


unesp  **UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA**
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
“CAMPUS” DE ARAÇATUBA - CURSO DE MEDICINA VETERINÁRIA


PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL

ANA PAULA DA SILVA ALMEIDA

**Efeito do óleo de linhaça no desempenho, características
de carcaça e qualidade de carne de frangos de corte**

ARAÇATUBA

2007

unesp  UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
“CAMPUS” DE ARAÇATUBA - CURSO DE MEDICINA VETERINÁRIA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL

ANA PAULA DA SILVA ALMEIDA

**Efeito do óleo de linhaça no desempenho, características
de carcaça e qualidade de carne de frangos de corte**

Dissertação de Mestrado apresentada ao programa de Pós-graduação em Ciência Animal, Faculdade de Odontologia de Araçatuba, curso de Medicina Veterinária, da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – UNESP, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre.

Orientador: Prof. Adj. Marcos Franke Pinto

ARAÇATUBA

2007

DEDICATÓRIA

A minha família, pelo apoio incondicional e motivação...

Meus pais, Francisco Renato Almeida e Elizabeth Aparecida da Silva Almeida, e minha irmã, Ariane Almeida Maia da Cruz, não são somente pessoas que fazem parte da minha vida, são a minha vida. Dedico este trabalho a estas três pessoas especiais que Deus colocou no meu caminho para iluminar os meus dias.

AGRADECIMENTOS

A Deus pela força e coragem.

Ao meu orientador, Prof. Adj Marcos Franke Pinto, que proporcionou o meu aprendizado e crescimento sempre com uma boa dose de humor e descontração.

A Profa Ass. Dr^a. Elisa Helena Giglio Ponsano, sempre presente e disposta a ajudar no que fosse preciso.

Ao Prof. Adj. Manoel Garcia Neto pelas sugestões e pelo esforço no meu desespero estatístico.

As minhas amigas, Michele Yurika Honaga e Lorryne Bernegosi Poloni, que me ajudaram não somente na realização deste trabalho, mas também tornaram as análises mais divertidas.

Ao Prof. Roberto de Oliveira Roça da UNESP de Botucatu, pelo carinho dispensado durante a minha breve passagem por Botucatu.

À funcionária Maria Cecília dos Santos, técnica do Laboratório de Alimentos da UNESP de Botucatu, que me ajudou a compreender o universo da cromatografia gasosa.

As funcionárias da Biblioteca, principalmente à Fátima e à Isabel, pela amizade e ajuda preciosa.

Aos estagiários, Juliana Pampana Nicolau, Thiago Ferrari e Débora Testoni Dias, que ajudaram como puderam, conforme o tempo disponível.

A química Kátia Emi Kawarada pela ajuda na realização das análises cromatográficas.

Ao Diretor, pela oportunidade de crescimento profissional.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo pelo apoio financeiro para a realização desta pesquisa.

À CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior pela bolsa de estudo concedida durante um ano.

À Universidade Estadual Paulista, pela oportunidade de realização do curso de mestrado.

EPÍGRAFE

**“Se pretendes chegar,
Caminha sem cansaço.
Se desejas vencer,
Não desistas da luta.
Se buscas superar-te,
Persevera no esforço.
Se queres acertar,
Faze sempre o melhor.
Se procuras ser justo,
Age no bem de todos.
Se almejas a Verdade,
Escuta a consciência!...”**

Bacelli

ALMEIDA, A.P.S. **Efeito do óleo de linhaça no desempenho, características de carcaça e qualidade de carne de frangos de corte.** 2007. 99f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Odontologia, Universidade Estadual Paulista, Araçatuba, 2007.

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar a incorporação de ácidos graxos poliinsaturados (PUFA) na carne de frango com a utilização de ração enriquecida com óleo de soja e óleo de linhaça, associados a diferentes níveis de vitamina E. A inclusão de óleo de linhaça, substituindo o óleo de soja em diferentes proporções, e de vitamina E até o nível de 400 mg/kg de ração, não interferiu, de forma geral, nas características de desempenho e de composição de carcaça de frangos de corte da linhagem Cobb. O sexo das aves, por outro lado, influenciou significativamente essas características. Os machos apresentaram, em termos gerais, melhor desempenho produtivo que as fêmeas, com maior consumo de ração e ganho de peso e melhor conversão alimentar. As fêmeas apresentaram maior porcentagem de peito e menor porcentagem de coxa e sobrecoxa que os machos. Com relação às características da carne, o sexo e a fonte de ácidos graxos poliinsaturados e os níveis de vitamina E da ração não apresentaram influência no teor de lipídeos totais, na textura e na perda de peso no cozimento. A adição de linhaça na dieta também não modificou o padrão de ácidos graxos, nem o teor de colesterol da carne. Os machos apresentaram maior proporção de PUFA que as fêmeas nos dois cortes analisados. Com relação ao teor de colesterol total, as amostras de peito provenientes dos machos apresentaram médias mais elevadas em relação às das fêmeas. A inclusão de 200mg/kg de vitamina E na ração foram suficientes para impedir a rancidez oxidativa nas amostras de coxa e sobrecoxa com pele, estocadas a -25°C por 45 dias.

Palavras-chave: linhaça; PUFA; características de carcaça; desempenho produtivo; aves.

ALMEIDA, A.P.S. **Effect of linseed oil on broiler performance, carcass characteristics and meat quality.** 2007. 99f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Odontologia, Universidade Estadual Paulista, Araçatuba, 2007.

ABSTRACT

The aim of this work was to evaluate the incorporation of polyunsaturated fatty acids (PUFA) in broilers meat using soy and linseed oil enriched rations and different levels of vitamin E. The inclusion of different percentages of linseed oil instead of soy oil and vitamin E until 400 mg/kg in the diets did not interfere in overall performance or composition characteristics of Cobb broilers carcasses. On the other hand, broilers` sexes influenced these characteristics. Male broilers consumed more ration, had higher weight gains and better feed conversions than female broilers. Female broilers had higher breast percentages and lower leg percentages than male broilers. Sex, source of polyunsaturated fatty acids and vitamin E level did not influence total fat content of meat, texture and loose of weight after cooking. The inclusion of linseed oil in the diet did not cause any modification on meat fatty acids composition or total cholesterol content. Male broilers breast and leg samples had higher PUFA content than female broilers. Male broilers had higher cholesterol contents than female broilers in breast cuts. Vitamin E at 200 mg/kg was enough to prevent oxidative rancidity in leg samples frozen at -25°C for 45 days.

Keywords: linseed; PUFA; carcass characteristics; performance; broilers.

Lista de Tabelas

Capítulo 3

Tabela 1- Composição percentual e calculada da dieta basal	52
Tabela 2- Desempenho produtivo de aves da linhagem Cobb	53
Tabela 3- Rendimento de carcaça em relação ao peso vivo (%), dos cortes cárneos em relação ao peso da carcaça eviscerada (%) e das vísceras e gordura abdominal em relação ao peso ao abate (%)	54

Capítulo 4

Tabela 1- Composição percentual e calculada da dieta basal	67
Tabela 2- Lipídeos totais e colesterol total na coxa com sobrecoxa com pele e no peito sem pele (b.s)	68
Tabela 3- Composição em ácidos graxos (b.s.) nas amostras de peito sem pele	69
Tabela 4- Composição em ácidos graxos (b.s.) nas amostras de coxa com sobrecoxa com pele	70
Tabela 5- Proporção de ácidos graxos saturados (SFA), poliinsaturados (PUFA), monoinsaturados (MUFA) nas amostras de peito e coxa com sobrecoxa (b.s.)	71
Tabela 6- Valores de TBA (mg de malonaldeído/kg de amostra úmida) de coxa com sobrecoxa com pele (b.s.), textura (kgf/cm ²) e perda de peso no cozimento (%) de filés de peito sem pele	72

Lista de Figuras

Capítulo 2

Figura 1. Representação da cadeia dos ácidos graxos linoleico e linolênico na forma não ionizada*. Na designação ômega, a numeração dos átomos de carbono começa a partir do grupo metil terminal, e na designação delta, a partir do terminal carboxílico 20

Figura 2. Esquema da produção das famílias de ácidos graxos ômega-6 e ômega-3 a partir dos ácidos linoleico e linolênico 21

Capítulo 3

Figura 1- Controle de temperatura e umidade no período de 0 a 49 dias 54

Figura 2- Desdobramento da interação estatística entre sexo, proporção de ácidos graxos e vitamina E em relação a conversão alimentar das aves no período de 0-21dias 55

