

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

**PERFIL DE ÁCIDOS GRAXOS E CARACTERÍSTICAS DE
CARÇA DE FRANGOS DE CORTE ALIMENTADOS COM
DIETAS CONTENDO ÓLEO DE SOJA E/OU SEBO BOVINO**

*FATTY ACIDS PROFILE AND CARCASS CHARACTERISTICS OF
BROILER CHICKENS FED DIETS CONTAINING SOYBEAN OIL
AND/OR BEEF TALLOW*

Amélia Maria Lima Garcia

CAMPO GRANDE
MATO GROSSO DO SUL – BRASIL
NOVEMBRO 2009

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

**PERFIL DE ÁCIDOS GRAXOS E CARACTERÍSTICAS DE
CARÇA DE FRANGOS DE CORTE ALIMENTADOS COM
DIETAS CONTENDO ÓLEO DE SOJA E/OU SEBO BOVINO**

*FATTY ACIDS PROFILE AND CARCASS CHARACTERISTICS OF
BROILER CHICKENS FED DIETS CONTAINING SOYBEAN OIL
AND/OR BEEF TALLOW*

Amélia Maria Lima Garcia
Zootecnista

Orientador: Prof. Dr. Alfredo Sampaio Carrijo

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

CAMPO GRANDE
MATO GROSSO DO SUL – BRASIL
NOVEMBRO 2009

Amélia Maria Lima Garcia

“Perfil de ácidos graxos e características de carcaça de frangos de corte alimentados com dietas contendo óleo de soja e/ou sebo bovino”

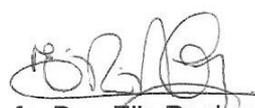
“Fatty acids profile and carcass characteristics of broiler chickens fed diets containing soybean oil and/or beef tallow”

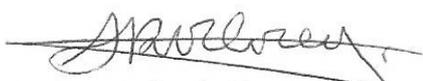
Dissertação apresentada à Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, como parte dos requisitos do Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal para obtenção do título de Mestre.

Área concentração: Produção Animal

APROVADA: 06/11/2009


Prof. Dr. Alfredo Sampaio Carrijo
Orientador


Profa. Dra. Elis Regina de Moraes Garcia


Prof. Dr. Antonio Paulo Nunes de Abreu

*"Aprender é a única coisa de que a mente nunca se cansa,
nunca tem medo e nunca se arrepende"*

Leonardo da Vinci

A Deus pela vida, saúde e força concedida nos momentos difíceis.

*Aos meus pais Otílio e Luiza e aos meus irmãos Sheila e
Henrique pelo incentivo e apoio aos meus estudos e
especialmente pelo amor, carinho e respeito.*

Dedico.

AGRADECIMENTOS ESPECIAIS

Ao Prof. Dr. Alfredo Sampaio Carrijo pela orientação, ensinamentos, confiança, paciência, pela amizade e alegria de todos os dias, contribuindo em meu crescimento profissional e pessoal. Pela acolhida confortante, confiança, força e paz transmitida em momentos tão difíceis.

Ao Prof. Dr. Roberto de Oliveira Roça pela orientação e realização das análises de perfil de ácidos graxos no Laboratório de Tecnologia de Carnes do Departamento de Gestão e Tecnologia Agroindustrial, UNESP, Campus de Botucatu.

Meus sinceros e carinhosos agradecimentos.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo dom da vida, proteção e pela alegria de viver.

A Fundação de Apoio ao Desenvolvimento do Ensino, Ciência e Tecnologia do Estado de Mato Grosso do Sul (FUNDECT), pela bolsa de estudo (Processo: 41/100.270/2006) durante o curso e ao apoio financeiro deste projeto.

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

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

Ao Prof. Dr. Charles Kiefer, pela amizade, ensinamentos e colaboração de meus trabalhos.

Ao amigo Gabriel Manvailer, pela amizade, apoio nos trabalhos realizados e dedicação de todos os dias.

Ao colega de Mestrado Vitor Fascina, pelo apoio na condução do experimento.

Aos colegas Érica Pleutim, Evellize Morara, Heloísa Oliveira, Juliana Vieira, pela execução das análises laboratoriais e pelo convívio bem humorado.

As colegas de Mestrado Elizangela Silva e Mariana Moura, pela amizade, alegria, convívio, risadas e conversas.

As queridas amigas Kelly Peralta, Jeannie D'Angeli, pela amizade, carinho, alegria, conversas e pelos momentos de descontração juntos compartilhados.

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

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

Ao Prof. Dr. Marcelo Andreotti ("*in memoriam*"), por ter dado o incentivo inicial em trabalhar com pesquisa.

Enfim, a todos que direta ou indiretamente colaboraram para a realização desta pesquisa. O meu muito obrigada!

LISTA DE TABELAS

	“Página”
Tabela 1 - Características físico-químicas das fontes lipídicas.....	6
Tabela 2 - Perfil de ácidos graxos das fontes lipídicas.....	7
Tabela 3 - Composições centesimais e nutricionais das dietas experimentais para frangos de corte no período de 22 a 42 dias de idade.....	21
Tabela 4 - Perfil de ácidos graxos das proporções lipídicas na dieta de frangos de corte no período de 22 a 42 dias de idade.....	22
Tabela 5 - Desempenho de frangos de corte alimentados com proporções de óleo de soja e sebo bovino no período de 22 a 42 dias de idade.....	24
Tabela 6 - Rendimentos de carcaça e cortes de frangos de corte alimentados com proporções de óleo de soja e sebo bovino no período de 22 a 42 dias de idade.....	25
Tabela 7 - Composição corporal e carcaça de frangos de corte alimentados com proporções de óleo de soja e sebo bovino no período de 22 a 42 dias de idade.....	27
Tabela 8 - Composição do peito e coxa+sobrecoxa de frangos de corte alimentados com proporções de óleo de soja e sebo bovino no período de 22 a 42 dias de idade.....	29
Tabela 9 - Perfil de ácidos graxos da carne de peito de frangos de corte em função das proporções de óleo de soja e sebo bovino nas dietas.....	30

SUMÁRIO

	“Página”
INTRODUÇÃO.....	1
1 Lipídios.....	2
1.2 Digestibilidade dos lipídios.....	4
2 Fontes Lipídicas: Óleo de Soja e Sebo Bovino.....	6
2.1 Métodos de obtenção e processamento.....	8
2.1.1 óleo de soja.....	8
2.1.2 sebo bovino.....	9
3 Influência do Perfil de Ácidos Graxos no Desempenho.....	9
4 Influência do Perfil de Ácidos Graxos nas Características de Carcaça.....	11
REFERÊNCIAS.....	12
PERFIL DE ÁCIDOS GRAXOS, DESEMPENHO E CARACTERÍSTICAS DE CARCAÇA DE FRANGOS DE CORTE SUBMETIDOS A DIETAS CONTENDO ÓLEO DE SOJA E SEBO BOVINO.....	16
Resumo.....	16
Abstract.....	17
Introdução.....	18
Material e Métodos.....	20
Resultados e Discussão.....	23
Conclusões.....	32
Referências Bibliográficas.....	33

**PERFIL DE ÁCIDOS GRAXOS E CARACTERÍSTICAS DE CARÇAÇA DE
FRANGOS DE CORTE ALIMENTADOS COM DIETAS CONTENDO
ÓLEO DE SOJA E/OU SEBO BOVINO**

Resumo: O objetivo do trabalho foi avaliar a suplementação de 6% de óleo de soja, sebo bovino e suas diferentes proporções na dieta sobre o perfil de ácidos graxos, desempenho, composição corporal e carcaça, rendimento e composição de cortes e carcaça de frangos de corte no período de 22 a 42 dias de idade. As misturas lipídicas não influenciaram ($P>0,05$) o consumo de ração, ganho de peso, conversão alimentar, rendimento de carcaça, peito, coxa+sobrecoxa, asa, dorso e percentual de gordura abdominal, percentuais de matéria seca, umidade, proteína bruta, extrato etéreo da composição corporal e percentuais de matéria seca, umidade, extrato etéreo e cinzas da composição de carcaça, peito e coxa+sobre coxa dos frangos de corte. O peso final e percentual de cinzas da composição corporal aumentou de forma linear e o percentual de proteína bruta diminuiu de forma linear em função do aumento do grau de insaturação das proporções lipídicas. As misturas lipídicas influenciaram ($P<0,05$) o perfil de ácidos graxos no peito dos frangos de corte. A suplementação de 6% de óleo de soja, sebo bovino e suas diferentes proporções na dieta influenciam o perfil de ácidos graxos, desempenho e as características de carcaça de frangos de corte no período de 22 a 42 dias de idade. Assim, o perfil lipídico do frango de corte pode ser alterado por meio da inclusão de misturas entre o óleo de soja e sebo bovino, visando melhor desempenho e características de carcaça das aves e disponibilizar aos seres humanos produtos de melhor qualidade nutricional.

Palavras-chave: composição corporal, desempenho, fontes lipídicas, ômega 3, ômega 6

FATTY ACIDS PROFILE AND CARCASS CHARACTERISTICS OF BROILER CHICKENS FED DIETS CONTAINING SOYBEAN OIL AND/OR BEEF TALLOW

Abstract: The aim this study was to evaluate the supplementation of 6% soybean oil, beef tallow and their different proportions in the diet on the fatty acid profile, performance, body and carcass composition, cuts and carcass yield and composition of broilers chicken in the period of 22 to 42 days old. The lipid mixtures did not influence ($P > 0.05$) the feed consumption, weight gain, feed conversion, carcass yield, breast, thigh+drumstick, wing, back and abdominal fat percentage and dry matter, moisture, crude protein, ether extract percentage body composition and dry matter, moisture, ether extract and ash percentage carcass composition, breast and thigh+drumstick of broilers chicken. The final weight and ash percentage body composition increased linearly and crude protein percentage decreased linearly with increasing degree of unsaturation of the lipid proportions. The lipid mixtures influenced ($P < 0.05$) breast fatty acids profile broilers chicken. The supplementation of 6% soybean oil, beef tallow and their different proportions in the diet influence the fatty acid profile, performance and carcass characteristics of broilers chicken in the period 22 to 42 days old. Thus, the lipid profile of broiler chickens may be amended by inclusion of oil and beef tallow mixture by better performance and carcass characteristics of birds and humans to provide products of higher nutritional quality.

Keywords: body composition, fatty acids, lipids sources, omega 3, omega 6, performance

INTRODUÇÃO

Em virtude do melhoramento genético das linhagens de aves industriais, as rações são formuladas contendo elevado teor energético a fim de atender os requisitos nutricionais para crescimento, conversão alimentar e conformação de carcaça. Assim é necessária a utilização de alimentos com elevada densidade nutricional, com o objetivo de compensar a redução no consumo e proporcionar aos frangos consumir os nutrientes mínimos necessários para seu bom desempenho.

Os óleos vegetais e as gorduras animais são ingredientes alimentares com elevada concentração energética e podem ser incorporados às dietas avícolas para aumentar o conteúdo energético (FIRMAN et al., 2008). Os valores energéticos das fontes de gorduras animais podem ser melhorados com a utilização associada aos óleos vegetais, devido ao efeito sinérgico verificado pela interação entre os ácidos graxos insaturados e saturados (DVORIN et al., 1998)

O sebo bovino é uma fonte de energia animal que vem sendo incorporado às rações avícolas devido ao seu baixo custo por unidade de energia e tem proporcionado melhor desempenho aos frangos de corte. É uma gordura animal oriunda das graxarias dos frigoríficos bovinos, desta forma, o Estado de Mato Grosso do Sul devido aos seus inúmeros frigoríficos de bovino, pode fornecer quantidade suficiente de sebo bovino para sua inclusão nas dietas das aves.

Entretanto, o sebo bovino é uma fonte rica em ácidos graxos saturados e uma das prováveis explicações dos resultados inferiores de desempenho nos animais, em relação aqueles proporcionados por dietas contendo óleo de soja estão relacionados ao fato de não promover uma proporção adequada entre ácidos graxos saturados e insaturados, acarretando menor digestibilidade de gordura (GAIOTTO et al., 2000).

Além dos vários fatores que interferem na determinação da digestibilidade das gorduras, é necessário avaliar as alterações ocorridas nas características das carcaças das aves,

uma vez que o mercado consumidor busca alimentos com baixa quantidade de gordura, pois a ingestão de gordura foi associada a problemas de saúde nos humanos.

