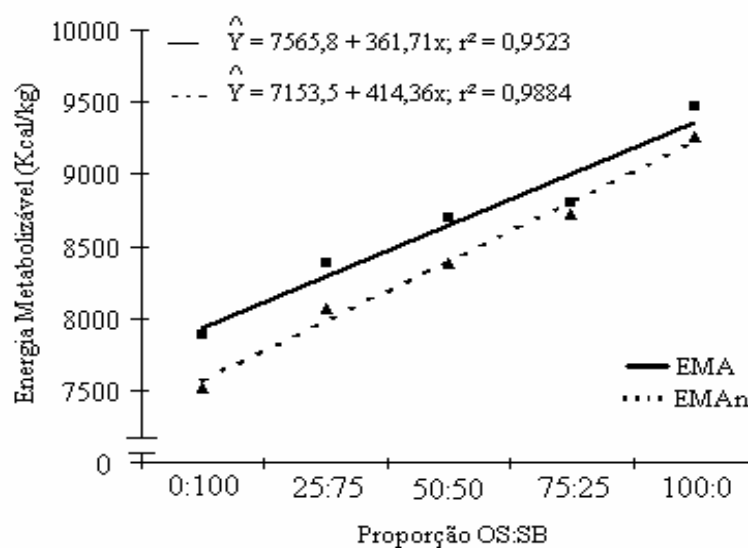


Figura 1 – Valores de EMA e EMAn do óleo de soja, sebo bovino de suas proporções determinados com frangos de corte machos no período de 12 a 21 dias de idade.

A melhora linear nos valores energéticos das misturas entre o óleo de soja e sebo bovino para as aves na fase inicial obtidas neste estudo deve-se, possivelmente, ao aumento no grau de insaturação dos ácidos graxos na dieta, uma vez que segundo Leeson e Summers (1976) o aumento da concentração de ácidos graxos insaturados melhora a absorção dos lipídios, uma vez que os ácidos graxos poliinsaturados de cadeia média e longa são mais solubilizados na fase micelar do que os ácidos graxos saturados de cadeia longa, o que resulta em maiores coeficientes de absorção e, conseqüentemente, maiores valores energéticos para as fontes insaturadas. Ketels e DeGroote (1989) observaram que maiores valores energéticos foram obtidos quando as fontes lipídicas apresentavam uma relação de ácidos graxos insaturados:saturados (I:S) de 2,5. Situação semelhante foi observado por Danicke *et al.* (2000), mas com uma proporção I:S de 5,47. Portanto, mesmo sem ter sido determinado a

relação I:S neste estudo, pode-se dizer que o aumento do óleo de soja nas proporções com o sebo bovino, proporcionou uma relação I:S dentro da faixa considerada ideal.

Quando comparado os valores energéticos determinados para o óleo de soja isoladamente com valores citados na literatura, observou-se que o valor encontrado foi próximo ao obtido por Junqueira *et al.* (2005), superior aos valores estabelecidos pelo NRC (1994) e aos determinados por Wiseman *et al.* (1998), Mossab *et al.* (2000), Rostagno *et al.* (2000, 2005), Nascif *et al.* (2004) e Gaiotto (2004). O mesmo ocorreu com o sebo bovino, cujos valores são superiores aos valores citados na literatura por Ketels & DeGroote (1989), NRC (1994), Mossab *et al.* (2000), Danicke *et al.* (2000), Rostagno *et al.* (2000, 2005) e Nascif *et al.* (2004). De acordo com Cullen *et al.* (1961) os valores energéticos superiores dos lipídios podem ser influenciados por componentes da dieta, sendo uma possível justificativa para os valores deste experimento serem superiores aos obtidos pelos demais pesquisadores.

Experimento II

As temperaturas máxima, mínima, de globo negro e de bulbo seco foram de $30,6 \pm 1,43^{\circ}\text{C}$, $27,0 \pm 1,18^{\circ}\text{C}$, $31,53 \pm 1,79^{\circ}\text{C}$ e $29,71 \pm 1,61^{\circ}\text{C}$ respectivamente. A umidade relativa do ar foi de $77,03 \pm 18,03\%$. O ITGU foi calculado em $82,12 \pm 2,20$.