Capítulo 5

Figura 1- Fases de criação das aves e vista interna do galpão 97

Figura 2- Cortes cárneos obtidos 98

Figura 3- Liofilização das amostras de carne 99

Figura 4- Análise da força de cisalhamento da carne 99

Glossário

SFA: ácidos graxos saturados

MUFA: ácidos graxos monoinsaturados

PUFA: ácidos graxos poliinsaturados

EPA: ácido graxo eicosapentaenóico

DPA: ácido graxo docosapentaenóico

DHA: ácido graxo docosahexaenóico

ARA: ácido graxo araquidônico

GLA: ácido graxo gamalinoleico

DGLA: ácido graxo dihomogama

CLA: ácido linoleico conjugado

ω : ômega

ω -6: ω -3 total ou taxa ω -6: ω -3: somatória dos ômega-6 em relação aos ômega-3

ω -3 ou ômega-3: refere-se aos ácido graxos linolênico, EPA, DHA e/ou DPA

ω -6 ou ômega-6: refere-se aos ácidos graxos linoleico, GLA, DGLA e/ou ARA

ω -3 (18:3): ácido graxo linolênico, precursor do grupo ômega-3

ω -6 (18:2): ácido graxo linoleico, precursor do grupo ômega-6

Grupo ômega-3: EPA, DHA, DPA

Grupo ômega-6: GLA, DGLA, ARA

Tocoferol: vitamina E

LDL: lipoproteína de baixa densidade

HDL: lipoproteína de alta densidade

TBA: método do ácido 2-tio-barbitúrico

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1: INTRODUÇÃO	16
CAPÍTULO 2: REVISÃO DE LITERATURA	18
Definição dos ácidos graxos encontrados nos alimentos	19
Efeitos benéficos relacionados com a dieta rica em PUFA	21
Mercado nacional da carne de frango	23
Características da fração lipídica da carne de frango	24
Composição da ração das aves	24
Modificação da proporção de PUFA na carne	25
Modificação da porcentagem de colesterol e lipídeos totais na carne de frango	31
Insaturação da carne de frango	32
Modificação sensorial da carne	35
Modificação da deposição de gordura cavitária no frango	36
Desempenho produtivo e composição de carcaça de frangos	37
Referências	39

CAPÍTULO 3: ARTIGO CIENTÍFICO

EFEITO DO CONSUMO DE ÓLEO DE LINHAÇA SOBRE O DESEMPENHO

PRODUTIVO E COMPOSIÇÃO DE CARÇA DE FRANGOS DE CORTE	48
RESUMO	49
ABSTRACT	49
INTRODUÇÃO	50
MATERIAL E MÉTODOS	51
RESULTADOS	53
DISCUSSÃO	55
CONCLUSÕES	58
AGRADECIMENTOS	58
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	59

CAPÍTULO 4: ARTIGO CIENTÍFICO

ÓLEO DE LINHAÇA ASSOCIADO AO ÓLEO DE SOJA E AS CARACTERÍSTICAS

DA CARNE DE FRANGO	63
RESUMO	64
ABSTRACT	64
INTRODUÇÃO	65
MATERIAL E MÉTODOS	65
RESULTADOS	68
DISCUSSÃO	72
CONCLUSÕES	75
AGRADECIMENTOS	75
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	75

CAPÍTULO 5: ANEXO

ANEXO I - Metodologias Analíticas	80
Extração dos ácidos graxos	80
Esterificação dos ácidos graxos	82
Lipídeos totais	83
Colesterol total	84
Textura e perda de peso no cozimento	85
TBA	86
Referências	89
ANEXO II - Normas para publicação nos periódicos	90
Arquivo brasileiro de medicina veterinária e zootecnia	90
ANEXO III - Comprovante de recebimento do artigo	95
ANEXO IV - Planilha de custos	96
ANEXO V - Imagens	97

INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, verificou-se um aumento constante na produção nacional de frangos de corte (APINCO, 2007), já que a carne de frango é uma fonte rica em proteínas e apresenta baixo custo em relação a carne bovina (MENDES; SALDANHA, 2004). Entretanto, a fração gordurosa da carne de frango é constantemente associada ao risco de desenvolvimento de doenças cardiovasculares e câncer devido a proporção indesejável de colesterol e ácidos graxos saturados. A carne de frango apresenta cerca de 30-35% de SFA (ácidos graxos saturados), 10-50% de MUFA (ácidos graxos monoinsaturados) e pequena quantidade de PUFA (ácidos graxos poliinsaturados) (FAT, 1997). Diversos trabalhos têm demonstrado a possibilidade de modificar esse perfil lipídico com a modificação da dieta das aves com o uso de determinados óleos (LÓPEZ-FERRER et al., 1999, 2001a; LÓPEZ-FERRER et al., 2001b).

A adição de óleo à dieta das aves é uma prática rotineira no manejo de frangos de corte, já que o óleo melhora a palatabilidade, diminui a pulverulência e aumenta a concentração energética da ração (FURLAN; MACARI, 2002; MORENG; AVENS, 1990). O óleo de soja tem sido a alternativa mais empregada para atender essa necessidade. Embora o óleo de soja apresente uma boa porcentagem de PUFA, 51 a 54 % dos ácidos graxos de sua composição correspondem ao ácido linolêico, e somente 7 ou 8 % ao ácido linolênico (HARTMAN, 1982), o que torna a proporção ω -6 (18:2): ω -3 (18:3) indesejável, refletindo na qualidade da gordura da carcaça.

A adição de óleos ricos em PUFA pode alterar a composição de ácidos graxos e o teor de colesterol total na carne de frango. Crespo e Esteve-Garcia (2001) observaram que a dieta influenciou o teor de colesterol em amostras de carne de frango, sendo que a dieta contendo sebo e óleo de oliva proporcionou valores maiores de colesterol na carne de coxa e peito em relação às que continham óleo de girassol e de linhaça. Hulan et al. (1984) verificaram que a inclusão de óleo de canola reduziu os SFA totais e aumentou os PUFA e os MUFA totais.

O aumento da insaturação da carne de frango com a adição de óleos ricos em PUFA pode alterar as características de carcaça e da carne, tais como susceptibilidade da carne à oxidação. O aumento da rancidez oxidativa da carne e conseqüente diminuição de vida de prateleira pode ser contornado com a adição de

vitamina E na dieta, melhorando a estabilidade da ração e da carne à oxidação (CARRERAS et al., 2004). Além disso, com o aumento da insaturação, a carne tende a ficar mais macia (RUIZ et al., 2001) e a deposição de gordura abdominal tende a diminuir (CRESPO; ESTEVE-GARCIA et al., 2001).

O desempenho produtivo das aves também pode ser alterado com a modificação da dieta das aves, já que podem ocorrer alterações organolépticas na ração, comprometendo o consumo, a conversão alimentar, o ganho de peso e conseqüente rendimento de carcaça das aves. As fontes de óleos geralmente utilizadas para modificar a fração lipídica da carne de frango são os óleos vegetais, sebo ou óleo de peixe (AJUYAH et al., 1991; LÓPEZ-FERRER et al, 1999, 2001a). O óleo de peixe é rico nos ácidos graxos eicosapentaenóico (EPA) e docosahexaenóico (DHA), mas pode comprometer a qualidade de carcaça, conferindo odor desagradável. López-Ferrer et al. (1999) observaram aumento de EPA e DHA na carne das aves alimentadas com óleo de peixe, mas houve deterioração da qualidade sensorial da carne, sendo que a substituição deste óleo por óleos vegetais melhorou as características organolépticas da carne.

A associação do óleo de soja ao óleo de linhaça representa uma alternativa para modificar de forma benéfica a proporção de ácidos graxos na carne de frango. Ajuyah et al. (1991) trabalharam com canola e linhaça e observaram que a deposição de ácidos graxos do grupo ômega-3 (ω -3), como os ácidos linolênico, EPA e DHA, foi proporcional aos níveis destes ω -3 na dieta, sendo que a dieta com linhaça foi a que apresentou maiores níveis de ω -3, devido ao ácido linolênico.