Do ponto de vista de qualidade da carne de frango, dependendo da origem e perfil de ácidos graxos da fonte lipídica utilizada na dieta das aves, o perfil de ácidos graxos da carne pode ser modificado. A demanda por produtos de melhor qualidade tem revelado grande interesse em modificar a composição lipídica da carne de frango, uma vez que os consumidores procuram alimentos mais saudáveis e com reduzido teor de gordura.

Assim, é importante avaliar e encontrar fontes lipídicas de baixo custo energético que promovam além de melhor desempenho zootécnico, melhor qualidade de carcaça das aves.

1 Lipídios

Os lipídios incluindo gorduras e óleos são substâncias solúveis em solventes apolares (éter, clorofórmio e hexano) com pequena ou nenhuma solubilidade em água. Ainda são ésteres de ácidos graxos e alguns alcoóis, principalmente, glicerol e colesterol, no qual podem ser divididos em triglicerídios, esteróides e ceras. Sendo que triglicerídio é o lipídio padrão de um organismo, constituído por glicerol esterificado com três ácidos graxos e representam mais de 90% dos alimentos utilizados na alimentação animal (BAIÃO & LARA, 2005).

As propriedades químicas e físicas dos lipídios são determinadas por sua composição de ácidos graxos, comprimento e grau de saturação da cadeia carbônica. Assim, as gorduras animais, como o sebo bovino são ricas em cadeia longa de ácidos graxos saturados e a maioria das fontes vegetais tem alto teor de ácidos graxos insaturados (SMINK et al., 2008).

Desta forma verifica-se que frangas de corte alimentadas com dietas contendo dois tipos de óleo de canola apresentaram maior crescimento quando comparados às fêmeas alimentados com dietas contendo sebo bovino e borra de óleo ácido de soja. Estas melhores taxas de crescimento são resultado do maior percentual de ácidos graxos de cadeia longa e maiores teores de triglicerídios encontrados no óleo de canola (THACKER et al., 1994).

As gorduras animais e as fontes vegetais são frequentemente incluídas para elevar o conteúdo energético das dietas para frangos de corte, principalmente durante o verão, quando as temperaturas são elevadas causando redução no consumo de ração pelas aves.

A temperatura ambiente é considerada o fator físico de maior efeito no desempenho dos frangos de corte, já que exerce grande influência no consumo de ração e, com isto, afeta o ganho de peso e a conversão alimentar destes animais. Ao elevar a temperatura corporal, em função de aumento na temperatura ambiental, as aves aumentam a frequência respiratória e reduzem o consumo de ração, na tentativa de manter a temperatura corporal dentro de limites fisiológicos, assim reduzem o consumo ideal de nutrientes (LANA et al., 2000).

Devido ao aumento da concentração de energia na ração por meio da inclusão de fontes dietéticas ricas em lipídios, a ingestão de alimentos pelas aves diminui, mas não afeta negativamente o ganho de peso diário, resultando em uma melhora na eficiência alimentar (PINCHASOV & NIR, 1992; SCAIFE et al, 1994). Dietas ricas em ácidos graxos poliinsaturados reduzem a deposição de gordura em frangos de corte quando comparadas com dietas suplementadas com a mesma quantidade de gorduras ricas em ácidos graxos saturados ou monosaturadas (SANZ et al., 1999; CRESPO & ESTEVE-GARCÍA, 2001, 2002b).

Outros benefícios da adição de óleos e gorduras nas dietas avícolas são obtidos, tais como: aumento das taxas de crescimento, palatabilidade dos alimentos e eficiência alimentar; diminuição do consumo de ração, pulverulência e perdas das rações fareladas e peletizadas. Além disso, apresentam efeito extra-calórico dos lipídios, pois são fontes de ácido linoléico e vitaminas lipossolúveis; estimulam a liberação do hormônio colecistoquinina, que aumenta a secreção do suco pancreático; reduzem o incremento calórico durante o processo de digestão e a velocidade de trânsito dos alimentos no sistema digestório, resultando em aumento da digestibilidade (FIRMAN et al., 2008).

Verifica-se que a inclusão da combinação entre sebo bovino e óleo de soja na dieta de frangos de corte aumenta a relação entre ácidos graxos insaturados e saturados na dieta de 0,69 para 5,47, conseqüentemente, aumenta o ganho de peso, melhora a conversão alimentar, digestibilidade da gordura e de seus ácidos graxos (DANICKE et al., 2000).

A inclusão de óleos e gorduras na dieta, com o objetivo de alterar a composição de ácidos graxos da carne de frango para adequar as recomendações atuais da saúde dos seres humanos, tem promovido a substituição de fontes de gordura animal por óleos vegetais ricos em ácidos graxos insaturados (ORTIZ et al., 2006). Os ácidos graxos da série ômega 3 são essenciais para crescimento e desenvolvimento humano e podem desempenhar um papel importante na prevenção e tratamento de doença arterial coronariana, hipertensão arterial,

diabetes, artrite, depressão, inflamatórios e doenças auto-imunes e câncer (AZMAN et al., 2005).

No entanto, alguns fatores devem ser observados na utilização dos lipídios nas dietas das aves, tais como: uso de altos níveis de gordura podem provocar efeitos negativos no processo de peletização da ração; difícil mensuração do conteúdo de energia metabolizável da dieta, devido há suscetibilidade ao desenvolvimento da rancidez; e baixa digestibilidade de gorduras saturadas (FIRMAN et al., 2008).

A rancidez oxidativa ocorre devido à oxidação de ligações duplas em ácidos graxos insaturados, formando peróxidos que posteriormente são polimerizados e decompostos, produzindo aldeídos, cetonas e ácidos de baixo peso molecular. A rancificação é a principal causa de perda da qualidade dos ingredientes ou da ração afetando sabor, aroma, cor e textura, e também diminuindo seu valor nutritivo (BAIÃO & LARA, 2005). A vitamina E é um antioxidante natural que inibe o processo de peroxidação lipídica (VILLAVERDE et al., 2004).

1.2 Digestibilidade dos lipídios

Os lipídios chegam intactos no duodeno e a presença de alimentos estimula a secreção de colecistoquinina que induz a contração da vesícula biliar e secreção do suco pancreático, formando o quimo. Assim a colipase se liga a interface óleo-água produzindo a emulsão, posteriormente, os triglicerídios sofrem hidrólise sob a ação da lipase pancreática, deste modo formam-se as micelas que são compostas por monoglicerídios e ácidos graxos livres (BAIÃO & LARA, 2005).

Quando os monoglicerídios e ácidos graxos livres atingem os enterócitos são reesterificados e combinados com colesterol livre e esterificado, lipoproteínas e fosfolípidos para formar os quilomícrons. Desta forma, os triglicerídios reesterificados são retirados do sistema digestório ao circulatório via sistema venoso porta, pois o sistema linfático nas aves não está bem desenvolvido, e atingem o fígado onde ocorre o metabolismo dos lipídios. (LEESON & SUMMERS, 2001).

Sabe-se que monoglicerídios e ácidos graxos insaturados de cadeia longa quando associadas à presença de sais biliares conjugados formam as micelas, enquanto que, ácidos

graxos saturados possuem menor capacidade para formar micelas devido à sua característica baixa polaridade. Portanto, ácidos graxos insaturados de cadeia longa possuem maior capacidade de formar micelas, podendo agir sinergicamente na absorção de ácidos graxos saturados quando misturados (FERREIRA, 1999).

Embora exista efeito sinérgico entre ácidos graxos poliinsaturados e saturados, a capacidade dos ácidos graxos poliinsaturados solubilizar os saturados na fase micelar é restrita. Uma vez que, este sinergismo é menor quanto maior a concentração de gordura na dieta e pode ser influenciado pelo nível de inclusão e tipo de ração, gerando diferenças quanto à capacidade das aves em digerir e absorver gorduras (LEESON & SUMMERS, 2001).

Os lipídios podem ser incluídos à dieta dos frangos de corte em níveis de 3% (FIRMAN et al., 2008) a 10% (CRESPO & ESTEVE-GARCÍA, 2001; FERRINI et al., 2008). A inclusão de 3, 6 e 9% de diferentes proporções de ácidos graxos insaturados e saturados obtidas com óleo de soja e sebo bovino nas dietas de frangos de corte foi utilizada por Wongsuthavas et al. (2008) para avaliar a relação entre o tipo e a quantidade de gordura adicionada à ração sobre a deposição de gordura abdominal. Os autores verificaram que o aumento da ingestão de óleo de soja em detrimento do sebo reduziu a deposição de gordura abdominal e o número de células de gordura na carne de peito de frangos de corte.

Além disso, os lipídeos são altamente digestíveis, sendo que o sebo bovino e óleo de soja apresentam 80 e 95% de coeficiente de digestibilidade, respectivamente (ROSTAGNO et al., 2005). Em dietas para frangos de corte contendo 10% de fontes lipídicas (sebo bovino e óleos de oliva, girassol e linhaça) verificou-se percentual de digestibilidade igual estatisticamente entre as fontes lipídicas, nas quais apresentaram 64, 70, 69 e 68% de digestibilidade, respectivamente para sebo bovino, óleos de oliva, girassol e linhaça (CRESPO & ESTEVE-GARCÍA, 2002b).

No entanto, a digestibilidade das gorduras depende de vários fatores tais como: comprimento da cadeia carbônica, número de insaturações, presença ou ausência de ligação éster (triglicerídios ou ácidos graxos livres), relação ácidos graxos saturados e insaturados, perfil de ácidos graxos livres, composição da dieta, tipo e quantidade de triglicerídios na dieta, integridade da flora intestinal, sexo e idade das aves (LEESON & SUMMERS, 2001; NASCIF et al., 2004).

De fato, ácidos graxos de cadeia longa saturados na posição 1 e 3 podem ser absorvidos menos eficientemente do que aqueles ligados à posição 2, é devido ao caráter mais

hidrofílico em comparação ao ácido graxo saturado na posição 1 ou 3 (SMINK et al., 2008). Além disso, a alta digestibilidade de ácidos graxos de cadeia longa saturados na posição 2, provavelmente, também é responsável pela maior taxa de deposição desses ácidos graxos de frangos de corte (SCHEEDER et al., 2003).

Verificou-se que a adição de 10% em dietas dos frangos de corte das combinações 0:100; 20:80; 40:60; 60:40; 80:20 e 100:0 entre sebo bovino e óleo de soja, respectivamente, reduziu a digestibilidade da gordura e ácidos graxos à medida que a proporção de sebo bovino na mistura aumentava (DANICKE et al., 2000).

Entretanto, a mistura de lipídios na dieta das aves é uma estratégia da indústria, que pode ser benéfica com ganhos de digestibilidade das combinações com alto grau de saturação, como no caso da mistura do sebo bovino com gorduras de menor saturação.

2 Fontes Lipídicas: Óleo de Soja e Sebo Bovino

A indústria avícola utiliza com mais frequência as fontes lipídicas como matéria prima para atingir as recomendações nutricionais em energia metabolizável nas dietas de frangos de corte, tais como: sebo bovino, banha suína e óleos de soja, ácido de soja, óleo de vísceras entre outras fontes animais e vegetais que possibilitem baixar os custos.

O óleo de soja é um lipídio de origem vegetal que se apresenta líquido à temperatura ambiente, enquanto o sebo bovino, de origem animal apresenta-se pastoso, com odor característico e cor esbranquiçada. As características físico-químicas do óleo de soja e sebo bovino são apresentadas na Tabela 1, na qual se verifica maior valor do índice de iodo (número de duplas ligações nos lipídios) no óleo de soja, assim maior estabilidade lipídica.

Tabela 1 - Características físico-químicas das fontes lipídicas

Índices	Óleo de soja	Sebo bovino
Peso específico a 25°C (g/cm ³)	0,914 a 0,922	0,903 a 0,907
Índice de iodo (g I ₂ /100g)	120 a 143	33 a 47
Índice de saponificação (mg KOH/g)	189 a 198	190 a 200
Energia metabolizável (kcal/kg)	8790	7401

Adaptado de BRASIL, (1993); ROSTAGNO, (2005); AOCS, (2009)

O óleo de soja apresenta alta energia metabolizável, isso se deve aos óleos vegetais produzirem baixas perdas de energia fecal quando comparados as gorduras animais (ZOLLITSCH ET AL., 1997). Entretanto, o índice de saponificação do sebo bovino em relação ao do óleo de soja é um pouco mais elevado. Quanto mais alto for seu valor, mais curto será o comprimento da cadeia de triglicerídios (BAIÃO & LARA, 2005).