Na Tabela 4 estão apresentados os resultados de desempenho das aves. Não houve diferenças significativas para as variáveis de desempenho nos períodos de 1 a 7 dias e 7 a 14 dias. Os resultados são semelhantes aos obtidos por Vieira *et al.* (2002), que utilizando 4% de óleo ácido de soja nas dietas de frangos de corte, não observaram diferenças no desempenho das aves no período de 7 a 14 dias em comparação com aves suplementadas com óleo de soja degomado ou suas misturas. Porém, Gaiotto (2004) estudando o desempenho de frangos de corte alimentados com dietas contendo óleo ácido de soja, óleo de soja, óleo de vísceras puros ou combinados observou menor desempenho das aves alimentadas com dietas contendo óleo de soja aos 7 e 14 dias de idade.

No período de 14 a 21 dias, o GP variou de forma quadrática ($P < 0,01$), aumentando à medida que houve maior adição de óleo de soja na mistura, até a proporção OS:SB de 60,94:39,06 ($\text{GP}_{14-21\text{d}} = 378,71 + 2,377x - 0,0195x^2$; $r^2 = 0,96$). A conversão alimentar também variou de forma quadrática ($P < 0,05$), com as diferentes proporções das fontes energéticas, diminuindo até a proporção 69,80:30,20 ($\text{CA}_{14-21\text{d}} = 1,676 - 0,0046x + 0,000032x^2$; $r^2 = 0,66$).

Tabela 4 – Desempenho de frangos de corte submetidos a dietas contendo diferentes proporções de óleo de soja e sebo bovino no período de 1 a 21 dias de idade.

Variáveis	Proporções lipídicas (OS:SB)					p-value	CV ¹ (%)
	0:100	25:75	50:50	75:25	100:0		
1-7 dias							
GP, g	131,28	127,68	134,01	135,83	130,26	0,516	4,74
CR, g	163,89	164,65	171,11	169,19	165,59	0,265	4,58
CA, g/g	1,25	1,29	1,28	1,25	1,27	0,842	4,53
VB, %	99,46	96,77	98,92	99,46	99,46	0,393	2,35
7-14 dias							
GP, g	289,27	317,34	309,54	294,94	311,56	0,148	4,21
CR, g	412,11	428,16	423,09	404,78	426,71	0,954	3,60
CA, g/g	1,42	1,35	1,37	1,37	1,37	0,087	3,30
VB, %	98,37	99,46	99,46	99,46	98,39	0,268	1,73
14-21 dias							
GP, g	375,82	432,20	441,36	448,83	421,66	0,0001	4,31
CR, g	621,75	699,92	687,60	646,33	662,46	0,090	6,73
CA, g/g	1,66	1,61	1,56	1,44	1,58	0,028	7,10
VB, %	98,94	100,00	100,00	98,91	99,44	0,541	1,25
1-21 dias							
PC, g	847,05	923,13	935,37	921,03	923,99	0,0001	2,58
GP, g	801,27	876,90	888,42	874,92	880,69	0,0001	2,68
CR, g	1187,72	1266,42	1246,56	1216,26	1245,29	0,182	2,86
CA, g/g	1,48	1,44	1,40	1,39	1,41	0,0002	2,03
VB, %	95,99	95,48	97,58	97,42	97,58	0,567	3,32

PC: peso corporal; GP: ganho de peso; CR: consumo de ração; CA: conversão alimentar; VB: viabilidade;

¹Coefficiente de variação.

Os resultados obtidos neste período contrastam com os de Vieira *et al.* (2002) que não observaram diferenças para o ganho de peso e conversão alimentar em aves submetidas a dietas com óleo de soja e óleo ácido de soja e suas misturas no mesmo período.

A inclusão das proporções OS:SB, no período de 1 a 21 dias influenciaram ($P<0,01$) o peso corporal e o ganho de peso, que variaram de forma quadrática, aumentando até a proporção de 65,87:34,13 (Figura 2). Da mesma forma, a conversão alimentar foi influenciada ($P<0,01$), de forma quadrática, diminuindo até a uma proporção de 72,25:27,75 (Figura 3). A resposta apresentada pela conversão alimentar pode ser relacionada com o ganho de peso, considerando-se que o consumo de ração não apresentou diferenças significativas ($P>0,05$) entre os tratamentos.