DEFINIÇÃO DOS ÁCIDOS GRAXOS ENCONTRADOS NOS ALIMENTOS

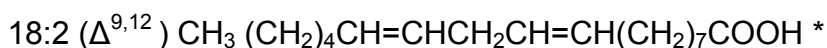
Segundo Rago (2000) há três tipos de ácidos graxos, os monoinsaturados (MUFA), os poliinsaturados (PUFA) e os saturados (SFA). Os ácidos graxos são ácidos carboxílicos com uma longa cadeia carbônica sem ramificações (MARZZOCO; TORRES, 1999). Se todos os átomos de carbono da cadeia são unidos por ligações simples, o ácido graxo é considerado saturado (SFA). Se a cadeia contém uma ou mais duplas, é considerado insaturado (CHAMPE; HARVEY, 1996; MACHADO, 2002). Ácidos graxos com uma única ligação dupla são denominados MUFA. Com duas ou mais ligações duplas, PUFA (CHAUDHARI, 2000).

A nomenclatura simplificada especifica o comprimento de cadeia e o número de duplas ligações separadas por dois pontos, ou seja, o ácido graxo oléico que possui 18 átomos de carbono e uma ligação dupla, é denominado 18:1. A posição de qualquer dupla ligação é especificada por números superescritos seguindo a letra grega Δ (delta), desse modo, um ácido graxo com cadeia de 20 átomos de carbono e com uma dupla ligação entre C-9 e C-10 (C-1 sendo o carbono da carboxila), e a outra entre C-12 e C-13, é denominado 20:2 ($\Delta^{9,12}$) (LEHNINGER et al., 1995).

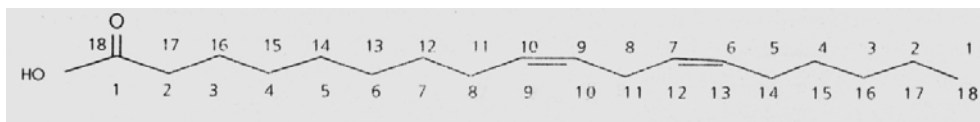
Nos mamíferos, os ácidos graxos são sintetizados a partir de carboidratos e do excedente de proteínas (MARZZOCO; TORRES, 1999), sendo que nos monogástricos, os ácidos graxos são absorvidos pela dieta e depositados nos tecidos sem modificações significantes (THERON, 2002).

No homem, os ácidos graxos poliinsaturados linoleico (ω -6) e alfa-linolênico (ω -3) devem ser obtidos da dieta por ingestão de óleos vegetais, sendo por isso, ditos essenciais (CHAUDARI, 2000; MARZZOCO; TORRES, 1999). A denominação de ômega-6 (ω -6) e ômega-3 (ω -3) é devido ao posicionamento da dupla ligação, localizada a seis e três carbonos da extremidade ômega (grupo metila terminal), respectivamente (CHAMPE; HARVEY, 1996; CHAUDHARI, 2000).

Ácido Inoleico:

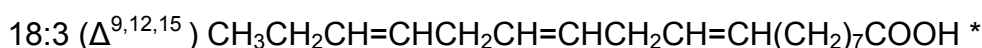


Designação ômega

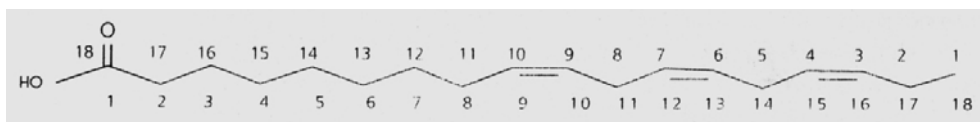


Designação delta

Ácido linolênico:



Designação ômega



Designação delta

Figura 1. Representação da cadeia dos ácidos graxos linoleico e linolênico na forma não ionizada*. Na designação ômega, a numeração dos átomos de carbono começa a partir do grupo metil terminal, e na designação delta, a partir do terminal carboxílico (LEHNINGER et al. 1995; MARTIN et al., 2006)

O ácido alfa-linolênico é o precursor da produção do grupo ômega-3 de ácidos graxos poliinsaturados: EPA (ácido eicosapentaenóico), DHA (ácido docosahexaenóico) e DPA (ácido docosapentaenóico). O linoleico é o precursor do GLA (ácido gamalinoleico), DGLA (ácido linoleico dihomogama) e ARA (ácido araquidônico) (CHAUDHARI, 2000). Os mais importantes são o DHA, EPA e DPA, os quais apresentam ação mais benéfica à saúde (OVOS, 2002). Sanders e Younger (1981) suplementaram a dieta de humanos com óleo de linhaça e óleo de peixe e com base nos resultados, sugeriram que o homem pode converter o ácido linolênico em EPA, mas a dieta com EPA e DHA é mais efetiva para aumentar a proporção destes ácidos nos tecidos lipídicos do que a redução da taxa de ω -6 (18:2): ω -3 (18:3) na dieta. Em artigo de revisão, Gerster (1998) concluiu, com base nos estudos disponíveis, que altas doses de ω -3 (18:3) podem gerar uma limitada quantidade de EPA e uma pobre quantidade de DHA.

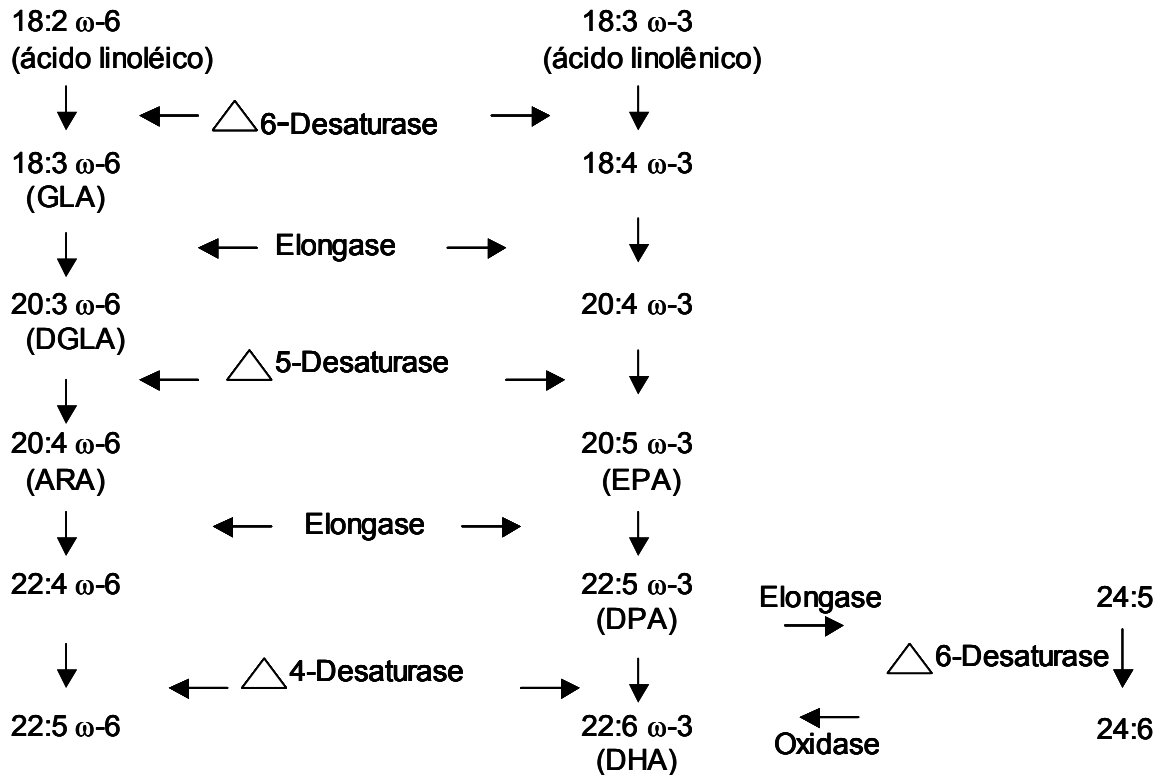


Figura 2. Esquema da produção das famílias de ácidos graxos ômega-6 e ômega-3 a partir dos ácidos linoleico e linolênico (Gerster et al., 1998)

Os ω -6 podem ser encontrados em vários óleos vegetais (incluindo o óleo de milho, açafrão, soja e girassol) (CHAMPE; HARVEY, 1996) e os ω -3 em óleo de peixe, linhaça (LOPÉZ-FERRER, et al., 1999) e canola (AJUYAH et al., 1991).

A deficiência de ácidos graxos essenciais (linoleico e linolênico) pode causar um quadro clínico que se caracteriza por dermatite descamativa, perda de cabelo e má cicatrização de ferimentos (CHAMPE; HARVEY, 1996). O perfeito equilíbrio entre os ômegas está relacionado ao controle da obesidade, melhora da insulinemia, glicemia e perfil lipídico (HALPERN; RODRIGUES, 2003).