O perfil de ácidos graxos influencia a digestibilidade das fontes lipídicas, sendo que ácidos graxos insaturados como oléico e linolênico são melhores utilizados levando a maior energia metabolizável do que para os ácidos graxos saturados como esteárico e palmítico (CRESPO & ESTEVE-GARCÍA, 2001).

A influência do perfil de ácidos graxos da dieta sobre o tecido adiposo foi verificada por meio da substituição do sebo bovino, rico em ácidos graxos saturados, por óleo de soja, rico em ácidos graxos insaturados nas dietas de frangos de corte, uma vez que, a gordura corporal da ave reduziu com a substituição de 75% de sebo bovino por óleo de soja (WONGSUTHAVAS et al., 2007).

Portanto, identificar o perfil dos ácidos graxos das fontes lipídicas adicionadas às dietas dos frangos de corte torna-se muito importante. O perfil de ácidos graxos do óleo de soja e sebo bovino é apresentado na Tabela 2.

Tabela 2 - Perfil de ácidos graxos das fontes lipídicas

Ácidos graxos (%)	Óleo de soja	Sebo bovino
Ácidos graxos saturados		
C14:0 (Mirístico)	traços	1,0 a 6,0
C16:0 (Palmítico)	9,0 a 14,5	20,0 a 37,0
C18:0 (Esteárico)	2,5 a 5,0	25,0 a 40,0
Ácidos graxos monoinsaturados		
C16:1 (Palmitoléico)	traços	1,0 a 9,0
C18:1n9c (Oléico - ômega-9)	18,0 a 34,0	31,0 a 50,0
Ácidos graxos poliinsaturados		
C18:2n6c (Linoléico - ômega-6)	45,0 a 60,0	1,0 a 5,0
C18:3 (Linolênico)	3,5 a 8,0	-

Adaptado de BRASIL, (1993); AOCS, (2009)

2.1 Métodos de obtenção e processamento

2.1.1 óleo de soja

O óleo de soja é o produto obtido por prensagem mecânica e/ou extração por solvente, dos grãos de soja, isenta de misturas de outros óleos, gorduras ou outras matérias estranhas ao produto, segundo a portaria nº795/1993 do Ministério da Agricultura, do Abastecimento e Reforma Agrária. Deste modo, os métodos de obtenção e processamento são descritos a seguir segundo BRASIL, (1993):

O óleo de soja, segundo o seu grau de elaboração é classificado em três classes: Bruto ou cru: óleo tal qual foi extraído do grão; Degomado ou purificado: óleo que após sua extração teve extraído os fosfolipídeos; Refinado: óleo que após sua extração e degomagem foi neutralizado, clarificado e desodorizado.

A extração do óleo de soja inicia com a remoção das impurezas através do peneiramento. Em seguida os grãos limpos são secos a temperatura de 80°C durante 20 a 30 minutos até atingir 10 a 11% de umidade, onde então são triturados e cozidos. Sua extração pode ser por prensagem mecânica ou por solventes. A prensagem mecânica é efetuada por prensas e seguida por extração com o solvente, enquanto a extração por solvente é feita com misturas de hidrocarbonetos e petróleo. A micela que sai do extrator é filtrada e transferida para o destilador, onde o óleo é separado do solvente por aquecimento sob vácuo, assim o conteúdo de solvente no óleo pode ser reduzido até 5%, a uma temperatura de 70 a 90°C.

Posteriormente, inicia-se a refinação que transformam óleos brutos em comestíveis. Em seguida ocorre a degomação que remove fosfolipídeos do óleo bruto de soja pela adição de 1 a 3% de água a 70°C, atraindo fosfolipídeos polares e separando-os da fase óleo. Neste processo são obtidos óleo degomado e lecitina, sendo esses os mais utilizados em dietas de frangos de corte. A neutralização é o processo seguinte e consiste na remoção dos ácidos graxos livre do óleo degomado pela adição de hidróxido de sódio ao óleo de soja degomado. Após a neutralização o óleo refinado passa pelo clareamento e retirada da umidade. A última etapa é a desodorização que retira os ácidos graxos oxidados, livres e peróxidos. Após este processo é obtido o óleo de soja refinado para ser comercializado.

2.1.2 sebo bovino

As atividades produtivas das graxarias são reguladas e fiscalizadas pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). A Instrução Normativa nº15/2003, do MAPA, regulamenta as condições higiênico-sanitárias e de boas práticas de fabricação para estabelecimentos que processam resíduos de animais destinados à alimentação animal. Deste modo, os métodos de obtenção e processamento são descritos a seguir segundo Pacheco, (2006):

A matéria-prima deve chegar de forma mais rápida para processamento com o máximo de 24 horas. Na recepção os resíduos são triturados em partículas de 5 cm de espessura, formando uma massa, que segue para os equipamentos de cozimento que pode ser por via úmida, a seco ou por secagem, sendo realizado sob pressão, em temperaturas de 120 a 150°C de 1 a 4 horas. Terminado o cozimento, o equipamento é aberto e seu conteúdo é descarregado no tanque percolador aquecido a vapor, onde o sebo separa-se dos sólidos por percolação e peneiramento

Após a percolação, o sebo é centrifugado e/ou filtrado e enviado ao tanque decantador para estocagem e eventual separação final de fase aquosa presente. Há graxarias que não centrifugam ou filtram o sebo percolado, apenas decantam suas impurezas e eventual fase aquosa. O material sólido retirado do sebo nesta operação é unido aos sólidos da percolação. Assim, do tanque decantador o sebo é retirado por caminhões e utilizado para fabricação de sabões e produtos para alimentação animal.

3 Influência do Perfil de Ácidos Graxos no Desempenho

O perfil de ácidos graxos das fontes lipídicas que são adicionadas nas dietas dos frangos de corte pode influenciar no desempenho zootécnico. Estas influências podem ficar mais evidentes à medida que grandes diferenças são identificadas no perfil de ácidos graxos das fontes utilizadas, principalmente em relação à saturação (CRESPO & ESTEVE-GARCÍA, 2001, 2002b); NEWMAN et al., 2002;), visto em dietas que apresentam alta quantidade de ácidos graxos insaturados são melhores absorvidas devido sua diferença nos processos de digestão e absorção (ZOLLISTCH et al., 1997).

De fato verificou-se melhora na conversão alimentar dos frangos de corte alimentados com óleo de soja, rico em ácidos graxos insaturados quando comparados aos que utilizaram sebo bovino, rico em ácidos graxos saturados (AZMAN et al., 2005). A inclusão de 8% de óleo de girassol, rico em ácidos graxos poliinsaturados ômega 6 melhorou a conversão alimentar das aves em comparação às aves alimentadas com sebo bovino, porém, o consumo de ração e ganho de peso não foram influenciados pelas diferenças existentes no perfil de ácidos graxos do óleo de soja e sebo bovino (NEWMAN et al., 2002). Entretanto, Manilla et al., (1999) observaram que a utilização dos óleos vegetais nas dietas aumentou o peso superior dos frangos de corte quando comparados com as fontes lipídicas de origem animal.

Um fator de desempenho muito influenciado é a conversão alimentar dos frangos de corte, principalmente em relação ao nível de inclusão da fonte lipídica na dieta (VIEIRA et al., 2002), já que, esses autores demonstraram superioridade na conversão alimentar quanto maior for à inclusão do lipídio, independente da fonte utilizada. Crespo & Esteve-García (2001) que verificaram melhora na conversão alimentar dos frangos de corte quando o nível de inclusão da fonte lipídica aumentou de 6 para 10% na dieta.

Essa superioridade no desempenho dos frangos de corte alimentados com dietas contendo fontes lipídicas pode ser explicada pelas propriedades inerentes aos lipídios, que, além de fornecerem energia, melhoram a absorção de vitaminas e a palatabilidade das rações, diminuem a pulverulência das rações, aumentam a digestibilidade de aminoácidos, melhoram a eficiência de utilização da energia consumida devido ao menor incremento calórico do metabolismo dos lipídios e atuam também, diminuindo a taxa de passagem do alimento pelo trato intestinal, o que possibilita melhor absorção de todos os nutrientes da dieta (FIRMAN et al., 2008).

Além disso, a mistura das fontes lipídicas na dieta pode ser benéfica ao desempenho da ave, pois se pode inferir que há equivalência nutricional entre as fontes lipídicas e que a utilização do sebo bovino pode ser melhorada pela presença de óleo de soja. Uma vez que, a inclusão de 6% de óleo de soja, sebo bovino e suas misturas não influenciaram o peso final, ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar dos frangos de corte (FERREIRA et al., 2005; WONGSUTTHAVAS et al., 2007).

4 Influência do Perfil de Ácidos Graxos nas Características de Carcaça

O perfil de ácidos graxos poliinsaturados da dieta, tal com ácido linoléico e linolênico está diretamente relacionado ao perfil destes ácidos graxos no tecido adiposo de frangos de corte (BAVELAAR & BEYNEN, 2003), assim o perfil de ácidos graxos nos tecidos pode ser manipulado através da dieta. Portanto, a semente de girassol que possui alta quantidade de ácido oléico, pode ser utilizada na alimentação dos frangos de corte, a fim de aumentar o conteúdo de ácidos graxos monoinsaturados e poliinsaturados tanto no tecido adiposo abdominal e quanto na gordura intramuscular (ORTIZ et al., 2006).

Entretanto, a substituição de lipídios ricos em ácidos graxos poliinsaturados, como o óleo de soja por lipídios ricos em ácidos graxos saturados reduz a quantidade de gordura abdominal em frangos de corte (ZOLLITSCH et al., 1997; SANZ et al. 1999, 2000; CRESPO & ESTEVE-GARCÍA, 2002b; NEWMAN et al., 2002; VILLAVARDE et al., 2006).

Assim, o provável mecanismo envolvido neste efeito pode estar relacionado às diferenças entre a absorção de lipídio da dieta, lipogênese e catabolismo de lipídio através da lipólise (CRESPO & ESTEVE-GARCÍA et al., 2002b; SANZ et al., 2000), pois ácidos graxos poliinsaturados são preferencialmente oxidados em relação aos ácidos graxos saturados ou monoinsaturados, sendo que isso poderia reduzir os ácidos graxos disponíveis para a deposição em frangos de corte alimentados com dietas ricas em ácidos graxos poliinsaturados (CRESPO & ESTEVE-GARCÍA et al., 2002c).

Entretanto, outros mecanismos fisiológicos que regulam o metabolismo lipídico podem estar envolvidos. Em frangos de corte, a insulina pode estar envolvida nas diferenças entre as linhas pesadas e leves, pois a maior deposição de lipídios em frangos de corte selecionados para elevado ganho de peso e gordura abdominal está associada com aumento das concentrações plasmáticas de insulina e glucagon (DUPONT et al.1999).

Crespo & Esteve-García et al. (2002a) verificaram baixa deposição de gordura abdominal em frangos de corte alimentados com óleos de girassol e linhaça comparados aos com sebo bovino e óleo de oliva, sendo que isso pode ser devido ao aumento da oxidação dos lipídios em vez de menor lipogênese. Assim como Akiba et al. (1994) que verificaram que a utilização dos óleos de milho e frango reduziram a gordura abdominal nos frangos quando comparados a inclusão de sebo bovino nas dietas.

Entretanto, não se verificou influência das fontes lipídicas adicionadas à dieta dos frangos de corte sobre a composição da carcaça (LARA et al., 2005), assim como no rendimento de carcaça e cortes, teor de umidade, matéria seca e proteína bruta na carcaça dos frangos de corte, porém, houve redução no teor de gordura abdominal a partir de 6,6% de adição do óleo de soja (ANDREOTTI et al., 2004).

O objetivo deste trabalho foi avaliar a suplementação de 6% de óleo de soja, sebo bovino e suas diferentes proporções na dieta sobre o perfil de ácidos graxos, desempenho, composição corporal e carcaça, rendimento e composição de cortes e carcaça de frangos de corte no período de 22 a 42 dias de idade. Abordado no artigo intitulado “**Perfil de ácidos graxos, desempenho e características de carcaça de frangos de corte submetidos a dietas contendo óleo de soja e sebo bovino**”, 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.
- 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, 2004.
- AOCS. **Physical and Chemical Characteristics of Oils, Fats, and Waxes**. Disponível em: http://www.campestre.com.br/especificacao_sebo_bovino.shtml. Acesso em: 09/03/2009.
- AZMAN, M.A.; ÇERÇİ, I.H.; BIRBEN, N. Effects of various dietary fat sources on performance and body fatty acid composition of broiler chickens. **Turkish Journal Veterinary Animal Science**, v. 29, p. 811-819, 2005.
- BAIÃO, N.C.; LARA, L.J.C. Oil and fat in broiler nutrition. **Brazilian Journal of Poultry Science**, v. 7, n. 3, p. 129-141, 2005.
- BAVELAAR, F.J.; BEYNEN, A.C. Relationships between dietary fatty acid composition and either melting point or fatty acid profile of adipose tissue in broilers. **Meat Science**, v. 64, p. 133–140, 2003.
- 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: 09/03/2009.