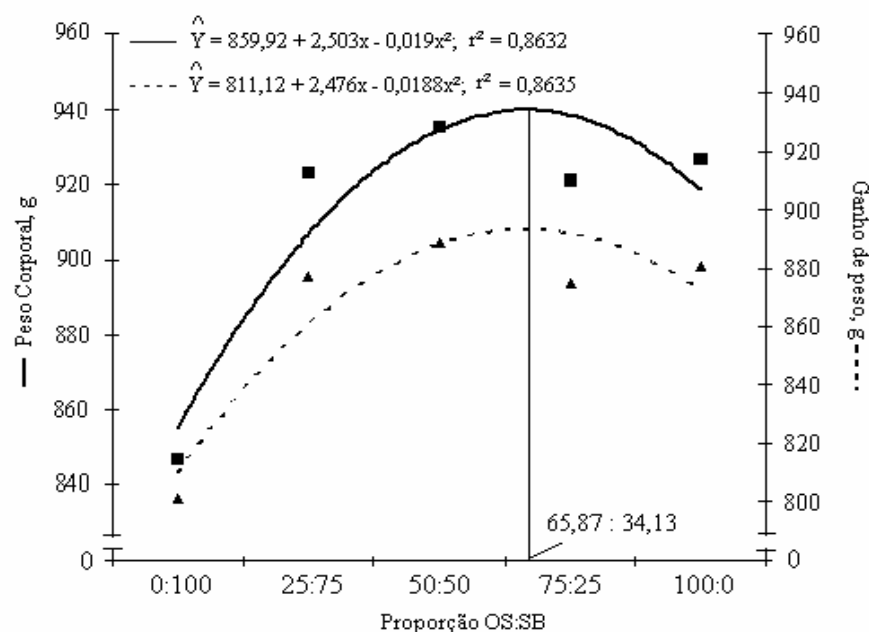


Figura 2 – Peso corporal e ganho de peso, em função das diferentes proporções de óleo de soja e sebo bovino em dietas de frangos de corte machos no período de 1 a 21 dias de idade.

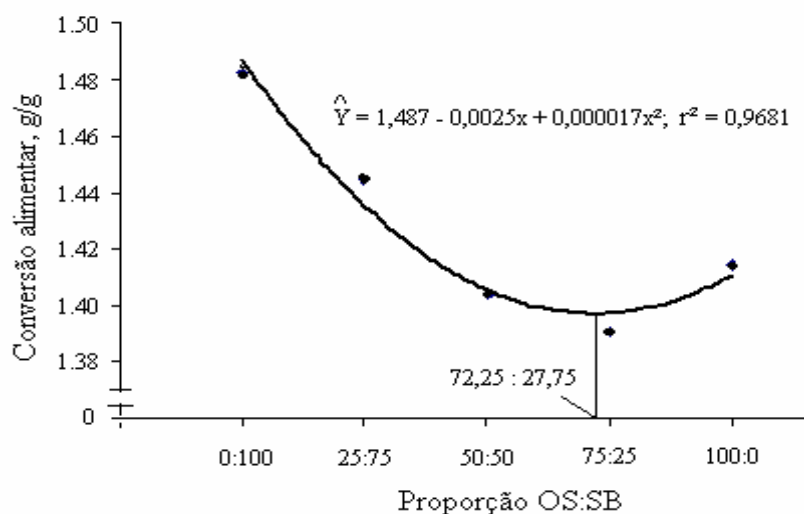


Figura 3 - Conversão alimentar, em função das diferentes proporções de óleo de soja e sebo bovino em dietas de frangos de corte machos no período de 1 a 21 dias de idade.

De acordo com os resultados obtidos, pode-se inferir que houve sinergismo entre o sebo bovino e o óleo de soja. Dietas ricas em ácidos graxos insaturados como o óleo de soja,

melhoram o processo de digestão, com a melhora na secreção de bile para formação das micelas, aumentando a absorção de ácidos graxos saturados, refletindo assim na melhora do desempenho das aves alimentadas com misturas de óleo de soja e sebo bovino. Também os ácidos graxos insaturados apresentam menor incremento calórico e, em temperaturas acima da faixa de conforto para as aves, resultam em maior energia líquida e melhor desempenho (Brue e Latshaw, 1985).