EFEITOS BENÉFICOS RELACIONADOS COM A DIETA RICA EM PUFA

Alguns estudos têm demonstrado que o consumo de gorduras insaturadas apresenta efeito benéfico à saúde do sistema cardiovascular, ao contrário das gorduras saturadas (CHAMPE; HARVEY, 1996; HALPERN; RODRIGUES, 2003; LIMA et al., 2000; MACHADO, 2002; MARZZOCO; TORRES, 1999; RAGO, 2000). Além disso, há evidências de que dietas com altos níveis de gordura saturada e de

colesterol aumentam a possibilidade de desenvolvimento de diversas formas de câncer (CHAMPE; HARVEY, 1996; FAT, 1997).

Os acúmulos patológicos de colesterol na parede dos vasos sanguíneos, bem como do colesterol ligado ao LDL (lipoproteína de baixa densidade) está relacionado com o desenvolvimento de aterosclerose (LEHNINGER, 1995), sendo que o aumento do LDL está relacionado com a maior quantidade de gordura na dieta (GUYTON; HALL, 1997).

Champe; Harvey (1996) e Sanders et al. (1997) relataram que dietas contendo SFA foram associadas com aumento significativo do colesterol total e LDL em relação a dietas baseadas em ácidos graxos ômega-3 e ômega-6.

Em outro estudo, verificou-se que a dieta à base de SFA apresentou aumento significativo da concentração do colesterol plasmático e do LDL em relação a dieta à base de PUFA e MUFA e maior proliferação das células musculares lisas envolvidas na progressão da lesão arterioesclerótica em relação a dieta à base de MUFA e ω -6 (MATA et al., 1997). Montoya et al. (2002) também sugeriram que uma taxa adequada de MUFA e PUFA e baixa proporção de SFA, diminuem as partículas lipoprotéicas aterogênicas.

Champe e Harvey (1996) relatam que nem todos os ácidos graxos saturados aumentam o colesterol, pois os ácidos graxos de cadeia curta (com 10 carbonos ou menos) tendem a não aumentar o colesterol.

Segundo Rago (2000) e Machado (2002), o excesso de ácidos graxos saturados parece ser fator predisponente para doenças cardiovasculares no homem, então se recomenda maiores quantidades de gordura insaturada.

Em estudo prospectivo realizado durante 16 anos entre enfermeiras, verificou-se uma associação significativa entre a ingestão de ácidos graxos ω -3 e a diminuição do risco de morte por doenças coronárias (HU et al., 2002). Conforme revisão, experimentos em animais e estudos de intervenção clínica indicam que os ácidos graxos ω -3 podem ser úteis em doenças inflamatórias e auto-imunes. Além disso, um desbalanço de ω -6 (18:2): ω -3 (18:3) aumenta a incidência de doenças cardiovasculares e desordens inflamatórias (SIMOPOULOS, 2002).

Hogson et al. (1995), em artigo de revisão, concluíram que os PUFA promovem níveis séricos favoráveis de lipoproteínas, LDL, HDL e triglicérides, sendo que o aumento dos ácidos graxos ω -6 e do ω -3 está associado com a diminuição do

risco de doenças cardiovasculares, talvez apresentando maior ação em casos de trombose.

Similar aos humanos, a dieta com PUFA também diminui a concentração plasmática de triglicerídeos e colesterol sérico nas aves (NEWMAN et al., 2002). Conforme Puthongsiriporn e Scheideler (2005), a redução na proporção de ω -6 (18:2): ω -3 (18:3) beneficia as aves com a queda dos níveis de ARA nos tecidos e aumento de EPA e DHA, pois há diminuição da síntese de prostaglandina E_2 e leucotrieno B_4 e aumento da produção de anticorpos. Esse trabalho indica que esta redução na taxa de ω -6 (18:2): ω -3 (18:3) melhora a resposta humoral para as vacinas padrões contra Newcastle e doença de Gumboro, sem apresentar efeito negativo no desempenho das aves, sendo que houve efeito consistente dessa taxa na composição de vários tecidos, pois a composição de ácidos graxos do baço, timo e bursa foi afetada similarmente com 8 e 16 semanas de idade.

A Food Agriculture Organization recomenda na dieta no máximo 35% de gordura, sendo 10% de SFA (FAT, 1997). Marzocco e Torres (1999) e Rago (2000), também indicam que a SFA deve ser limitada a 8-10% da dieta.

De acordo com dieta desenvolvida por acadêmicos e agências governamentais para diminuir doenças crônicas relacionadas à alimentação da população dos EUA, recomenda-se no máximo 30% de gordura, sendo em torno de 10% de PUFA, até 10% de MUFA e 10% ou menos de SFA (CHAMPE; HARVEY, 1996). Com relação a proporção de ω -6 (18:2): ω -3 (18:3), Simopoulos (1999), em artigo de revisão, recomenda uma taxa próxima de 1 a 2:1.

MERCADO NACIONAL DE CARNE DE FRANGO

Há um crescente aumento na produção de frangos de corte nos últimos anos. Em 2007, com base na produção média de 823 mil toneladas mensais no período de janeiro a maio, sugere-se um aumento de 6% na produção total em relação ao ano anterior (APINCO, 2007). As exportações apresentaram um aumento constante no período de 2003 a 2005, com leve queda em 2006, mas as projeções indicam um aumento de 8,2% e 13,5% em 2007 em relação aos anos de 2005 e 2006, respectivamente (ABEF, 2007). O aumento tanto nas exportações como no consumo interno de carne de frango ocorre devido às vantagens nutricionais e financeiras em relação à carne bovina (MENDES; SALDANHA, 2004).

CARACTERÍSTICAS DA FRAÇÃO LIPÍDICA DA CARNE DE FRANGO

A carne de aves apresenta cerca de 30-35% de SFA (ácidos graxos saturados), 10-50% de MUFA (ácidos graxos monoinsaturados) e pequena quantidade de PUFA (ácidos graxos poliinsaturados) (FAT, 1997), sendo que a proporção de ômega-6 (18:2) em relação ao ômega-3 (18:3) mostra-se totalmente fora do ideal, variando de 10,6:1 até 22,6:1, dependendo do músculo, da linhagem e da alimentação das aves (FERREIRA et al. , 1999a). Rule et al. (2002) avaliaram peito sem pele de aves comerciais obtidas no varejo e observaram valores de 1,19 de ω -3 (18:3); 21,9 de ω -6 (18:2) e uma relação ω -6 (18:2): ω -3 (18:3) de 18,5:1.

Wattanachant et al. (2004) avaliaram duas linhagens de aves, Thai indigenas (*Gallus domesticus*) e frango de corte de linhagem comercial (CP 707), e observaram no músculo do *Gallus domesticus* mais SFA e menos PUFA em relação ao frango comercial, não havendo diferença para os níveis de MUFA, sendo que o frango comercial apresentou mais ácido linolênico.

COMPOSIÇÃO DA RAÇÃO DAS AVES

A adição de gordura na ração é um procedimento que vem sendo adotado para melhorar o desempenho das aves de produção (FURLAN; MACARI, 2002), por constituir uma fonte de energia para o organismo, produzindo aproximadamente 2,25 vezes mais energia que os carboidratos (ENGLERT, 1991; JULL, 1962). Além disso, as gorduras e os óleos diminuem a pulverulência da ração e melhoram a sua palatabilidade (MORENG; AVENS, 1990).

A energia de uma dieta é utilizada para o funcionamento do organismo em geral, bem como para o crescimento e produção de ovos (ENGLERT, 1991).

O requerimento de lipídios na dieta está relacionado com pequenas quantidades de ácidos graxos que não podem ser sintetizados no organismo, os ácidos graxos essenciais (FURLAN; MACARI, 2002; MARZZOCO; TORRES, 1999). O ácido graxo linoleico e linolênico são considerados essenciais para as aves. A partir deles podem ser sintetizados outros ácidos graxos importantes para o metabolismo das aves pela ação das enzimas elongases e dessaturases presentes em alguns tecidos (MACHADO, 2002).