- CRESPO, N.; ESTEVE-GARCÍA, E. Dietary fatty acid profile modifies abdominal fat deposition in broiler chickens. **Poultry Science**, v. 80, p. 71-78, 2001.
- CRESPO, N.; ESTEVE-GARCÍA, E. Dietary linseed oil produces lower abdominal fat deposition but higher de novo fatty acid synthesis in broiler chickens, **Poultry Science**, v. 81, p. 1555-1562, 2002a.
- CRESPO, N.; ESTEVE-GARCÍA, E. Dietary polyunsaturated fatty acids decrease fat deposition in separable fat depots but not in the remainder carcass. **Poultry Science**, v. 81, p.512-518, 2002b.
- CRESPO, N.; ESTEVE-GARCÍA, E. Nutrient and fatty acid deposition in broilers fed different dietary fatty acid profiles, **Poultry Science**, v. 81, p. 1533-1542, 2002c.
- CRESPO, N.; ESTEVE-GARCÍA, E. Polyunsaturated fatty acids reduce insulin and very low density lipoprotein levels in broiler chickens, **Poultry Science**, v. 82, p. 1134-1139, 2003.
- 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 precaecal and total tract digestibility on fatty acids, metabolizability of gross energy, digesta viscosity and weights of small intestine. **Animal Feed Science and Technology**, v. 84, p. 279-294, 2000.
- DVORIN A, ZOREF Z, MOKADY S. Nutritional aspects of hydrogenated and regular soybean oil added to diets of broiler chickens. **Poultry Science**, v. 77, p. 820-825, 1998.
- DUPONT, J.; CHEN, J.; DEROUET, M.; et al. Metabolic differences between genetically lean and fat chickens are partly attributed to the alteration of insulin signaling in liver. **The Journal of Nutrition**, v. 129, p. 1937-1944, 1999.
- FERREIRA, W.M. **Digestão e metabolismo dos lipídios**. Belo Horizonte: Escola de Veterinária da UFMG; 1999. p.1-34.
- FERREIRA, A.F.; ANDREOTTI, M.O.; CARRIJO, A.S. 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.
- FERRINI, G.; BAUCCELLS, M.D., ESTEVE-GARCÍA, E. et al. Dietary polyunsaturated fat reduces skin fat as well as abdominal fat in broiler chickens. **Poultry Science**, v. 87, p. 528-535, 2008.
- FIRMAN, J.D.; KAMYAB, A.; LEIGH, H. Comparison of fat sources in rations of broilers from hatch to market. **International Journal of Poultry Science**, v. 7, n. 12, p. 1152-1155, 2008.

- GAIOTTO, J.B.; MENTEN, J.F.M.; RACANICCI, A.M.C.; et al. Óleo de soja, óleo ácido de soja e sebo bovino como fontes de gordura em rações de frangos de corte. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v. 2, n. 3, p. 219-228, 2000.
- LANA, G.R.Q.; ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; et al. Efeito da temperatura ambiente e da restrição alimentar sobre o desempenho e a composição da carcaça de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 4, 2000.
- LARA, L.J.C.; BAIÃO, N.C.; AGUILAR, C.A.L; et al. Efeito de fontes lipídicas sobre o desempenho de frangos de corte. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 57, n. 6, p. 792-798, 2005.
- LEESON, S; SUMMERS, J.D. **Nutrition of the Chicken**. 4th ed. Ontario: University Books; 2001. 413p.
- 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.
- NASCIF, C.C.C.; GOMES, P.; 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. 33, n. 2, p. 375-385, 2004.
- NEWMAN, R.E.; BRYDEN, W.L.; FLECK, E.; et al. Dietary n-3 and n-6 fatty acids alter avian metabolism: metabolism and abdominal fat deposition. **British Journal of Nutrition**, v. 88, p. 11-18, 2002.
- ORTIZ, L.T.; ALZUETA, C.; REBOLE, A. et al. Effect of dietary high-oleic acid and conventional sunflower seeds and their refined oils on fatty acid composition of adipose tissue and meat in broiler chickens. **Journal of Animal and Feed Sciences**, v. 15, p. 83-95, 2006.
- PACHECO, J.W. **Guia Técnico Ambiental de Graxarias**. São Paulo:CETESB, 2006. 80p. Disponível em: http://www.fiesp.com.br/ambiente/produtos_servicos/downloads/p+l_graxaria.pdf. Acesso em: 09/03/2009.
- PINCHASOV, Y. & NIR, I. Effect of dietary polyunsaturated fatty acid concentration on performance, fat deposition and carcass fatty acid composition in broiler chickens. **Poultry Science**, v. 71, p. 1504-1512, 1992.
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L.; et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: Composição de alimentos e exigências nutricionais**. Viçosa (MG): UFV; 2005. 186p.
- SANZ, M.; FLORES, A.; PEREZ 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. 40-101, 1999.
- SANZ, M.; LOPEZ-BOTE, C.J.; MENOYO, D.; et al. Abdominal fat deposition and fatty acid synthesis are lower and β -oxidation is higher in broiler chickens fed diets containing

- unsaturated rather than saturated fat. **The Journal of Nutrition**, v. 130, p. 3034–3037, 2000.
- SCAIFE, J.R.; MOYO, J.; GALBRAITH, H.; et al. Effect of different dietary supplemental fats and oils on the tissue fatty acid composition and growth of female broilers. **British Poultry Science**, v. 35, p. 107–118, 1994.
- SCHEEDER, M.R.L.; GUMY, D.; MESSIKOMMER, R.; et al. Effect of PUFA at sn-2 position in dietary triacylglycerols on the fatty acid composition of adipose tissues in non-ruminant farm animals. **European Journal of Lipid Science and Technology**, v. 105, n. 2, p. 74–82, 2003.
- SMINK, W.; GERRITS, W.J.J.; HOVENIER, R. et al. Fatty acid digestion and deposition in broiler chickens fed diets containing either native or randomized oil. **Poultry Science**, v. 87, p. 506–513, 2008.
- THACKER, P.A.; CAMPBELL, G.L.; XUY. Composition and nutritive value of acidulated fatty acids, degummed canola oil and tallow as energy sources for starting broiler chicks. **Animal Feed and Technology**, v. 46, p. 251-260, 1994.
- VIEIRA, S.L.; RIBEIRO, A.M.L.; KESSLER, A.M.; et al. Utilização da energia de dietas para frangos de corte formulados com óleo ácido de soja. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v. 4, p. 1-13, 2002.
- VILLAVERDE, C.; BAUCCELLS, M.D.; CORTINAS, L. Effects of dietary concentration and degree of polyunsaturation of dietary fat on endogenous synthesis and deposition of fatty acids in chickens, **British Poultry Science**, v. 47, p. 173–179, 2006.
- VILLAVERDE, C.; CORTINAS, L.; BARROETA, A. C.; et al. Relationship between dietary unsaturation and vitamin E in poultry. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, v. 88, p. 143–149, 2004.
- WONGSUTHAVAS, S.; TERAPUNTUWAT, S.; WONGSRIKEAW, W.; et al. Influence of amount and type of dietary fat on deposition, adipocyte count and iodine number of abdominal fat in broiler chickens. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, v. 92, p. 92–98, 2008.
- WONGSUTHAVAS, S.; YUANGKLANG, C.; VASUPEN, K.; et al. Energy expenditure by broiler chickens fed diets containing various blends of beef tallow and soybean oil. **International Journal of Poultry Science**, v. 6, n. 11, p. 796-799, 2007.
- ZOLLITSCH, W.; KNAUS, W.; AICHINGER, F.; et al. Effects of different dietary fat sources on performance and carcass characteristics of broilers. **Animal Feed Science and Technology**, v. 66, n. 1, p. 63-73, 1997.

Perfil de ácidos graxos, desempenho e características de carcaça de frangos de corte submetidos a dietas contendo óleo de soja e sebo bovino

Garcia AML¹, Carrijo AS², Fascina VB³, Roça, RO⁴

¹Aluna do Mestrado em Ciência Animal da FAMEZ/UFMS. Bolsista FUNDECT/MS (Processo: 41/100.270/2006) – ameliagarc@yahoo.com.br

²Prof. Dr. do DZO/FAMEZ/UFMS – Campo Grande/MS

³Aluno do Mestrado em Ciência Animal da FAMEZ/UFMS.

⁴Prof. Dr. do DGTA/UNESP, Campus de Botucatu.

Resumo

O objetivo do trabalho foi avaliar a suplementação de 6% de óleo de soja, sebo bovino e suas diferentes proporções na dieta sobre o perfil de ácidos graxos, desempenho, composição corporal e carcaça, rendimento e composição de cortes e carcaça de frangos de corte no período de 22 a 42 dias de idade. As misturas lipídicas não influenciaram ($P>0,05$) o consumo de ração, ganho de peso, conversão alimentar, rendimento de carcaça, peito, coxa+sobrecoxa, asa, dorso e percentual de gordura abdominal, percentuais de matéria seca, umidade, proteína bruta, extrato etéreo da composição corporal e percentuais de matéria seca, umidade, extrato etéreo e cinzas da composição de carcaça, peito e coxa+sobre coxa dos frangos de corte. O peso final e percentual de cinzas da composição corporal aumentou de forma linear e o percentual de proteína bruta diminuiu de forma linear em função do aumento do grau de insaturação das proporções lipídicas. As misturas lipídicas influenciaram ($P<0,05$) o perfil de ácidos graxos no peito dos frangos de corte. A suplementação de 6% de óleo de soja, sebo bovino e suas diferentes proporções na dieta influenciam o perfil de ácidos graxos, desempenho e as características de carcaça de frangos de corte no período de 22 a 42 dias de idade. Assim, o perfil lipídico do frango de corte pode ser alterado por meio da inclusão de misturas entre o óleo de soja e sebo bovino, visando melhor desempenho e características de carcaça das aves e disponibilizar aos seres humanos produtos de melhor qualidade nutricional.

Palavras-chave: composição corporal, esteárico, gordura animal, óleo vegetal, ômega 3

Fatty acid profile, performance and carcass characteristics of broiler chicken submitted the diets with soybean oil and beef tallow

Abstract

The aim this study was to evaluate the supplementation of 6% soybean oil, beef tallow and their different proportions in the diet on the fatty acid profile, performance, body and carcass composition, cuts and carcass yield and composition of broilers chicken in the period of 22 to 42 days old. The lipid mixtures did not influence ($P > 0.05$) the feed consumption, weight gain, feed conversion, carcass yield, breast, thigh+drumstick, wing, back and abdominal fat percentage and dry matter, moisture, crude protein, ether extract percentage body composition and dry matter, moisture, ether extract and ash percentage carcass composition, breast and thigh+drumstick of broilers chicken. The final weight and ash percentage body composition increased linearly and crude protein percentage decreased linearly with increasing degree of unsaturation of the lipid proportions. The lipid mixtures influenced ($P < 0.05$) breast fatty acids profile broilers chicken. The supplementation of 6% soybean oil, beef tallow and their different proportions in the diet influence the fatty acid profile, performance and carcass characteristics of broilers chicken in the period 22 to 42 days old. Thus, the lipid profile of broiler chickens may be amended by inclusion of oil and beef tallow mixture by better performance and carcass characteristics of birds and humans to provide products of higher nutritional quality.

Keywords: animal fat, body composition, stearic, omega 3, vegetal oil

Introdução

A incorporação dos lipídios na alimentação das aves podem ser considerada um avanço da nutrição e tem recebido muita atenção por parte de todos os segmentos do setor avícola. Os lipídios podem ser incluídos para elevar o conteúdo energético das dietas para frangos de corte, principalmente durante o verão, quando as temperaturas são elevadas causando redução no consumo de ração pelas aves.

Algumas vantagens podem ser obtidas através da utilização dos lipídios na dieta das aves, tais como: aumento do teor energético e da palatabilidade, melhoria na absorção de vitaminas e conversão alimentar, redução do consumo de ração e pulverulência das rações. Além disso, são fontes de ácido linoléico e vitaminas lipossolúveis, reduzem o incremento calórico durante o processo de digestão e a velocidade de trânsito dos alimentos no sistema digestório, resultando em aumento da digestibilidade (Firman *et al.*, 2008).