Os resultados obtidos estão de acordo com os encontrados por com Ferreira *et al.* (2005), que avaliando a inclusão de 6% de OS e SB em dietas para frangos de corte nas fases de crescimento e final observaram que o tratamento com 75% de óleo de soja apresentaram valores numéricos superiores em relação aos demais tratamentos.

Estudando diferentes fontes lipídicas, Tracker *et al.* (1994) observaram pior desempenho em frangos de corte aos 21 dias de idade alimentados com sebo bovino em relação ao óleo de canola degomado. Os autores não observaram diferenças no desempenho quando compararam o sebo bovino em relação a ácidos graxos acidificados. Manilla *et al.* (1999) observaram maior peso corporal e ganho de peso em frangos de corte alimentados com óleos vegetais em relação às gorduras animais.

Avaliando o nível de energia metabolizável nas dietas de frangos de corte Mendes *et al.* (2004) observaram efeito quadrático para peso corporal e ganho de peso, aumentando o ganho de peso até o nível de 3.140 kcal EM/kg (dieta contendo 5,1% de óleo de soja). Comparando os dados de peso corporal e ganho de peso, os obtidos pelos autores são inferiores aos observados neste trabalho.

O desempenho aos 21 dias de idade, obtidos neste estudo, diferem dos obtidos por Gaiotto *et al.* (2000) onde que as aves alimentadas com OS obtiveram desempenho superior ao óleo ácido de soja (OAS), SB e a mistura OAS:SB (1:1), porém os autores não observaram diferenças significativas quando compararam o OS com as misturas OAS:OS e OS:SB na proporção 1:1.

Ao avaliar níveis de óleo de soja em rações de frangos de corte Pucci *et al.* (2003) observaram aumento linear no ganho de peso à medida que aumentou a inclusão do óleo de soja na dieta, sendo o maior ganho de peso obtido com a adição de 7,5% de óleo de soja.

Tabela 5 – Valores de energia bruta (EB), matéria seca (MS), umidade (UM), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE) e cinzas (CZ) de frangos de corte alimentados com dietas contendo diferentes proporções de óleo de soja e sebo bovino aos 21 dias de idade.

Composição Corporal ¹	Proporções OS:SB					p-value	CV ² (%)
	0:100	25:75	50:50	75:25	100:0		
EB (kcal/kg)	6.037,80	6.099,28	6.107,82	6.158,42	6.057,92	0,707	3,85
MS (%)	31,23	30,35	30,40	30,79	30,34	0,414	3,52
UM (%)	68,77	69,65	69,59	69,21	69,65	0,983	10,27
PB (%)	50,21	53,17	51,62	51,62	53,38	0,368	5,79
EE (%)	33,23	33,29	32,79	33,73	31,02	0,528	10,92
CZ (%)	7,95	7,29	7,71	7,32	7,53	0,558	10,65

¹Valores expressos em 100% de Matéria Seca

²Coefficiente de variação

Para as características de composição corporal não foram observadas diferenças significativas ($P>0,05$) nas aves que receberam diferentes proporções de óleo de soja e sebo bovino (Tabela 5).

Estes resultados corroboram com Laurin *et al.* (1985), em que os percentuais de proteína bruta e extrato etéreo não foram influenciados pelos níveis de gordura na dieta aos 21 dias de idade e por Alao e Balvane (1985) que não encontrou diferenças para o nível de extrato etéreo de carcaças de aves alimentadas com óleos vegetais e gorduras animais.

Estudando a influência de diferentes níveis de óleo de soja em frangos de corte aos 56 dias de idade, Andreotti *et al.* (2004) observaram que à medida que aumentava o nível de inclusão de óleo de soja na dieta, o teor de extrato etéreo total na carcaça aumentou e o teor de cinzas reduziu linearmente. Comparando com o presente trabalho, pode-se inferir que a maior deposição de gordura corporal nas aves ocorre nos períodos finais de criação.