Como fontes de gordura, pode-se citar as gorduras de origem animal, como o sebo e a banha, e os óleos vegetais (MORENG; AVENS, 1990). Conforme Marzzoco e Torres (1999), a porcentagem de SFA, MUFA e PUFA nos óleos é a seguinte: 27%, 22%, 51% para o algodão; 15%, 25%, 60% para a soja; 13%, 25%, 62% para o milho; 11%, 21%, 68% para o girassol, 14%, 77%, 9% para a oliva e 92%, 6%, 2% para o coco, respectivamente. Segundo Newman et al. (2002), o óleo de peixe e o óleo de girassol contém significativamente menos ácidos graxos saturados (palmítico e esteárico) e MUFA (oléico) que o sebo. Em contraste, o óleo de girassol contém proporção significativamente maior de ácido linoleico quando comparado com o óleo de peixe ou sebo. O óleo de peixe contém o grupo ω -3 (EPA e DHA), os quais não são detectados no óleo de girassol e no sebo. A proporção de SFA:MUFA:PUFA nestas dietas é de 31:40:21 (sebo), 28:25:43 (óleo de peixe) e 13:23:64 (girassol). Alao e Balnave (1985) suplementaram a dieta de aves com lipídeos de diferentes fontes de origem animal e vegetal e observaram que os maiores níveis de energia metabolizável aparente, taxa de crescimento e conversão alimentar foram obtidos com os óleos vegetais.

O óleo de soja tem sido a alternativa mais empregada para atender a elevada demanda energética das aves. Embora o óleo de soja apresente uma boa porcentagem de PUFA, 51 a 54% dos ácidos graxos de sua composição correspondem ao ácido linoléico (ω -6), e somente 7 ou 8% ao ácido linolênico (ω -3) (HARTMAN, 1982), o que torna a proporção ω -6 (18:2): ω -3 (18:3) indesejável, refletindo na qualidade da gordura da carcaça.

MODIFICAÇÃO DA PROPORÇÃO DE PUFA NA CARNE

A composição de ácidos graxos e a proporção de ω -6 (18:2) para ω -3 (18:3) da carne das aves pode ser modificada por um balanceamento adequado da fração lipídica da ração, utilizando-se óleos vegetais, sebo ou óleo de peixe (AJUYAH et al., 1991; LÓPEZ-FERRER et al, 1999, 2001a; LÓPEZ-FERRER et al., 2001b).

A adição de fontes de PUFA na ração modifica a proporção desses ácidos graxos não somente na carne de frango, mas também na carne de outros animais, como os suínos, ovinos e bovinos (LOUGH et al., 1992; MANDELL et al., 1997; MILLER et al., 1990; MYER et al., 1992). Miller et al. (1990) observaram diminuição da porcentagem de SFA total e aumento dos níveis de ácido oléico com a adição da

gordura animal e óleos vegetais na dieta de suínos, sendo que o óleo de açafrão e girassol produziram costeletas com maiores níveis de ácido oléico em relação ao grupo controle. Myer et al. (1992) verificaram redução de SFA e aumento de MUFA e PUFA na gordura de carcaça de suínos com a inclusão de óleo de canola nas dietas de crescimento e terminação. Lough et al. (1992) revelaram que a lecitina de soja aumenta a quantidade de PUFA na coxa e no tecido subcutâneo adiposo de ovinos e a semente de canola reduz o SFA total do subcutâneo. Mandell et al. (1997) concluíram que a suplementação da dieta de terminação de novilhos com peixe aumenta a concentração de EPA, DHA, mas não altera o total de PUFA, MUFA e SFA no tecido muscular.

O perfil de ácidos graxos da carne pode apresentar diferenças com relação ao sexo e à linhagem das aves. Rondelli et al. (2003) concluíram em seu experimento que a porcentagem de gordura total, SFA, MUFA e PUFA foi fortemente influenciada pela linhagem e sexo das aves. Já Martins et al (2003) e Olomu e Baracos (1991), não observaram influência do sexo no perfil de ácidos graxos, embora os machos tenham apresentado maior teor de ácido mirístico que as fêmeas na dieta controle no trabalho de Martins et al. (2003).

Segundo Bou et al. (2004) e Cortinas et al. (2004), o teor de ácidos graxos não é afetado pelo aumento de vitamina E na dieta das aves. Entretanto, o teor de ácidos graxos da carne diminui com operações de cozimento, mas a diminuição é proporcional e similar para SFA, MUFA e PUFA (CORTINAS et al., 2004).

A adição de diferentes fontes e proporções de PUFA na dieta das aves promove modificação e uma grande variação na taxa de ω -6: ω -3 total. Surai e Sparks (2000) verificaram redução na proporção de ω -6: ω -3 com a adição de atum na ração das aves, sendo que a proporção de ω -6: ω -3 foi de 13,9:1 no grupo controle para 0,9:1 no grupo com atum. Ayerza et al. (2002) utilizaram semente de chia (*Salvia hispanica L.*) na dieta das aves como fonte de ω -3 e observaram diminuição da taxa ω -6: ω -3 na carne do peito e da coxa em relação ao controle. Ozpinar et al. (2003) concluíram que o óleo de peixe é mais efetivo que os óleos vegetais para reduzir a relação de ω -6: ω -3 na carne de frango. Kralik et al (2003) verificaram que a proporção de ω -6: ω -3 na dieta das aves reflete-se na deposição desses ácidos graxos nos tecidos, ou seja, no peito a proporção de ω -6: ω -3 foi de 21,26%, 6,63% e 7,03% e na gordura abdominal de 16,34%, 7,62% e 8,17%, respectivamente nas dietas a base de banha, óleo de canola e semente de canola

associada à banha. Koreleski e Swiatkiewicz (2005) observaram que a adição de óleo de peixe aumenta os níveis de EPA e DHA e diminui a relação de ω -6: ω -3 no peito de frango. Leskanich et al. (1997) trabalharam com suínos e também encontraram alteração da proporção de ω -6 e ω -3 com a modificação da dieta com a inclusão de óleo de canola e de peixe.

Diversos trabalhos demonstram que a deposição e a proporção de ácidos graxos nos tecidos diferem. Romans et al (1995) estudaram o efeito da adição de linhaça na ração de suínos e observaram que o ácido linolênico e o EPA aumentaram na gordura do lombo, na gordura renal, no músculo *Longissimus* torácico, no fígado e no coração com o aumento da quantidade de linhaça na dieta. Hrdinka et al. (1996) concluíram que o tecido adiposo reflete a composição da dieta, mas as porções de gordura intramuscular são influenciadas pela dieta em pequena escala, sendo que as amostras da gordura abdominal e subcutânea apresentaram perfis de ácidos graxos semelhantes, mas diferiram significativamente da composição da gordura extraída do peito e coxa das aves. Jensen et al (1997) observaram que a coxa apresentou quatro vezes mais gordura e três vezes mais PUFA em comparação com o peito de frango. Surai e Sparks (2000) também observaram que a concentração de ácidos graxos difere em relação ao tecido analisado, sendo que óleo de peixe aumentou o DHA em várias frações lipídicas dos tecidos analisados, mas a maior quantidade de DHA encontrada foi no coração das aves. Os resultados de Crespo e Esteve-Garcia (2001) sugerem que os PUFA se depositam preferencialmente na fração lipídica associada aos músculos em comparação a gordura abdominal de frangos de corte. Ayerza et al. (2002) enriqueceram a dieta das aves com fontes de ω -3 e observaram que o peito apresentou melhores proporções de SFA, SFA:PUFA e maiores quantidades de ω -6 e ω -3 em relação a coxa. Cortinas et al. (2004) adicionaram diferentes fontes e proporções de PUFA na dieta de aves e observaram que o PUFA predominante no peito foi DHA e na coxa EPA, mas ambos tecidos acumularam proporção semelhante de ácido linoleico.

A suplementação da dieta das aves com diferentes fontes de PUFA promove uma alteração no padrão de ácidos graxos da carne proporcional ao teor de ácidos graxos presentes na ração (ALAO; BALNAVE, 1984; CORTINAS et al., 2004; CRESPO; ESTEVE-GARCIA, 2002; NEWMAN et al., 2002; OLOMU; BARACOS, 1991).

Edwards e Denman (1975) observaram significantes diferenças na quantidade de certos ácidos graxos, tais como o linoleico e linolênico, em várias linhagens de aves ao utilizar dieta a base de soja, milho e gordura das aves na ração.

Hulan et al. (1984) observaram que a inclusão do óleo de canola na dieta das aves reduziu os SFA totais e aumentou os PUFA e os MUFA totais, aumentando os níveis de ácido linolênico e erúcido na carcaça.