Vários estudos avaliaram os efeitos da adição de lipídios, tais como óleo de soja e sebo bovino, nas dietas de frangos de corte sobre o desempenho zootécnico (Sanz *et al.*, 1999; Crespo & Esteve-García, 2002b; Ferreira *et al.*, 2005; Wongsutthavas *et al.*, 2007). Entretanto, devido aos problemas na saúde humana acarretados pelo consumo de alimentos ricos em gordura, os efeitos diretos e indiretos destes lipídios sobre a saúde animal e humano devem ser determinados, uma vez que os consumidores procuram alimentos mais saudáveis e com reduzido teor de gordura.

Do ponto de vista de qualidade da carne de frango, dependendo da origem e perfil de ácidos graxos da fonte lipídica utilizada na dieta, o perfil de ácidos graxos da carne pode ser modificado e ainda influenciar o desempenho zootécnico. Estas influências ficam mais evidentes à medida que grandes diferenças são identificadas no perfil de ácidos graxos das fontes lipídicas, principalmente em relação à saturação (Crespo & Esteve-García, 2001, 2002b; Newman *et al.*, 2002), pois dietas com alta quantidade de ácidos graxos insaturados são melhores absorvidas devido sua diferença na digestão e absorção (Zollstich *et al.*, 1997).

Trabalhos demonstraram melhora na conversão alimentar dos frangos de corte alimentados com óleo de soja, rico em ácidos graxos insaturados quando comparados aos que utilizaram sebo bovino, rico em ácidos graxos saturados (Azman *et al.*, 2005). Além disso, a mistura das fontes lipídicas na dieta pode ser benéfica ao desempenho da ave e proporcionar relação entre ácidos graxos insaturados e saturados que melhore a utilização do sebo bovino,

rico em ácidos graxos saturados, por meio da presença de óleo de soja. A melhora na utilização de fontes lipídicas ricas em ácidos graxos saturados quando misturadas as ricas em ácidos graxos insaturados foi verificado por Ferreira *et al.* (2005) quando a inclusão de 6% da mistura entre óleo de soja e sebo bovino não influenciou o peso final, ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar dos frangos de corte.

O perfil de ácidos graxos poliinsaturados da dieta, tal como ácido linoléico e linolênico está diretamente relacionado ao perfil destes ácidos graxos no tecido adiposo de frangos de corte (Bavelaar & Beynen, 2003), assim o perfil de ácidos graxos nos tecidos pode ser manipulado através da dieta. A influência do perfil de ácidos graxos da dieta sobre o tecido adiposo foi verificada por meio da substituição do sebo bovino, rico em ácidos graxos saturados, por óleo de soja, rico em ácidos graxos insaturados nas dietas de frangos de corte, uma vez que, a gordura corporal da ave reduziu com a substituição de 75% de sebo bovino por óleo de soja (Wongsuthavas *et al.*, 2007).

Entretanto, as fontes lipídicas óleo de soja, óleo ácido de soja e óleo de vísceras de aves adicionadas à dieta dos frangos de corte não influenciaram a composição da carcaça (Lara *et al.*, 2005), rendimento de carcaça e cortes, teor de umidade, matéria seca e proteína bruta na carcaça dos frangos de corte, mas reduziram o teor de gordura abdominal a partir de 6,6% de adição do óleo de soja (Andreotti *et al.*, 2004).

Diante do exposto, o efeito do lipídio sobre o perfil de ácidos graxos, desempenho e características de carcaça pode variar de acordo com a natureza lipídica utilizada na dieta. Isso é importante uma vez que, a demanda por produtos de melhor qualidade tem causado grande interesse em modificar a composição lipídica da carne de frango de corte, pois consumidores procuram alimentos mais saudáveis e com teor reduzido de gordura. Portanto, é importante avaliar e encontrar fontes lipídicas de baixo custo energético que promovam além de melhor desempenho zootécnico, melhor qualidade de carcaça das aves.

Assim, objetivo deste trabalho foi avaliar a suplementação de 6% de óleo de soja, sebo bovino e suas diferentes proporções na dieta sobre o perfil de ácidos graxos, desempenho, composição corporal e carcaça, rendimento e composição de cortes e carcaça de frangos de corte no período de 22 a 42 dias de idade.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido 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.

Foram utilizados 780 pintainhos de corte machos da linhagem *Ross* 308 de 22 dia de idade distribuídos no delineamento inteiramente casualizado, com cinco tratamentos e seis repetições de 26 aves cada. Os tratamentos experimentais foram constituídos por proporções da mistura entre óleo de soja e sebo bovino nas relações de 0:100; 25:75; 50:50; 75:25 e 100:0, respectivamente, incluídas em níveis de 6% nas dietas.

O período experimental foi do 22º ao 42º dia de idade das aves. Do primeiro ao 21º dia as aves foram criadas de acordo com o manual da linhagem. As aves receberam água e ração *ad libitum*. Os boxes possuíam área de 2,38m², equipados com um bebedouro pendular, um comedouro tubular. A cama utilizada foi de maravalha com 10 cm de espessura.

As rações da fase inicial (1 a 21 dias de idade) e experimentais (Tabela 3) foram isonutritivas formuladas para atender as exigências nutricionais de frangos de corte machos de desempenho superior segundo as recomendações nutricionais de Rostagno *et al.* (2005).

O programa de luz adotado foi de 24 horas diárias. 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 e no centro do galpão. As temperaturas foram, posteriormente, convertidas no índice de temperatura de globo e umidade (ITGU), segundo Buffington *et al.* (1981), caracterizando o ambiente térmico em que os animais foram mantidos. As temperaturas foram registradas diariamente em três horários (8:00, 14:00 e 17:00 horas).

As aves foram pesadas semanalmente e a mortalidade anotada diariamente para posterior determinação dos parâmetros: peso final, ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar. No 42º dia, após jejum de sólidos de 12 horas, quatro aves por repetição, com peso variando no máximo em $\pm 10\%$ do peso médio de cada tratamento foram abatidas por deslocamento cervical e devidamente identificadas e congeladas.

Determinou-se a composição do peito e coxa+sobrecoxa, composição corporal utilizando uma ave sem penas, com vísceras, pés e cabeça e composição de carcaça por meio da utilização de uma ave sem vísceras, pés e cabeça. As amostras foram moídas

individualmente em moedor de carne, secas e, submetidas às análises laboratoriais para determinação dos percentuais de matéria seca, umidade, proteína bruta, extrato etéreo e cinzas, segundo metodologias descritas por Silva & Queiroz (2006).

Os rendimentos de carcaça, peito, coxa+sobrecoxa, asa, dorso e percentual de gordura abdominal foram obtidos em relação à média dos pesos de duas carcaças limpas e evisceradas, sem pés, cabeça e pescoço em relação aos pesos vivos em jejum.

A determinação do perfil de ácidos graxos foi realizada após dissecação do peito de uma ave. Amostras das rações experimentais também foram coletadas para a determinação do perfil de ácidos graxos (Tabela 4).

Tabela 3 - Composições centesimais e nutricionais das dietas experimentais para frangos de corte no período de 22 a 42 dias de idade

Ingredientes	Proporções de óleo de soja e sebo bovino				
	0:100	25:75	50:50	75:25	100:0
Milho	56,48	56,20	55,89	54,09	52,69
Farelo de soja	29,88	29,80	29,72	29,24	28,87
Farelo de trigo	1,27	1,63	2,02	4,32	6,10
Sal comum	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
L-lisina HCl	0,39	0,39	0,39	0,40	0,40
DL-Metionina	0,27	0,27	0,27	0,28	0,28
Fosfato bicálcico	0,12	0,12	0,11	0,10	0,06
L-treonina 98,5%	0,09	0,09	0,09	0,08	0,10
Núcleo vitamínico mineral ¹	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
Óleo de soja : Sebo bovino	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00
Total	100	100	100	100	100
Composição nutricional					
Energia metabolizável (kcal/kg)	3.150	3.150	3.150	3.150	3.150
Proteína bruta (%)	19,00	19,00	19,00	19,00	19,00
Metionina digestível (%)	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70
Metionina + Cistina digestível (%)	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79
Lisina digestível (%)	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10
Treonina digestível (%)	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71
Triptofano digestível (%)	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
Cálcio (%)	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97
Fósforo disponível (%)	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42
Sódio (%)	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22
Cloro (%)	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34
Potássio (%)	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72
Fibra bruta (%)	3,17	3,19	3,22	3,37	3,49

¹Suplemento vitamínico mineral: Vit.A:180.000UI, Vit.D3:32.000UI, Vit.E:280mg, Colina:4.384mg, Ácido Fólico:6mg, Ác. Pantotênico:166mg, Biotina:1mg, Niacina:600mg, Vit.B1:20mg, Vit.B2:80 mg, Vit.B6:36mg, Vit.B12:240mcg, Vit.K3:30mg, Ca:145g, Na:32g, P:38,5g, FI(Max):385mg, Se:5mg, Fe:1.425mg, Cu:180mg, Mn:1.200mg, Zn:1.200mg, I:20mg, Metionina:33.660mg, Halquinol:300mg, Lincomicina:80mg, Salinomicina:1.200mg, Fitase:10U/g.

Tabela 4 - Perfil de ácidos graxos das dietas experimentais para frangos de corte no período de 22 a 42 dias de idade

Ácidos graxos (%)	Proporção de óleo de soja e sebo bovino				
	0:100	25:75	50:50	75:25	100:0
C4:0 (Butírico)	0,049	0,185	0,000	0,387	0,087
C6:0 (Caproíco)	0,384	1,065	0,285	0,447	0,379
C8:0 (Caprílico)	0,198	0,720	0,152	0,191	0,168
C10:0 (Cáprico)	0,350	0,793	0,259	0,366	0,330
C11:0 (Undecanóico)	0,975	1,811	0,647	0,843	0,746
C12:0 (Láurico)	0,857	2,033	0,614	0,960	0,759
C13:0 (Tridecanóico)	3,951	4,482	3,044	2,413	1,518
C14:0 (Mirístico)	1,856	2,048	1,264	1,034	0,876
C14:1 (Miristoléico)	0,908	1,399	0,605	0,897	0,632
C15:0 (Pentadecanóico)	1,875	1,855	1,301	1,103	0,745
C15:1 (c10-Pentadecanóico)	0,831	0,975	0,464	0,504	0,388
C16:0 (Palmítico)	20,491	16,746	17,833	13,295	15,786
C16:1 (Pamitoléico)	3,406	2,842	2,010	1,596	1,186
C17:0 (Heptadecanóico)	1,401	0,372	0,159	0,147	0,883
C17:1 (c10-Hepatadecanóico)	1,489	1,923	1,351	1,555	1,459
C18:0 (Estearíco)	16,114	21,520	28,317	43,657	30,926
C18:1n9t (Elaidíco)	1,112	2,679	0,991	1,292	5,625
C18:1n9c (Oléico)	40,723	32,186	38,161	26,659	34,583
C18:2n6t (Linolelaidíco)	0,147	0,193	0,115	0,010	0,030
C18:2n6c (Linoléico)	0,113	0,167	0,119	0,007	0,019
C18:3n6 (Γ-Linolênico)	0,343	0,634	0,364	0,266	0,363
C18:3n3 (Linolênico)	0,536	0,642	0,436	0,380	0,476
C20:0 (Araquídíco)	0,494	0,552	0,425	0,636	0,187
C20:1 (c11-Eicosenóico)	0,236	0,946	0,137	0,179	0,224
C20:2 (c11,14-Eicosadienóico)	0,045	0,290	0,160	0,100	0,091
C20:3n3 (c11,14,17-Eicosatrienóico)	0,377	0,157	0,130	0,245	0,204
C20:3n6 (c8,11,14-Eicosatrienóico)	0,093	0,079	0,064	0,053	0,115
C20:4n6 (Araquidôníco)	0,092	0,120	0,144	0,228	0,058
C21:0 (Heneicosanóico)	0,005	0,084	0,000	0,009	0,340
C22:0 (Behênico)	0,162	0,198	0,140	0,217	0,350
C22:1n9 (Erucíco)	0,011	0,006	0,041	0,009	0,048
C22:2 (c13,16-Docosadienóico)	0,105	0,111	0,092	0,117	0,108
C22:6n3 (C4,7,10,13,16,19-Docosaheptaenóico)	0,055	0,028	0,045	0,012	0,078
C20:5n3 (c5,8,11,14,17-Eicosapentaenóico)	0,004	0,000	0,000	0,000	0,000
C24:0 (Lignoceríco)	0,028	0,013	0,018	0,000	0,000
C24:1 (Nervônico)	0,185	0,072	0,079	0,120	0,180
C23:0 (Tricosanóico)	0,000	0,073	0,033	0,066	0,055
Ácidos graxos saturados	49,190	54,550	54,490	65,770	54,135
Ácidos graxos monoinsaturados	48,899	43,028	43,840	32,811	44,324
Ácidos graxos poliinsaturados	1,912	2,422	1,670	1,419	1,541
Ácidos graxos saturados:insaturados	0,968	1,200	1,197	1,921	1,180
Relação ômega 6:ômega 3	0,811	1,441	1,318	0,885	0,772

c=cis; t=trans. Dados obtidos com base na percentagem de área de cada ácido graxo em relação aos lipídios totais.