Na Tabela 6 estão apresentados os resultados de peso de carcaça (PCa), rendimento de carcaça (RCa) e percentual de gordura abdominal (GAb) aos 21 dias de idade. Não houve diferenças significativas ($P>0,05$) para RCa e GAb. Entretanto, o PCa foi influenciado ($P<0,01$), de forma quadrática, pelas proporções de OS:SB ($PCa = 586,50 + 1,938x - 0,0156x^2$; $r^2 = 0,77$). Ferreira *et al.* (2005) utilizando 6% da mistura OS:SB na dieta de frangos de corte obtiveram resultados semelhantes aos 41 dias de idade. Já Andreotti *et al.* (2004) estudando a influência de diferentes níveis de óleo de soja nas dietas de frangos de corte não observaram diferenças no rendimento de carcaça, porém a porcentagem de gordura abdominal elevou-se com o aumento do nível de 6,84% do óleo de soja na dieta de frangos de corte aos 56 dias de idade.

Tabela 6 – Valores de peso de carcaça (PCa), rendimento de carcaça (RCa) e gordura abdominal (GAb) de frangos de corte alimentados com dietas contendo diferentes proporções de óleo de soja e sebo bovino aos 21 dias de idade.

Variáveis	Proporções lipídicas (OS:SB)					p-value	CV ¹ (%)
	0:100	25:75	50:50	75:25	100:0		
PCa, g	578,58	645,42	631,33	641,42	627,92	0,002	4,80
RCa, %	74,29	77,06	74,67	74,54	72,81	0,414	6,06
GAb, %	1,98	1,67	1,86	1,94	1,74	0,938	27,52

¹Coeficiente de variação

Estudando níveis de energia metabolizável em frangos de corte aos 21 dias de idade Oliveira *et al.* (2000) não observaram diferenças significativas no rendimento de carcaça, porém o peso de gordura abdominal aumentou linearmente com a elevação dos níveis de energia metabolizável nas dietas. O RCa foi melhor em relação ao presente estudo, quando comparado com os mesmos níveis de energia metabolizável.

Avaliando os efeitos de diferentes níveis de adição de gordura (0; 3; 7%) sobre o desempenho e rendimento de carcaça no peso aos 44 dias de idade, em aves alimentadas na fase inicial, Peebles *et al.* (1997) concluíram que as adições de 3 ou 7% de sebo bovino entre 11 e 21 dias de idade não promoveram efeito adverso no teor de gordura de carcaça aos 44 dias de idade e que adicionando esses mesmos níveis entre 0 a 10 dias de idade ocorreu aumento do rendimento de carcaça nos machos, porém associado com o aumento do teor de gordura abdominal aos 44 dias de idade.

Os resultados dos valores de triglicérides (TRIGL), colesterol total (COL T), lipoproteína de alta densidade (HDL), lipoproteína de baixa densidade (LDL) e lipoproteína de densidade muito baixa (VLDL) estão apresentados na Tabela 7.

Não houve diferenças significativas ($P > 0,05$) para os valores de HDL nas aves que receberam diferentes proporções lipídicas. Estes resultados corroboram com Silva *et al.* (2001) que não observaram variações significativas para os valores de HDL de aves alimentadas com óleo vegetal ou banha suína. Os autores atribuíram o resultado encontrado como positivo, pois altos níveis de HLD em aves resultam em benefícios, devido o HDL ser responsável pelo transporte de colesterol dos tecidos para o fígado onde será metabolizado. Os valores de HDL para o sebo bovino, observados neste estudo, são maiores que os encontrados por Ozdogan e Aksit (2003) e Traker *et al.* (1994). O valor de HDL obtido para o óleo de soja são maiores que os obtidos por Silva *et al.* (2001) e Ozdogan e Aksit (2003).

Tabela 7 - Valores médios de triglicérides (TRIGL), colesterol total (COL T), lipoproteína de alta densidade (HDL), lipoproteína de baixa densidade (LDL) e lipoproteína de densidade muito baixa (VLDL) de frangos de corte alimentados com dietas contendo diferentes proporções de óleo de soja e sebo bovino aos 21 dias de idade.