Alao e Balnave (1984) verificaram um aumento progressivo de ácido linoleico e oléico ao suplementar a ração de frangos de corte com óleo de girassol e óleo de oliva, respectivamente.

Ajuyah et al. (1991) observaram que em geral a deposição de ω -3 foi proporcional aos níveis de ω -3 presentes nas dietas a base de canola e/ou linhaça, concluindo que a presença de apreciáveis quantidades de EPA, DHA e DPA na carne e na carcaça indicam a habilidade das aves de dessaturar e alongar o ácido linolênico de sementes oleosas e óleo de canola, sendo que a linhaça apresentou os maiores níveis de ω -3 .

Olomu e Baracos (1991) estudaram o efeito associação de óleo de linhaça e sebo animal na dieta para frangos de corte e observaram um aumento no acúmulo de ω -3 nos tecidos do músculo esquelético proporcional a duração do seu fornecimento na ração, mas a quantidade de ácidos graxos ω -6 nos tecidos das aves foi diminuindo após os 21 dias de consumo de óleo de linhaça, bem como a quantidade de MUFA e SFA.

Chanmugam et al (1992) verificaram que o óleo de linhaça na ração das aves proporcionou níveis de ω -3 totais e taxa de ω -3: ω -6 maiores em relação a dieta com óleo de peixe. Entretanto, o óleo de peixe promoveu os maiores níveis de DPA e EPA em relação ao óleo de linhaça.

Dvorin et al. (1998) utilizaram óleo de soja e óleo de soja hidrogenado em diferentes proporções na dieta de frangos de corte e observaram que o grau de saturação da dieta teve pouco efeito no SFA, mas aumentou os níveis dos ácidos graxos linoleico e linolênico, sendo que o aumento de PUFA:SFA mais ácido graxo monoenoico foi acompanhado pelo aumento nos níveis de ácido graxo linoleico, diminuição de ARA, ácido graxo monoenoico e da taxa ω -6: ω -3.

López-Ferrer et al. (1999) observaram que o óleo de peixe aumentou a concentração de PUFA, particularmente EPA e DHA, comparado aos óleos de linhaça e canola, sendo que a substituição do óleo de peixe pelos outros óleos ração

das aves, aumentou os valores de ω -6 total e diminuiu os valores de SFA e de ω -3 total. A substituição do óleo de peixe pela linhaça teve efeito mínimo nos níveis de ω -3 porque aumentou o ácido linolênico, mas o DHA diminuiu 50% na coxa e 17% no peito após uma semana de substituição, sendo que também houve diminuição do ARA e aumento de ω -6 com o aumento de ácido linoleico após 5 semanas de substituição. A canola causou diminuição de SFA, PUFA, ω -3, aumento de MUFA e leve aumento de ω -6, sendo que o aumento de linolênico foi menor em relação a linhaça.

Szymczyk et al (2001) utilizaram isômeros de ácido linoleico conjugado (CLA) na dieta das aves e observaram um aumento linear de CLA no tecido lipídico. Além disso, houve um aumento de EPA, ácido palmítico e esteárico e redução de ácido palmitoléico, oléico e linoleico.

Crespo e Esteve-Garcia (2001) observaram que o sebo aumenta os valores de SFA (principalmente ácido mirístico, palmítico e esteárico) e o óleo de oliva aumenta o ácido oléico na coxa e no peito de frango. Já na gordura abdominal, o óleo de oliva e o sebo tiveram níveis de ácido oléico semelhantes. Com relação ao óleo de girassol, este apresentou maiores valores de ácido linoleico e o óleo de linhaça apresentou maiores valores de ácido linolênico nos tecidos. O óleo de girassol apresentou maiores valores de ácidos graxos da série ω -6, inclusive do ARA, exceto na gordura abdominal, onde foi semelhante ao óleo de linhaça. O EPA, o DHA e outros ω -3 apresentaram maiores valores na coxa e no peito na dieta a base de óleo de linhaça.

Lopéz-Ferrer et al. (2001b) adicionaram na dieta de aves óleo de linhaça associado ao sebo e observaram que a linhaça aumentou os níveis de PUFA e diminuiu os níveis de SFA e MUFA na coxa. A maior concentração de linhaça elevou mais marcadamente o ácido linolênico, sendo que houve um leve aumento do ácido linoleico e aumento dos níveis de EPA, DHA e DPA e diminuição do ARA em relação aos demais tratamentos. Dentre os SFA, houve maior concentração de ácido palmítico seguido do ácido esteárico, em todos os tratamentos.

Crespo e Esteve-Garcia (2002) adicionaram na dieta de aves sebo, óleo de oliva, girassol e linhaça na concentração de 10% e observaram maior quantidade ômega-6 na carne associado às dietas com sebo e óleo de oliva em relação à linhaça, sendo que o óleo de girassol proporcionou os menores valores de ômega-3.

Newman et al. (2002) observaram que os ácidos graxos na gordura abdominal refletem o perfil de ácidos graxos da dieta, pois houve incorporação de EPA e DHA apenas na dieta a base de óleo de peixe. Além disso, houve maior proporção de ácido linoleico na dieta das aves que receberam óleo de girassol e ácido palmítico e oléico na dieta a base de sebo.

Segundo Kralik et al. (2003) o óleo e a semente de canola diminuem os SFA, aumentam os MUFA e o ácido linolênico nos músculos e gordura abdominal dos frangos de corte.

Sirri et al. (2003) observaram que a adição de CLA (ácido linoleico conjugado) diminui o MUFA (particularmente o ácido oléico e palmitoléico) no peito e na sobrecoxa, mas a deposição de CLA aumenta com o aumento de CLA na dieta, apresentando distribuição semelhante na coxa e no peito de frango.

Cortinas et al. (2004) observaram que os MUFA e os SFA diminuíram linearmente na coxa com a inclusão de PUFA na dieta. Houve uma relação exponencial entre o conteúdo de PUFA na dieta e nos cortes de coxa e peito, mas no peito houve menor variação e maior incorporação de PUFA. O aumento de 46 g de PUFA na dieta das aves aumentou de 3,1 e 2,4 vezes o conteúdo de PUFA na coxa e no peito, respectivamente, em relação as dietas com mais SFA. O aumento de PUFA e a diminuição de MUFA e SFA, aumentou a relação PUFA:SFA.

Bou et al. (2004) verificaram que o óleo de peixe adicionado na ração das aves aumenta produção de EPA e DHA, sendo que sua adição à ração na concentração de 2,5%, promoveu alteração dos níveis de ácidos graxos ω -3, diminuição de MUFA e aumento de ARA, mas não promoveu alteração de ω -6, SFA e da taxa de insaturados:saturados. Já Ozpinar et al. (2003) verificaram que o óleo de peixe diminui os ácidos graxos ω -6 e aumenta os ω -3.

Schreiner et al. (2005) utilizaram óleo de baleia e óleo de peixe na dieta das aves e observaram que os níveis de dos ácidos graxos ω -3 estavam elevados em todos os tecidos e no sangue portal. Houve um aumento no total de PUFA, redução no MUFA e não alterou o SFA, sendo que o perfil de ácidos graxos no fígado e sangue portal ficou altamente correlacionado com o perfil de ácidos graxos no peito e na coxa.

MODIFICAÇÃO DA PORCENTAGEM DE COLESTEROL E LIPÍDEOS TOTAIS NA CARNE DE FRANGO

A proporção de colesterol da carne das aves também pode ser modificada por um balanceamento adequado da ração (AJUYAH et al., 1991; CRESPO; ESTEVE-GARCIA, 2001; FERREIRA et al, 1999b).

Ajuyah et al. (1991) observaram que o colesterol tecidual foi menor no músculo branco que no escuro para todas as dietas a base de óleos vegetais, sendo que o grupo controle, a base de soja e milho, apresentou nível similar de colesterol aos demais tratamentos na carne branca, porém, o grupo com 10% de semente de linhaça apresentou maior nível de colesterol que na dieta com 20% semente de canola.

Ferreira et al. (1999b) estudaram a influência da inclusão de óleos vegetais (soja, canola e palma) na dieta das aves e observaram que o óleo de canola e de palma tenderam à uma menor formação de colesterol. No peito, as aves que receberam óleo de canola apresentaram níveis mais baixos de colesterol. Na coxa, as rações com óleo de soja e canola promoveram níveis significativamente maiores de colesterol em relação ao óleo de palma e a dieta sem óleo. Na pele, as aves que receberam óleo de palma apresentaram teores de colesterol significativamente mais baixos.