O processo de extração dos lipídios totais das rações experimentais e do peito foi efetuado segundo Folch *et al.* (1957). Em ambos os procedimentos a transesterificação dos triacilgliceróis foi realizada conforme método 5509 da ISO (1978).

A análise da composição em ácidos graxos foi realizada por meio de cromatografia a gás (Folch *et al.*, 1957; Hartman & Lago, 1973) realizada no Laboratório de Tecnologia de Carnes do Departamento de Gestão e Tecnologia Agroindustrial, UNESP, Campus de Botucatu. Os ácidos graxos foram identificados por comparação dos tempos de retenção dos ésteres metílicos das amostras com padrões de ácidos graxos, em seguida foram quantificados por normalização das áreas dos ésteres metílicos. Os resultados dos ácidos graxos foram expressos em percentual de área.

Os resultados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey e análise de regressão ao nível de 5% de significância. O perfil de ácidos graxos do peito foi comparado pelo teste de Duncan ao nível de 5% de significância. O programa estatístico utilizado foi o SAS (2001).

Resultados e Discussão

As temperaturas máxima, mínima, de globo negro e de bulbo seco foram de $29,81 \pm 1,26^{\circ}\text{C}$, $25,99 \pm 1,13^{\circ}\text{C}$, $30,62 \pm 1,56^{\circ}\text{C}$ e $28,91 \pm 1,31^{\circ}\text{C}$, respectivamente. A umidade relativa do ar foi de $83,14 \pm 8,10\%$. O ITGU foi calculado em $81,01 \pm 1,67$.

A zona de termoneutralidade está relacionada a um ambiente térmico ideal, onde as aves encontram condições perfeitas para expressar suas melhores características produtivas. Abreu & Abreu (2001) consideraram o ambiente confortável em temperaturas de 15 a 26°C e umidade relativa entre 50 e 70%.

Entretanto, o índice mais preciso para indicar o conforto térmico das aves é o ITGU, pois considera em um único valor os efeitos da temperatura de bulbo seco, umidade relativa do ar, radiação e velocidade do ar, sendo que valores de ITGU entre 60 e 77 não afetam o desempenho de frangos de corte (Medeiros *et al.*, 2005). Portanto, o valor de ITGU encontrado neste trabalho demonstraram que as aves foram criadas em condições de estresse por calor.

As proporções entre óleo de soja e sebo bovino não influenciaram ($P>0,05$) o peso inicial, consumo e ração, ganho de peso e conversão alimentar dos frangos de corte (Tabela 5). Entretanto, a mistura lipídica das proporções entre óleo de soja e sebo bovino influenciou ($P<0,05$) o peso final, que aumentou de forma linear ($\hat{Y} = 2435,71 + 1,84x$, $R^2 = 0,30$) em função do aumento do grau de insaturação das proporções lipídicas por meio do maior nível de inclusão de óleo de soja na mistura.

O aumento da concentração de energia na ração por meio da inclusão de fontes dietéticas ricas em lipídios diminuiu a ingestão de alimentos pelas aves, mas não afetou negativamente o ganho de peso diário, resultando na melhora da eficiência alimentar das aves (Pinchasov & Nir, 1992; Scaife *et al.*, 1994).

A inclusão de fontes lipídicas ricas em ácidos graxos insaturados nas dietas, como o óleo de soja pode aumentar o ganho de peso (Zollitsch *et al.*, 1997; Manilla *et al.*, 1999) e melhorar a conversão alimentar de frangos de corte (Danicke *et al.*, 2000; Azman *et al.*, 2005), entretanto tais fatos não foram verificados neste trabalho.

A mistura das fontes lipídicas na dieta pode ser benéfica ao desempenho da ave e proporcionar relação entre ácidos graxos insaturados e saturados que melhore a utilização do sebo bovino, rico em ácidos graxos saturados, por meio da presença de óleo de soja. A melhora na utilização de fontes lipídicas ricas em ácidos graxos saturados quando misturadas as ricas em ácidos graxos insaturados foi verificado por Ferreira *et al.* (2005) quando a inclusão de 6% da mistura entre óleo de soja e sebo bovino não influenciou o peso final, ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar dos frangos de corte.

Tabela 5 - Desempenho de frangos de corte alimentados com proporções de óleo de soja e sebo bovino no período de 22 a 42 dias de idade

Variáveis	Proporção de óleo de soja e sebo bovino					p-value ²	CV ¹ (%)
	0:100	25:75	50:50	75:25	100:0		
PI (g)	858	917	919	916	897	<0,01	2,13
PF* (g)	2414 ^b	2504 ^{ab}	2527 ^{ab}	2591 ^{ab}	2600 ^a	0,04	4,19
CR (g)	2919	3013	3069	3248	2947	0,22	8,54
GP (g)	1572	1579	1596	1666	1691	0,20	6,39
CA (g:g)	1,86	1,92	1,93	1,96	1,74	0,30	9,88

^{a,b}Médias na mesma linha com letras distintas diferem pelo teste de Tukey ($P<0,05$). *Efeito linear ($P<0,05$). ¹Coefficiente de variação. ² $P<0,05$. PI=peso inicial; PF=peso final; GP=ganho de peso; CR=consumo de ração; CA=conversão alimentar.

Por outro lado, Azman *et al.* (2005) verificaram que a inclusão 6% de óleo de soja ou sebo bovino na dieta de frangos de corte no período de 21 a 41 dias de idade não influenciou no peso final dos frangos de corte. Entretanto, a adição de sebo bovino na dieta aumentou o ganho de peso, consumo de ração e piorou a conversão alimentar.

Não foram observados efeitos ($P>0,05$) da inclusão das proporções entre óleo e soja e sebo bovino na dieta sobre o rendimento de carcaça, peito, coxa+sobrecoxa, asa, dorso e percentual de gordura abdominal nos frangos de corte (Tabela 6).

Os resultados de rendimento de carcaça, peito, coxa+sobrecoxa, asa e percentual de gordura abdominal encontrados neste trabalho concordam com os obtidos por Ferreira *et al.* (2005), por meio da adição de 6% das combinações 0:100; 25:75; 50:50; 75:25; 100:0 entre óleo de soja e sebo bovino na dieta de frangos de corte.

Entretanto, muitos estudos (Zollitsch *et al.*, 1997; Sanz *et al.*, 1999, 2000; Crespo & Esteve-García, 2002b; Newman *et al.*, 2002; Villaverde *et al.*, 2006) constataram que a substituição de lipídios ricos em ácidos graxos poliinsaturados, como o óleo de soja por lipídios ricos em ácidos graxos saturados reduziu a quantidade de gordura abdominal em frangos de corte. Segundo os autores, os ácidos graxos poliinsaturados são preferencialmente oxidados em relação aos ácidos graxos saturados ou monoinsaturados, reduzindo os ácidos graxos disponíveis para a deposição em frangos de corte (Crespo & Esteve-García, 2002c).

O provável mecanismo envolvido na redução da gordura abdominal em frangos de corte alimentados dietas ricas em ácidos graxos insaturados, como o óleo de soja pode estar relacionado às diferenças entre a absorção de lipídio da dieta, lipogênese e catabolismo de lipídio através da lipólise (Sanz *et al.*, 2000; Crespo & Esteve-García *et al.*, 2002b).

Tabela 6 - Rendimentos de carcaça e cortes de frangos de corte alimentados com proporções de óleo de soja e sebo bovino no período de 22 a 42 dias de idade

Variáveis (%)	Proporção de óleo de soja e sebo bovino					p-value ²	CV ¹ (%)
	0:100	25:75	50:50	75:25	100:0		
RCA	75,55	75,56	75,17	74,96	74,87	0,84	1,78
RPT	32,34	32,63	33,18	32,19	34,74	0,58	8,97
RCS	29,74	29,23	28,37	28,27	28,60	0,36	4,94
RAS	10,98	11,14	10,68	10,65	10,60	0,11	3,73
RDO	21,39	21,33	20,81	22,86	21,03	0,53	10,18
PGA	2,68	2,90	3,03	3,08	2,50	0,66	26,71

¹Coefficiente de variação. ² $P<0,05$. RCA=rendimento de carcaça; RPT=rendimento de peito; RCS=rendimento de coxa+sobrecoxa; RAS=rendimento de asa; RDO=rendimento de dorso; PGA=percentual de gordura abdominal.

Crespo & Esteve-García *et al.*, (2002a) verificaram baixa deposição de gordura abdominal em frangos de corte alimentados com óleos de girassol e linhaça comparados aos com sebo bovino e óleo de oliva, sendo que isso pode ser devido ao aumento da oxidação dos lipídios em vez de menor lipogênese. Da mesma forma, Akiba *et al.*, (1994) verificaram que a utilização dos óleos de milho e frango reduziram a gordura abdominal nos frangos quando comparados a inclusão de sebo bovino nas dietas.

Efeitos da relação de ácidos graxos saturados e insaturados obtidos com a inclusão de óleo de soja na mistura lipídica entre óleo de soja e sebo bovino sobre a gordura abdominal também foram relatados por Wongsutthavas *et al.* (2007) com a adição e 6% desta mistura na dieta de frangos de corte. Este efeito ocorre visto que as dietas que apresentam alta quantidade de ácidos graxos insaturados são mais absorvidas, devido sua diferença nos processos de digestão e absorção (Zollistch *et al.*, 1997).

Os resultados não significativos de desempenho (ganho de peso e conversão alimentar), rendimentos de carcaça, cortes comerciais e percentual de gordura abdominal obtido neste trabalho, podem ser explicados pela provável equivalência nutricional e melhoria na relação de ácidos graxos saturados e insaturados obtida entre as fontes lipídicas, em que a utilização do sebo bovino pode ser melhorada pela presença de óleo de soja (Danicke *et al.*, 2000).

Não foram observados efeitos ($P>0,05$) da inclusão das proporções entre óleo e soja e sebo bovino na dieta sobre os percentuais de matéria seca, umidade, proteína bruta, extrato etéreo da composição corporal. Assim como não influenciaram ($P>0,05$) os percentuais de matéria seca, umidade, extrato etéreo e cinzas da composição de carcaça dos frangos de corte (Tabela 7).

Entretanto, a mistura lipídica entre óleo de soja e sebo bovino influenciou ($P<0,05$) o percentual de cinzas, que aumentou de forma linear ($\hat{Y} = 6,48 + 0,01x$, $R^2 = 0,15$) em função do aumento do grau de insaturação das proporções lipídicas por meio do maior nível de inclusão de óleo de soja na mistura.

A mistura lipídica entre óleo de soja e sebo bovino influenciou ($P<0,05$) o percentual de proteína bruta, que diminuiu de forma linear ($\hat{Y} = 50,48 - 0,05x$, $R^2 = 0,41$) em função do aumento do grau de insaturação das proporções lipídicas por meio do maior nível de inclusão de óleo de soja na mistura.