Variáveis	Proporções lipídicas (OS:SB)					p-value	CV ² (%)
	0:100	25:75	50:50	75:25	100:0		
TRIGL ¹	48,43	45,95	43,39	40,04	38,44	0,011	17,03
COL T ¹	166,16	162,85	136,20	120,58	110,89	0,001	23,98
HDL ¹	88,42	89,06	92,78	92,81	93,45	0,418	14,27
LDL ¹	48,75	47,03	37,63	34,41	28,48	0,015	40,74
VLDL ¹	10,21	9,19	7,80	7,52	6,06	0,001	23,37

¹Valores expressos em mg/dl; ²Coeficiente de variação.

Os valores obtidos de TRIGL apresentaram diminuição linear ($P < 0,05$) com a maior participação do óleo de soja na mistura ($\text{Trigl} = 48,425 - 0,1034x$; $r^2 = 0,99$). Os valores de TRIGL, deste experimento, contrariam os resultados obtidos Ozdogan e Aksit (2003) que não observaram diferenças significativas em frangos de corte alimentados com óleos vegetais ou sebo bovino. O valor de TRIGL das aves alimentadas com óleo de soja observado neste experimento é maior que o obtido por Silva *et al.* (2001).

Os níveis de COL T apresentaram diminuição linear ($P < 0,01$) a medida que aumentou a participação do óleo de soja nas misturas ($\text{COL T} = 169,89 - 0,6112x$; $r^2 = 0,95$). Crespo e Esteve-Garcia (2003) também observaram um maior nível de COL T em aves alimentadas com sebo bovino em relação aquelas alimentadas com óleo de girassol e de linhaça, demonstrando que fontes lipídicas ricas em ácidos graxos poliinsaturados diminuem os níveis de colesterol total. Por outro lado, os níveis de COL T, obtidos neste experimento são contrastantes com os observados por Ozdogan e Aksit (2003), onde o sebo bovino apresentou menor valor em relação ao óleo de soja. Tracker *et al.* (1994) não observaram diferenças significativas para os níveis de COL T entre o sebo bovino e ácidos graxos acidulados puros ou combinado com glicerol.

Com relação aos níveis de LDL e VLDL, houve diminuição linear para LDL ($P < 0,05$) e para VLDL ($P < 0,01$) com o aumento da participação do óleo de soja nas dietas, demonstrando que fontes ricas em ácidos graxos insaturados diminuem os valores médios destes lipídios que estão entre os principais fatores relacionados ao desenvolvimento de arteriosclerose em humanos e animais ($\text{LDL} = 49,88 - 0,2125x$; $r^2 = 0,96$ e $\text{VLDL} = 10,15 - 0,0398x$; $r^2 = 0,97$). Estes dados corroboram com Crespo e Esteve-Garcia (2003) que

observaram diminuição do VLDL nas aves alimentadas com óleo de girassol ou linhaça em relação as alimentadas com sebo bovino e de Ozdogan e Aksit (2003) que observaram menor valor de VLDL em aves alimentadas com óleo de soja em relação ao sebo bovino.

Segundo Jiang et al. (1990), em pintos recém-eclodidos, o depósito de colesterol no músculo esquelético estimula síntese de apoproteína A-I, característica do HDL. A apoproteína A-I ativa a enzima LCAT que esterifica o colesterol presente na superfície do HDL convertendo o colesterol presente em quilomícrons, VLDL, LDL e tecidos periféricos em ésteres de colesterol, para serem transportados para o fígado. Portanto, em aves alimentadas com dietas ricas em ácidos graxos insaturados a síntese de apoproteína é mantida por mais tempo, aumentada a concentração de HDL e diminuída a de LDL e VLDL. Assim, pode-se inferir que o óleo de soja diminuiu os valores de LDL e VLDL, proporcionando às aves menores teores de colesterol.

Conclusão

Adição de fonte lipídica insaturada a fonte lipídica saturada apresenta sinergismo proporcionando aumento do valor energético da mistura. A mistura de 75% de óleo de soja com 25% de sebo bovino promove um melhor desempenho das aves. As diferentes proporções lipídicas não influenciam a composição corporal e as características de carcaça. O aumento do óleo de soja nas dietas reduz os valores de lipídios séricos em frangos de corte aos 21 dias de idade.