Crespo e Esteve-Garcia (2001) verificaram que o colesterol na coxa das aves foi significativamente influenciado pela dieta, sendo que o sebo e o óleo de oliva causaram maiores valores que o óleo de girassol e o óleo de linhaça na coxa e no peito.

Ayerza et al. (2002) não observaram influência da dieta no conteúdo de colesterol da carne ao suplementarem a dieta das aves com *Salvia hispanica L.* como fonte de ω -3. Com relação aos lipídeos totais, a porcentagem variou entre 6,5 a 9,11% no peito e entre 16,13 e 13,2% na coxa, entre os tratamentos. Sirri et al. (2003) utilizaram CLA (ácido linoleico conjugado), na dieta das aves e observaram que a concentração de lipídeos no peito foi menor, mas similar entre os tratamentos, alcançando taxas de 1,16 a 1,30g/100g no peito e 2,52 e 2,75g/100g na sobrecoxa. Ajuyah et al. (1991) trabalharam com óleos de canola e linhaça em diferentes associações nas concentrações de 10 e 20% na dieta de machos da linhagem Hubbard e observaram que o conteúdo de lipídios foi menor no músculo branco que

no escuro para todas as dietas, sendo que as aves do grupo com 20% de semente de linhaça apresentaram o menor depósito de lipídios. Crespo e Esteve-Garcia (2001) ao utilizarem dieta a base de óleo de linhaça na dieta das aves, observaram valores de 2,24 e 1,35% de lipídeos totais na coxa e no peito, respectivamente.

INSATURAÇÃO DA CARNE DE FRANGO

Conforme Newman et al. (2002), o aumento do grau de insaturação do tecido gorduroso com a adição de PUFA na dieta, promove um aumento da oxidação lipídica da carne. Crespo e Esteve-Garcia (2002) adicionaram na dieta de aves da linhagem Ross sebo, óleo de oliva, girassol e linhaça na concentração de 10% e observaram maiores valores de oxidação de ácidos graxos nas dietas de linhaça e girassol. Grau et al. (2001) utilizaram dietas com óleos de linhaça, girassol, girassol oxidado e sebo bovino associados à vitamina E (225mg/kg) em aves da linhagem Ross e também observaram que os PUFA dos óleos aumentaram a susceptibilidade da carne à oxidação. Cortinas et al. (2005) observaram que a oxidação aumenta na carne cozida da coxa com o aumento da concentração de PUFA na carne crua. Entretanto, Ahn et. al. (1998), Bou et al. (2001), Carreras et al. (2004), Cortinas et al. (2005), Grau et al. (2001), Jahan et al. (2004), Kang; et al. (2001), Sheldon et. al. (1997), Winne e Drink (1996), observaram que a suplementação da dieta das aves com tocoferol aumenta a estabilidade da carne à oxidação. A vitamina E deposita-se no organismo após a ingestão e atua como antioxidante pela neutralização de radicais livres ao nível de membrana (RUTZ, 2002).

A vitamina E ou alfa tocoferol mantém em boas condições o sistema reprodutor, neuronal, cutâneo e auxilia na resposta imune e nos processos de cicatrização. Além disso, a deficiência dessa vitamina pode ocasionar diversos transtornos, tais como: encefalomalácea, edema no tecido subcutâneo, infertilidade, baixa taxa de incubação de ovos, esteatite, diatose exsudativa e distrofia muscular (ENGLERT, 1991, JULL, 1962; RUTZ, 2002). Boa-Amponsem (2000) adicionaram 10 ou 300mg/kg de vitamina E na dieta de 3 linhagens puras de aves e observaram melhora na taxa de heterófilos:linfócitos com a adição de vitamina E, sugerindo melhora na habilidade fagocítica e do sistema imune.

Essa vitamina ocorre naturalmente em níveis relativamente elevados em grãos íntegros e na farinha de alfafa, mas é facilmente oxidada, particularmente na

presença de minerais e ácidos graxos insaturados (MORENG; AVENS, 1990). Aparece com relativa abundância no farelo de trigo, farinha de alfafa e grãos de cereais. No entanto, deve-se sempre adicionar vitamina E sintética na ração das aves (alfa-tocoferol) (ENGLERT, 1991)

Segundo Rutz (2002), a relação entre vitamina E (mg/kg) e PUFA (g/kg) deve ser de 3:1 (relação real por peso 3:1000). Cortinas et al. (2005) verificaram que a estabilidade oxidativa não foi afetada com o aumento de vitamina E de 200 para 400mg/kg, já que a partir de 200mg/kg de vitamina E não há melhora nos valores de TBA em equação de regressão. Grau et al. (2001) também observaram que 225mg/kg de vitamina E foram mais que suficientes para proteger a carne da oxidação.

A deposição de vitamina E e o grau de oxidação dos músculos diferem. A coxa apresenta mais susceptibilidade à oxidação em relação ao peito (AHN et al., 1998; CARRERAS et al., 2004; JENSEN et al., 1997; WINNE; DRINK, 1996), mas revela maior deposição de tocoferol, cerca de 1,6 vezes maior que o peito (WINNE; DRINK, 1996). Ahn et. al. (1998) irradiaram e cozinham a coxa e o peito de perus até atingir a temperatura interna de 78⁰C e armazenaram as amostras de carne no vácuo ou em embalagem permeável ao oxigênio e observaram diminuição gradual dos valores de TBA com o aumento de vitamina E na dieta, sendo que os valores de TBA foram maiores na coxa que no peito. Carreras et al. (2004) observaram em amostras de carne armazenadas -20⁰C que a vitamina E diminui os valores de TBA, sendo que o acúmulo de vitamina E foi maior na coxa e sobrecoxa que no peito, mas a coxa e sobrecoxa tenderam a oxidar mais rápido. Surai e Sparks (2000) verificaram que a concentração de vitamina E difere em relação aos tecidos analisados, sendo que a tendência dos tecidos à oxidação é: na gordura interna> fígado> coração> pâncreas = pulmão> baço> músculo> rim> cerebelo.

Grau et al. (2001) observaram que a correlação negativa entre os valores de TBA e α -tocoferol revelou-se de forma mais pronunciada depois de 3, 5 e 7 meses de estocagem do que com 0 meses de estocagem e mais em carne cozida que em carne crua, indicando que o efeito protetor da vitamina foi mais relevante quando houve operações de processamento da carne envolvidas. Cortinas et al. (2005) notaram que a vitamina E diminuiu os valores de TBA na carne crua refrigerada, cozida e cozida refrigerada, sendo que os baixos valores de TBA na carne cozida indicam que o antioxidante permanece ativo após altas temperaturas (80⁰C).

Segundo Rutz (2002), os PUFA- ω -3 podem reduzir os níveis de vitamina E no plasma e no tecido do homem e de animais. Surai e Sparks (2000) verificaram que na concentração de 160mg/kg de vitamina E, houve prevenção da diminuição da concentração da vitamina E nos tecidos e normalização ou aumento da resistência dos tecidos a peroxidação, pois a dieta rica em PUFA diminuiu os valores de vitamina e aumentou os valores de TBA. Já Villaverde et al. (2004), verificaram que a absorção aparente de tocoferol corresponde aos maiores níveis de insaturação na dieta, sendo que houve diminuição do tocoferol fecal com o aumento de PUFA na dieta. Cortinas et al. (2005) observaram que nas aves que receberam dieta com mais PUFA, a coxa foi mais protegida da oxidação pela vitamina E que na dieta com mais SFA, desse modo, os valores de TBA dependem da dieta com PUFA utilizada.