Tabela 7 – Composição corporal e carcaça de frangos de corte alimentados com proporções de óleo de soja e sebo bovino no período de 22 a 42 dias de idade

Variáveis (%)	Proporção de óleo de soja e sebo bovino					p-value ²	CV ¹ (%)
	0:100	25:75	50:50	75:25	100:0		
Composição corporal (%)							
MS	37,43	36,54	39,17	37,03	36,98	0,68	8,72
UM	62,57	63,46	60,83	62,97	63,02	0,68	5,22
PB	41,85	41,78	41,81	43,00	42,45	0,80	4,90
EE	41,11	40,25	39,77	39,70	40,14	0,91	6,90
CZ	6,29 ^b	6,97 ^{ab}	7,10 ^{ab}	6,60 ^{ab}	7,48 ^a	0,05	9,90
Composição de carcaça (%)							
MS	35,81	37,57	37,87	37,96	38,51	0,08	4,35
UM	64,19	62,43	62,13	62,04	61,49	0,08	2,62
PB	49,71 ^{ab}	49,96 ^a	48,55 ^{abc}	45,88 ^{bc}	45,20 ^c	<0,01	4,81
EE	38,22	37,88	38,57	38,50	38,89	0,90	5,42
CZ*	6,25	7,11	7,09	7,24	6,99	0,39	13,33

^{a,b}Médias na mesma linha com letras distintas diferem pelo teste de Tukey (P<0,05). *Efeito linear (P<0,05). ¹Coefficiente de variação. ²P<0,05. MS=matéria seca; UM=umidade; PB=proteína bruta; EE=extrato etéreo; CZ=cinzas.

Os ácidos graxos poliinsaturados são estrutural e fisiologicamente importantes para a mineralização e remodelagem dos ossos (Liu & Denbow, 2001), pois são substratos para a síntese de substâncias chamadas de eicosanóides (prostaglandinas), que estariam envolvidas na regulação local do crescimento e desenvolvimento do osso (Watkins, 2002). De acordo com Watkins & Seifert (2000), a prostaglandina pode influenciar fatores de crescimento semelhantes à insulina (IGF's), pois esta, uma vez secretada e depositada na matriz óssea, é liberada durante a atividade da reabsorção óssea e estimulando a formação de novas células e a produção de matriz óssea.

Os mecanismos que enfatizam os efeitos dos ácidos graxos poliinsaturados da série ômega 3 sobre a mineralização óssea podem ser atribuídos à sua habilidade de reduzir a excreção de minerais por meio da urina (Claassen *et al.*, 1995), entretanto, tal fato não foi verificado neste trabalho sobre o percentual de cinzas na composição corporal das aves a medida que se aumenta a inclusão de óleo de soja na mistura lipídicas aves.

No entanto, Andreotti *et al.* (2004) avaliando o efeito da inclusão de níveis de óleo de soja nas concentrações de 3,3; 6,6 e 9,9% em dietas para frangos de corte sobre a composição corporal verificaram que o teor de cinzas reduziu linearmente à medida que se aumentou a inclusão do óleo de soja.

Diante dos resultados obtidos, pode-se inferir que à adição da mistura entre óleo de soja e sebo bovino com maior proporção de sebo bovino aumentou as concentrações plasmáticas de insulina, assim provavelmente estimulou a deposição de proteína na carcaça.

Entre os mecanismos fisiológicos que regulam o metabolismo lipídico, a insulina pode estar envolvida, pois a maior deposição de lipídios em frangos de corte selecionados para elevado ganho de peso está associada com aumento das concentrações plasmáticas de insulina e glucagon (Dupont *et al.*, 1999), assim as altas concentrações plasmáticas de insulina estimulam a deposição de proteína em frangos de corte.

Os resultados não significativos de percentual de matéria seca, umidade, extrato etéreo e cinzas na carcaça de frangos de corte obtidos neste trabalho também foram verificados em outros trabalhos. Lara *et al.* (2005) avaliando o efeito dos óleos vegetais e gordura animal na alimentação de frangos de corte, verificaram que as fontes lipídicas não alteraram o percentual de extrato etéreo, umidade e matéria seca na composição da carcaça.

Entretanto, Crespo e Esteve-García (2002b, 2002c) verificaram que a inclusão de 10% das fontes lipídicas sebo bovino, óleo de girassol, linhaça e oliva nas dietas não influenciaram o percentual de umidade e proteína bruta na carcaça de frangos de corte. O percentual de umidade, matéria seca e proteína bruta na carcaça dos frangos de corte alimentados com óleo de soja e sebo bovino, não foram influenciadas a partir de 6,6% de adição do óleo de soja (Andreotti *et al.*, 2004).

Não foram observados efeitos ($P > 0,05$) da inclusão das proporções entre óleo e soja e sebo bovino na dieta sobre os percentuais de matéria seca, umidade, proteína bruta, extrato etéreo e cinzas da composição do peito dos frangos de corte. Assim como não influenciaram ($P > 0,05$) os percentuais de matéria seca, umidade, proteína bruta e extrato etéreo da composição de coxa+sobrecoxa dos frangos de corte (Tabela 8). Entretanto, a mistura lipídica entre óleo de soja e sebo bovino influenciou ($P < 0,05$) o percentual de cinzas, que diminuiu de forma linear ($\hat{Y} = 8,05 - 0,01x$, $R^2 = 0,06$) em função do aumento do grau de insaturação das proporções lipídicas por meio do maior nível de inclusão de óleo de soja na mistura.

A adição da mistura entre óleo de soja e sebo bovino com maior proporção de sebo bovino provavelmente influenciou a mineralização óssea e o metabolismo ósseo e, consequentemente aumentando o percentual de cinzas da coxa+sobrecoxa das aves.

Tabela 8 - Composição do peito e coxa+sobrecoxa de frangos de corte alimentados com proporções de óleo de soja e sebo bovino de 22 a 42 dias de idade

Variáveis (%)	Proporção de óleo de soja e sebo bovino					p-value ²	CV ¹ (%)
	0:100	25:75	50:50	75:25	100:0		
Composição do peito (%)							
MS	29,42	28,58	29,63	29,58	28,46	0,24	3,91
UM	70,58	71,42	70,38	70,42	71,54	0,24	1,61
PB	60,08	63,24	61,19	62,17	63,91	0,20	4,77
EE	24,94	21,07	23,28	22,47	20,35	0,15	14,51
CZ	5,59	6,02	5,79	6,09	5,48	0,34	10,31
Composição da coxa+sobrecoxa (%)							
MS	33,83	34,69	34,00	33,83	34,27	0,94	5,82
UM	66,17	65,31	66,00	66,17	65,73	0,94	3,02
PB	46,04	45,47	44,39	47,27	46,42	0,39	5,52
EE	37,28	36,05	37,75	34,94	36,83	0,50	7,92
CZ*	7,78 ^{ab}	8,04 ^{ab}	7,54 ^{ab}	8,40 ^a	6,68 ^b	0,06	12,63

^{a,b}Médias na mesma linha com letras distintas diferem pelo teste de Tukey (P<0,05). *Efeito linear (P<0,05). ¹Coefficiente de variação. ²P<0,05. MS=matéria seca; UM=umidade; PB=proteína bruta; EE=extrato etéreo; CZ=cinzas.

As prostaglandinas, especialmente a prostaglandina E2 são produzidas a partir do ácido araquidônico. Em baixas concentrações a prostaglandina E2 estimula a formação óssea e em altas concentrações, estimula a reabsorção óssea devido ao aumento de replicação e diferenciação de novos osteoclastos (Liu, 2000).

O efeito dos lipídios sobre a mineralização e o metabolismo ósseo é um processo acumulativo e o fornecimento dietético por um grande período evidencia esse efeito sobre o desenvolvimento ósseo das aves (Liu *et al.* 2003).

Os resultados não significativos de percentual de extrato etéreo, umidade e proteína bruta na composição do peito e coxa+sobrecoxa dos frangos de corte alimentados com proporções lipídicas de óleo de soja e sebo bovino obtidos neste trabalho também foram verificados por Zollistch *et al.* (1997), Newman *et al.* (2002) e Lara *et al.* (2005).

As proporções entre óleo de soja e sebo bovino adicionados as dietas influenciaram (P<0,05) o perfil de ácidos graxos no peito dos frangos de corte (Tabela 9). As proporções dos ácidos graxos saturados láurico, mirístico, palmítico e esteárico foram influenciadas (P<0,05) por meio das proporções entre óleo de soja e sebo bovino adicionado as dietas dos frangos de corte.

Tabela 9 - Perfil de ácidos graxos da carne de peito de frangos de corte em função das proporções de óleo de soja e sebo bovino nas dietas

Ácidos graxos (%)	Proporção de óleo de soja e sebo bovino					p-value ¹
	0:100	25:75	50:50	75:25	100:0	
C4:0	0,621 ^{ab}	0,898 ^{ab}	0,189 ^b	1,053 ^a	0,376 ^b	0,0375
C6:0	0,379	0,131	0,516	0,072	0,204	0,2206
C8:0	0,451	0,162	0,336	0,098	0,142	0,1547
C10:0	0,578 ^b	0,290 ^{bc}	0,931 ^a	0,146 ^c	0,168 ^c	0,0004
C11:0	1,272 ^{ab}	0,798 ^b	1,975 ^a	0,376 ^b	0,247 ^b	0,0084
C12:0	1,318 ^{ab}	0,592 ^{bc}	1,961 ^a	0,366 ^c	0,406 ^{bc}	0,0033
C14:0	6,063 ^a	3,318 ^b	6,678 ^a	2,102 ^b	1,725 ^b	0,0004
C14:1	2,511 ^{abc}	2,885 ^{ab}	3,117 ^a	2,027 ^{bc}	1,670 ^c	0,0292
C15:0	1,503 ^{ab}	0,866 ^{bc}	1,825 ^a	0,648 ^c	0,527 ^c	0,0022
C15:1	0,912 ^a	0,560 ^{ab}	0,882 ^a	0,287 ^b	0,148 ^b	0,0243
C16:0	20,382 ^a	20,874 ^a	17,759 ^b	20,457 ^a	19,648 ^{ab}	0,0575
C16:1	5,113 ^a	3,364 ^{bc}	3,869 ^b	3,071 ^c	2,429 ^d	<0,0001
C17:0	6,371	8,460	7,875	6,323	3,327	0,2321
C17:1	1,371 ^{ab}	0,753 ^b	2,477 ^a	0,266 ^b	0,244 ^b	0,0040
C18:0	10,964 ^d	16,727 ^c	14,778 ^c	23,564 ^b	29,946 ^a	<0,0001
C18:1n9t	1,288 ^b	1,115 ^b	2,174 ^a	1,691 ^{ab}	2,168 ^a	0,0070
C18:1n9c	33,103 ^a	31,456 ^{ab}	23,707 ^b	31,257 ^{ab}	30,385 ^{ab}	0,1090
C18:2n6t	0,025	0,016	0,070	0,039	0,000	0,7585
C18:2n6c	0,077	0,018	0,117	0,008	0,039	0,1222
C18:3n6	0,101 ^b	0,092 ^b	0,273 ^a	0,088 ^b	0,117 ^b	0,0129
C18:3n3	0,640 ^a	0,382 ^{bc}	0,599 ^{ab}	0,257 ^c	0,252 ^c	0,0043
C20:0	0,069	0,015	0,692	0,148	0,217	0,0664
C20:1	0,924	0,830	1,197	0,624	0,809	0,3304
C20:2	0,404 ^b	0,449 ^{ab}	0,749 ^a	0,408 ^b	0,458 ^b	0,0600
C20:3n3	1,875 ^b	3,068 ^a	2,485 ^{ab}	2,793 ^a	2,539 ^{ab}	0,0240
C20:3n6	0,225	0,189	0,255	0,177	0,237	0,8460
C20:4n6	0,104	0,023	0,125	0,022	0,038	0,1585
C21:0	0,051	0,027	0,002	0,000	0,000	0,4825
C22:0	0,061 ^{ab}	0,045 ^b	0,175 ^a	0,029 ^{ab}	0,061 ^{ab}	0,0353
C22:1n9	0,002	0,000	0,007	0,001	0,000	ns
C22:2	0,113 ^{ab}	0,040 ^{ab}	0,232 ^a	0,100 ^{ab}	0,054 ^b	0,1130
C22:6n3	0,207 ^b	0,138 ^a	0,017 ^c	0,035 ^c	0,032 ^c	0,0003
C20:5n3	0,186 ^b	0,610 ^a	0,614 ^a	0,744 ^a	0,752 ^a	0,0023
C24:0	0,309	0,45 ⁴	0,451	0,444	0,380	0,1782
C24:1	0,368 ^a	0,337 ^b	0,835 ^b	0,235 ^b	0,238 ^b	0,0016
C23:0	0,060 ^a	0,018 ^{bc}	0,056 ^{ab}	0,045 ^{abc}	0,016 ^c	0,0555
Ácidos graxos saturados	50,452 ^b	53,676 ^{ab}	56,199 ^a	55,871 ^a	57,391 ^a	0,0645
Ácidos graxos monoinsaturados	43,081 ^a	38,415 ^{ab}	35,147 ^b	37,432 ^b	36,421 ^b	0,0432
Ácidos graxos poliinsaturados	3,956 ^b	5,025 ^{ab}	5,536 ^a	4,670 ^{ab}	4,518 ^{ab}	0,0448
Ácidos graxos saturados:insaturados	1,073 ^b	1,236 ^{ab}	1,381 ^a	1,327 ^a	1,402 ^a	0,0667
Relação ômega 6:ômega 3	0,184 ^{ab}	0,083 ^b	0,245 ^a	0,088 ^b	0,122 ^{ab}	0,0465

c=cis; t=trans. Dados obtidos com base na percentagem de área de cada ácido graxo em relação aos lipídios totais. ¹P<0,05^{a,b}Médias na mesma linha com letras distintas diferem pelo teste de Duncan (P<0,05). ns=Não significativo.