Como indicações práticas a utilização de uma mistura com 3% de óleo de soja e 1% de sebo bovino proporciona melhores desempenho a frangos de corte na fase inicial.

Referências

Alao SJ, Balnave D. Nutricional significance of different fat sources for growing broilers. *Poultry Science* 1985; 64:1602-1604.

Andreotti MO, Junqueira OM, Barbosa MJB, Cancherini LC, Araújo LF, Rodrigues EA. Tempo de trânsito intestinal, desempenho, características de carcaça e composição corporal de

frangos de corte alimentados com rações isoenergéticas formuladas com diferentes níveis de óleo de soja. *Revista Brasileira de Zootecnia* 2004; 33(4): 870-879.

Brue Rn, Latshaw JD. Energy utilization by the broiler chicken as affected various fats and fat levels. *Poultry Science* 1985; 64:2119-2130.

Crespo N, Esteve-Garcia E. Polyunsaturated fatty acids reduce insulin and very low density lipoprotein levels in broiler chickens. *Poultry Science* 2003; 82:1134-1139.

Cullen MP, Rasmussen OG, Wilder OHM. Metabolisable energy value and utilization of different types and grades of fat by the chick. *Journal of American Meat Institute* 1961; 217: 360-367.

Danicke H, Jeroch H, Bottcher W, Simon O. Interations between dietary fat type and enzyme supplementation in broiler diets with high pentosan contents: effects on prececal and total tract digestibility on fatty acids, metabolizability of gross energy, digesta viscosity and weights of small intestine. *Animal Feed Science and Technology* 2000; 84: 279-294.

Dvorin A, Zoref Z, Mokady S. Nutritional aspects of hydrogenated and regular soybean oil added to diets of broiler chickens. *Poultry Science* 1998; 77:820-825.

Ferreira AF, Andreotti MO, Carrijo AS, Souza KMR, Fascina VB, Rodrigues EA. Valor nutricional do óleo de soja, do sebo bovino e de suas combinações em rações para frangos de corte. *Acta Scientiarum. Animal Science*, 2005; 27(2):213-219.

Freeman CP. The digestion, absorption and transport of fats non-ruminants. In: Winseman, J. (Ed). *Fats in Animal Nutrition*. London: Butterworths, 1984, p:105,122.

Gaiotto JB. Determinação da energia metabolizável de gorduras e sua aplicação na formulação de dietas para frangos de corte. [Dissertação]. Piracicaba (SP): Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz; 2004.

Gaiotto JB, Menten JFM, Racanicci AMC, Iafigliola MC. Óleo de soja, óleo ácido de soja e sebo bovino como fontes de gordura em rações de frangos de corte. *Revista Brasileira de Ciência Avícola* 2000; 2(3):219-228.

Grunder AA, Chambers JR. Plasma very low density lipoproteins and abdominal fat in broiler chickens: heritabilities and genetic correlations. *Poultry Science* 1985; 64(1):109.

Jiang Z, Cherian G, Robinson FE, Sim JS. Effect of feeding cholesterol to laying hens and chicks on cholesterol metabolism in pre - and posthatch chicks. *Poultry Science* 1990; 69:1694-1701.

Junqueira OM, Andreotti MO, Araújo LF, Duarte KF, Cancherini LC, Rodrigues EA. Valor energético de algumas fontes lipídicas determinado com frangos de corte. *Revista Brasileira de Zootecnia* 2005; 34(6): 2335-2339.

Ketels E, DeGroot G. Effect of ratio of unsaturated to saturated fatty acids of the dietary lipid fraction on utilization and metabolizable energy of added fats in young chicks. *Poultry Science* 1989; 68:1506-1512.

Laurin DE, Touchburn SP, Chavez ER et al. Effect of dietary fat supplementation on the carcass composition of three genetic lines of broilers. *Poultry Science* 1985; 64:2131-2135.

Leeson S, Summers J. Fat values: The effect of fatty acid saturation. *Feedstuffs*. 1976; 8:26-28.

Leeson S, Summers JD. *Nutrition of the chicken*. 4th ed. Ontario:University Books; 2001. 591 p.