A adição da mistura entre óleo de soja e sebo bovino com a maior proporção de sebo bovino reduziu o percentual de ácido esteárico na carne de peito, proporcionando melhora na qualidade da carne de peito (Tabela 9)

O sebo bovino é uma fonte de lipídios rico em ácidos graxos saturados, tal como, ácido graxo esteárico (AOCS, 2009). Segundo Crespo e Esteve-García (2001), as aves alimentadas com sebo bovino apresentaram maiores valores de ácidos graxos saturados, principalmente o mirístico, palmítico e esteárico do que aquelas alimentadas com azeite de girassol ou óleo de linhaça.

Igualmente, Azman et al. (2005) verificaram que o peito de frango das aves alimentadas com dietas ricas em sebo bovino apresentaram maior percentual de ácido graxo esteárico. Os mesmos autores não encontraram diferenças no percentual de ácido graxo esteárico no peito entre as aves alimentadas com dietas contendo óleo de soja e sebo bovino.

A inclusão de óleos e gorduras na dieta é realizada devido a diversos fatores, entre eles, tem o propósito de alterar a composição de ácidos graxos da carne de frango para atender as recomendações atuais da saúde dos seres humanos, assim o setor avícola tem substituído fontes de gordura animal, ricas em ácidos graxos saturados, tais como ácido esteárico e palmítico, por óleos vegetais ricos em ácidos graxos insaturados (Ortiz *et al.*, 2006).

As proporções entre óleo de soja e sebo bovino proporcionou ($P < 0,05$) menor percentual dos ácidos graxos ômega 3 eicosapentaenóico (20:5n3), aumentou o percentual do ácido graxo linolênico (18:3n3) na carne de peito dos frangos alimentados com dietas contendo maior proporção de sebo bovino (Tabela 9). Entretanto, as misturas lipídicas influenciou ($P > 0,05$) os percentuais de ácidos graxos araquidônico e linoléico (18:2n6).

As diferenças verificadas no perfil de ácidos graxos ômega 3 e 6 na carne de peito podem ser devido aos processos metabólicos dos lipídios nas aves. Os ácidos graxos linoléico e linolênico são essenciais para os animais, sendo metabolicamente convertidos em ácidos graxos poliinsaturados no fígado das aves, por meio de processos enzimáticos de insaturação e alongamento da cadeia (Watkins, 2002).

Os ácidos graxos essenciais são metabolizados por uma série de reações que incluem a oxidação na mitocôndria para geração de energia, reações de insaturação e alongamento de cadeia que produz os ácidos graxos poliinsaturados de cadeia longa e incorporação junto aos glicerolipídios. Nas células animais, o ácido linolênico pode ser convertido no ácido

eicosapentaenóico e docosahexaenóico, sendo que da mesma forma, o ácido linoléico é convertido, via linolênico, em ácido araquidônico (Liu, 2001).

Os ácidos graxos da série ômega 3 são essenciais para crescimento e desenvolvimento humano e podem desempenhar um papel importante na prevenção e tratamento de doença arterial coronariana, hipertensão arterial, diabetes, artrite, depressão, inflamatórios e doenças auto-imunes e câncer (Azman *et al.*, 2005).

A relação ômega 6: ômega 3 nas dietas ocidentais está muito alta, sendo interessante o aumento de consumo de ômega 3 e, portanto, diminuição da relação ômega 6: ômega 3. Além do consumo de peixes, o consumo de ácidos graxos poliinsaturados ômega 3 pode ser aumentado através da elevação dos níveis de ácido eicosapentaenóico e docosahexaenóico em alimentos que contenham baixos níveis. Neste trabalho, esta relação foi reduzida por meio das proporções 25:75 e 75:25 da mistura entre óleo de soja e sebo bovino (Tabela 9).

Esteve-García (2002c) verificou que em frangos de corte alimentados com sebo houve redução no percentual de ácidos graxos saturados e aumento dos ácidos graxos ômega 9, sendo que este efeito ocorreu provavelmente devido a síntese endógena podendo ser uma consequência da transformação dos ácidos graxos saturados em ácidos graxos insaturados que ocorreu nestes animais. Este fato que pode justificar a redução da relação entre ácidos graxos saturados e insaturados com redução da inclusão de sebo bovino na mistura lipídica.

Verifica-se que a inclusão da combinação entre sebo bovino e óleo de soja na dieta de frangos de corte aumenta a relação entre ácidos graxos insaturados e saturados na dieta de 0,69 para 5,47, conseqüentemente aumenta o ganho de peso, melhora a conversão alimentar, digestibilidade da gordura e de seus ácidos graxos (Danicke *et al.*, 2000).

Conclusões

A suplementação de 6% de óleo de soja, sebo bovino e suas diferentes proporções na dieta influenciam o perfil de ácidos graxos, desempenho e as características de carcaça de frangos de corte no período de 22 a 42 dias de idade. Assim, o perfil lipídico do frango de corte pode ser alterado por meio da inclusão de misturas entre o óleo de soja e sebo bovino, visando melhor desempenho e características de carcaça das aves, além de disponibilizar aos seres humanos produtos de melhor qualidade nutricional.

Referências Bibliográficas

- Abreu PG, Abreu VMN. Ventilação na avicultura de corte. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, Comunicado técnico 63, 2000.
- Akiba KL, 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. *Japan. Poultry Science*. 1994; 31:381-391.
- Andreotti MO, Junqueira OM, Barbosa MJB, 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*, 2004; 33(5):1145-1151.
- AOCS. Physical and chemical characteristics of oils, fats, and waxes. Disponível em: http://www.campestre.com.br/especificacao_sebo_bovino.shtml. Acesso em: 09/03/2009.
- Azman MA, Çerçi IH, Birben N. Effects of various dietary fat sources on performance and body fatty acid composition of broiler chickens. *Turkish Journal Veterinary Animal Science*, 2005; 29:811-819.
- Bavelaar FJ, Beynen AC. Relationships between dietary fatty acid composition and either melting point or fatty acid profile of adipose tissue in broilers. *Meat Science*, 2003; 64:133-140.
- Buffington DE, Colazzo-Arocho A, Canton GH. Black globe-humidity index (BGHI) as comfort equation for dairy cows. *Transaction of the ASAE*, 1981; 24:711-714.
- Claassen N, Coetzer H, Steinmann CM, et al. The effect of different n-6/n-3 essential fatty acid ratios on calcium balance and bone in rats. *Prostaglandins, Leukotrienes and Essential Fatty Acids*, 1995; 53:13-19.
- Crespo N, Esteve-García E. Dietary fatty acid profile modifies abdominal fat deposition in broiler chickens. *Poultry Science*, 2001; 80:71-78.
- Crespo N, Esteve-García E. Dietary linseed oil produces lower abdominal fat deposition but higher de novo fatty acid synthesis in broiler chickens. *Poultry Science*, 2002a; 81:1555-1562.
- Crespo N, Esteve-García E. Dietary polyunsaturated fatty acids decrease fat deposition in separable fat depots but not in the remainder carcass. *Poultry Science*, 2002b; 81:512-518.
- Crespo N, Esteve-García E. Nutrient and fatty acid deposition in broilers fed different fatty acid profiles. *Poultry Science*, 2002c; 81:1533-1542.
- Danicke H, Jeroch H, Bottcher W, et al. Interactions between dietary fat type and enzyme supplementation in broiler diets with high pentosan contents: effects on precaecal 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.

Dupont J, Chen J, Derouet M, et al. Metabolic differences between genetically lean and fat chickens are partly attributed to the alteration of insulin signaling in liver. *The Journal of Nutrition*, 1999; 129:1937–1944.

Ferreira AF, Andreotti MO, Carrijo AS, 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*, 2005; 27(2):213-219.

Firman JD, Kamyab A, Leigh H. Comparison of fat sources in rations of broilers from hatch to market. *International Journal of Poultry Science*, 2008; 12:1152-1155.

Folch J, Lee M, Sloane Stanley GH. A simple method for isolation and purification of total lipids from animal tissue, *Journal Biological Chemistry*, 1957; 226:497-509.

Hartman L, Lago BCA. Rapid preparation of fatty, methyl esters from lipids. *Laboratory Practical*, 1973; 22:457-477.

ISO – International organization for standardization. Animal and vegetable fats and oils – preparation of methyl esters of fatty acids. Geneve: ISO. Method ISO 5509, 1978; 1-6.

Lara LJC, Baião NC, Aguilar CAL, et al. Efeito de fontes lipídicas sobre o desempenho de frangos de corte. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 2005; 57(6):792-798.

Liu D, Denbow DM. Maternal dietary lipids modify composition of bone lipids and ex vivo prostaglandin E₂ production in early postnatal japanese quail. *Poultry Science*, 2001; 80(9):1344-1352.

Liu D, Veit HP, Wilson JH, et al. Long-term supplementation of various dietary lipids alters bone mineral content, mechanical properties and histological characteristics of japanese quail. *Poultry Science*, 2003; 82:831-839.

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.

Medeiros CM, Baêta FC, Oliveira RFM, et al. Efeitos da temperatura, umidade relativa e velocidade do ar em frangos de corte. *Engenharia na Agricultura*, 2005; 13:277-286.

Newman RE, Bryden WL, Fleck E, et al. Dietary n-3 and n-6 fatty acids alter avian metabolism: metabolism and abdominal fat deposition. *British Journal of Nutrition*, 2002; 88:11-18.

Ortiz LT, Alzueta C, Rebole A, et al. Effect of dietary high-oleic acid and conventional sunflower seeds and their refined oils on fatty acid composition of adipose tissue and meat in broiler chickens. *Journal of Animal and Feed Sciences*, 2006; 15:83–95.

Pinchasov Y, Nir I. Effect of dietary polyunsaturated fatty acid concentration on performance, fat deposition and carcass fatty acid composition in broiler chickens. *Poultry Science*, 1992; 71:1504–1512.

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.

Sanz M, Flores A, López de Ayalla P, et al. Higher lipid accumulation in broilers fed on saturated fats than in those fed on unsaturated fats. *British Poultry Science*, 1999; 40:40-101.

Sanz M, Flores-Bote CJ, Menoyo D. Abdominal fat deposition and fatty acid synthesis are lower and β -oxidation is higher in broiler chickens fed diets containing unsaturated rather than saturated fat. *The Journal of Nutrition*, 2000; 130: 3034–3037.

Scaife JR, Moyo J, Galbraith H et al. Effect of different dietary supplemental fats and oils on the tissue fatty acid composition and growth of female broilers. *British Poultry Science*, 1994; 35:107–118.

SAS - Statistical analysis system institute. User's guide: statistics. Cary, NC, USA; 2001.

Silva DJ, Queiroz AC. Análise de alimentos - métodos químicos e biológicos. 3a ed. Viçosa (MG): UFV; 2006. 235p.

Villaverde C, Baucells MD, Cortinas L.. Effects of dietary concentration and degree of polyunsaturation of dietary fat on endogenous synthesis and deposition of fatty acids in chickens, *British Poultry Science*, 2006; 47:173–179.

Wattkins BA. Role of lipids and phytochemicals in bone health. Disponível em <http://www.ift.confex.com/ift/200/techprogram/paper_4941.htm>. Acesso em: 06 ago. 2002.

Watkins BA, Seifert F. Conjugated linoleic acid and bone biology. *Journal of American College of Nutrition*, 2000; 19(4):478S-486S.

Wongsuthavas S, Yuangklang C, Vasupen K, et al. Energy expenditure by broiler chickens fed diets containing various blends of beef tallow and soybean oil. *International Journal of Poultry Science*, 2007; 6(11):796-799.

Zollitsch W, Knaus W, Aichinger F, et al. Effects of different dietary fat sources on performance and carcass characteristics of broilers. *Animal Feed Science and Technology*, 1997; 66(1):63-73.