Manilla HA, Husveth F, Nemeth K. Effects of dietary fat origin on the performance of broiler chickens and on the fatty acid composition of selected tissues. *Acta Agraria Kaposvariensis* 1999; 3(3):375-385.

Matterson LD, Potter LM, Stutz MW, Singsen EP. The metabolizable energy of feed ingredients for chickens. *Research Report* 1965; 7:3-11.

Mendes AA, Moreira L, Oliveira EG, Garcia EA, Almeida MIM, Garcia RG. Efeito da energia da dieta sobre desempenho, rendimento de carcaça e gordura abdominal de frangos de corte. *Revista Brasileira de Zootecnia* 2004; 33(6):2300-2307.

Mossab A, Hallouis JM, Lessire M. Utilization of soybean oil and tallow in young turkeys compared with young chickens. *Poultry Science* 2000; 79:1326-1331.

Nascif CCC, Gomes PC, Albino LFT, Rostagno HS. 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* 2004; 33(2):375-385.

NRC - National Research Council. *Nutrient requirements of poultry*. 9th ed. Washington (DC): National Academy Press; 1994.

Nir I, Nitsan Z, Mahagua M. Comparative growth and development of the digestive organs and of some enzymes in broiler and egg type chicks after hatching. *British Poultry Science* 1993; 34:523-532.

Oliveira RFM, Zanusso JT, Donzele JL, Ferreira RA, Albino LFT, Valerio SR, Oliveira Neto AR, Carmo HM. Níveis de energia metabolizável para frangos de corte de 1 a 21 dias de idade mantidos em ambiente de alta temperatura. *Revista Brasileira de Zootecnia* 2000; 29(3):810-816.

Ozdogan M, Aksit M. Effects of the feeds containing different fats on carcass and blood parameters of broilers. *Journal of Applied Poultry Research* 2003; 12:251-256.

Peebles ED, Brake JD, Latour MA. Broiler performance, yield, and bone characteristics as affected by starter diet fat level. *Journal of Applied Poultry Research* 1997; 6:325-330.

Pucci LEA, Rodrigues PB, Freitas RTS, Bertechini AG, Carvalho EM. Níveis de óleo e adição de complexo enzimático na ração de frangos de corte. *Revista Brasileira de Zootecnia* 2003; 32(4):909-917.

Renner R, Hill FW. Factors affecting the absorbability of saturated fatty acids in the chick. *Journal of Nutrition* 1961; 74:254-258.

Rostagno HS, Albino LFT, Donzele JL, Gomes PC, Ferreira AS, Oliveira RF, Lopes DC. Tabelas brasileiras para aves e suínos: Composição de alimentos e exigências nutricionais. Viçosa (MG): UFV; 2000. 141p.

Rostagno HS, Albino LFT, Donzele JL, Gomes PC, Ferreira AS, Oliveira RF, Lopes DC. Tabelas brasileiras para aves e suínos: Composição de alimentos e exigências nutricionais. Viçosa (MG): UFV; 2005. 186p.

Silva DJ. *Análise de alimentos (Métodos químicos e biológicos)*. 2ª ed. Viçosa (MG): UFV; 1990. 165p.

Silva RR, Oliveira TT, Nagem TJ, Pinto AL, Albino LFT, Almeida MR, Moraes GHK, Pinto JG. Efeito hipolipidêmico dos flavanóides naringina e rutina. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición* 2001; 51(3):258-264.

SAS - Statistical Analyses System. User's guide. version 6, 4.ed. Cary: 1996, 1686p

Tracker PA, Campbell GL, Xu Y. Composition and nutritive value of acidulated fatty acids, degummed canola oils and tallow as energy sources for starting broiler chicks. *Animal Feed Science and Technology* 1994; 46:251-260.

Vieira SL, Ribeiro AML, Kessler AM, Fernandes LM, Ebert AR, Eichner G. Utilização da Energia de Dietas para Frangos de Corte Formuladas com Óleo Ácido de Soja. *Revista Brasileira de Ciência Avícola* 2002; 4(2):1-13.

Wiseman J, Powles J, Salvador F. Comparison between pigs and poultry in the prediction of the dietary energy value of fats. *Animal Feed Science Technology* 1998; 71:1-9.