Ruiz et al (2001) avaliaram o efeito da suplementação da dieta com 6% de óleo de oliva, 6% de girassol, 6% de gordura de porco e 200mg/kg de acetato de alfa-tocoferol ou 15mg/kg de beta-caroteno em relação ao grupo controle e observaram que as amostras com vitamina E apresentaram um leve decréscimo no flavor e no odor de rancidez nas amostras de coxa. Bou et al. (2001) estudaram a influência de uma fonte de gordura (sebo bovino, óleo de linhaça, girassol ou girassol oxidado) na dieta associado com ácido ascórbico e vitamina E na qualidade da carne da coxa cozida e armazenada a -20°C por diferentes períodos e observaram que a linhaça apresentou os maiores valores de flavor em relação às outras dietas, sendo que a vitamina E aumentou a aceitabilidade da carne, diminuindo o flavor de ranço em maior ou menor grau, dependendo do óleo utilizado. A vitamina E foi menos efetiva na prevenção de aroma de rancidez na dieta com linhaça, sendo que não houve grande melhora na aceitabilidade na dieta com linhaça e girassol, mas houve grande melhora na dieta com girassol oxidado e sebo. Já Bou et al. (2004) suplementaram a dieta de aves da linhagem Ross com óleo de peixe (1,25 e 2,5%) e vitamina E (70 e 140mg/kg) e observaram que não houve diferença nos valores de TBA, após 15 dias e 5 meses de estocagem a -20°C . O teste de aceitabilidade da carne também não apresentou diferença, mas as maiores diferenças foram detectadas quando as doses de óleo de peixe foram comparadas, também apresentando os maiores valores de TBA.

Sheldon et. al. (1997) adicionaram 12 e 10 UI/kg de vitamina E por 0 a 8 e 9 a 18 semanas, respectivamente e 5, 10 e 25 vezes estes valores de vitamina E na dieta de perus e observaram valores de TBA relacionados inversamente com os

níveis de vitamina E. Kang et al. (2001) observaram que a inclusão de 0,07% de um “mix” de tocoferol, resultou em um menor valor de TBA na carne e nos ovos em relação a mesma dieta sem a adição de tocoferol em dietas contendo 1,5 e 3,5% de óleo de palma. Jahan et al. (2004) verificaram que houve uma correlação inversa entre a quantidade de α -tocoferol e a oxidação lipídica na compra e após cinco dias de estocagem em amostras de peito de vários pontos de varejo e provenientes de aves com diferentes regimes.

MODIFICAÇÃO SENSORIAL DA CARNE

A utilização de ácidos graxos insaturados podem modificar as propriedades da carne (LOUGH et al., 1991; MILLER et al., 1990; MYER et al., 1992; ROMANS et al., 1995).

Miller et al (1990) verificaram diminuição nos escores de marmoreio, coloração, firmeza e textura da carne de suínos que receberam dieta suplementada com óleo de canola e girassol em relação ao grupo controle. Myer et al (1992) também observaram que a dieta com óleo de canola reduz o marmoreio, a coloração e a firmeza da gordura da carcaça de suínos.

Romans et al (1995) adicionaram linhaça na ração de suínos e não encontraram problemas no processamento da carne pela firmeza, mas os provadores detectaram diferenças nas propriedades organolépticas da carne proveniente dos animais que receberam mais linhaça.

Lough et al (1991) observaram que a adição de lecitina de soja na dieta de ovinos resultou em carcaça mais firme, mais branca e mais seca.

Ruiz et al (2001) suplementaram a dieta das aves com óleos vegetais (oliva ou girassol) ou gordura animal e verificaram que os escores de firmeza tátil ou dureza da gordura interna da carne foram maiores na dieta com banha de porco em relação às dietas com óleos vegetais. Já López-Ferrer et al. (2001b), López Ferrer et al. (2001a) não observaram influência da dieta com fontes de ω -3 na textura da carne.

O flavor, o aroma e o sabor da carne também podem ser modificados com o enriquecimento da carne com PUFA, devido a utilização de determinadas fontes de ácidos graxos na dieta das aves. López-Ferrer et al. (1999) verificaram houve deterioração da qualidade sensorial da carne quando as aves foram alimentadas

com óleo de peixe, sendo que a substituição desse óleo por óleos vegetais por uma ou duas semanas antes do abate, melhorou a aceitabilidade da carne. Bou et al. (2004) também observaram que o óleo de peixe utilizado na ração das aves parece ter efeito negativo na qualidade da carne.

MODIFICAÇÃO DA DEPOSIÇÃO DE GORDURA CAVITÁRIA NO FRANGO

A carcaça de frango, com base no peso seco, deve ter cerca de 77% de proteína, 20% de gordura e uma quantidade insignificante de carboidrato (MORENG; AVENS, 1990). O conteúdo de gordura intramuscular da carcaça de frango é relativamente baixo (menos de 1,5%), quando comparado com o de bovino, suíno e ovino (MACHADO, 2002).

Conforme Machado (2002), as células do tecido adiposo tendem a se concentrar em regiões como a pele, ao redor dos órgãos internos e nas aves selecionadas para crescimento rápido, na parte inferior da cavidade abdominal.

Observou-se que a utilização de PUFA na dieta as aves promove alteração na deposição de gordura na carcaça (CRESPO; ESTEVE-GARCIA, 2001; KRALIK et al., 2003; NEWMAN et al., 2002;).

Szymczyk et al (2001) observaram que a deposição de gordura abdominal foi significativa e linearmente reduzida com a adição de fontes de PUFA na dieta. Crespo e Esteve-Garcia (2001) sugerem que os PUFA promovem menor deposição de gordura abdominal que os ácidos graxos saturados ou monoinsaturados. Em ambos os sexos, o óleo de girassol e de linhaça promoveram menor porcentagem de gordura abdominal em relação ao sebo e óleo de oliva. Crespo e Esteve-Garcia (2002) também verificaram a tendência da dieta com linhaça promover menor gordura abdominal que uma dieta a base de sebo. Newman et al. (2002) observaram que a deposição de gordura abdominal foi significativamente menor e a porcentagem de tecido magro aumentou em dietas a base de PUFA (óleo de peixe ou girassol), o que resultou em uma proporção significativamente maior de músculo do peito em relação a gordura abdominal quando comparada aos resultados obtidos com uma dieta a base de sebo. Kralik et al. (2003) verificaram que na dieta à base de óleo de canola, a deposição de gordura abdominal foi menor em comparação aos grupos que receberam dieta com gordura animal. Já López-Ferrer et al. (2001a) e Lopéz-

Ferrer et al. (2001b) trabalharam com fontes de PUFA, mas não observaram influência da dieta na porcentagem de gordura abdominal.

DESEMPENHO PRODUTIVO E COMPOSIÇÃO DE CARÇA DE FRANGOS

Dentre os fatores que influenciam as características de carcaça e custo de produção, destacam-se: sexo, dieta, fatores genéticos e ambientais (Viana et al., 2000). A utilização de PUFA na dieta das aves pode alterar as características de carcaça, tais como deposição de gordura (CRESPO; ESTEVE-GARCIA, 2001; KRALICK et al., 2003; NEWMAN et al., 2002;), bem como dos parâmetros produtivos (AJUYAH et al., 1991). Esses parâmetros também podem ser alterados devido a influência do sexo e linhagem das aves (FRANCO et al., 1999; STRINGHINI et al., 2003)

O consumo das aves pode ser alterado dependendo da fonte de PUFA adicionada na ração ou pela interferência do tocoferol. Olomu e Baracos (1991), Grobas et al. (2001) e Newman et al. (2002) utilizaram diferentes fontes e proporções de PUFA na dieta das aves e não observaram influência da dieta no consumo. Já López-Ferrer et al. (1999) observaram que o consumo diário foi maior nas dietas com óleos vegetais. López-Ferrer et al. (2001b) verificaram aumento do consumo das aves na dieta com mais linhaça em relação ao grupo controle a base de sebo. Por outro lado, Dvorin et al. (1998) Villaverde et al. (2004), observaram diminuição do consumo com o aumento da insaturação da ração.

Com relação a vitamina E, Barreto et al. (1999) verificaram que a suplementação da dieta com tocoferol não interfere no consumo. Villaverde et al. (2004) trabalharam com aves da linhagem Ross e também observaram que a inclusão de acetato de tocoferol não afetou o desempenho das aves.

A utilização de diferentes fontes e proporções de PUFA na dieta pode modificar o desempenho das aves com relação à conversão ou eficiência alimentar. Hulan et al. (1984) sugeriram que a combinação de fontes de gordura saturadas e insaturadas podem ser mais eficientemente utilizada do que quando essas fontes são adicionadas sozinhas na ração, melhorando a conversão alimentar. Alao e Balnave (1985) verificaram que a melhor conversão alimentar das aves foi obtida com a adição de óleos vegetais. Entretanto, Chanmugam et al. (1992), Olomu e Baracos (1991), López-Ferrer et al. (1999) e López-Ferrer et al. (2001b) não

verificaram influência da dieta rica em fontes de ω -3 na conversão alimentar, sendo que a adição de ácido linoleico conjugado prejudica esse parâmetro (BADINGA et al., 2003; SZYMCZYK et al., 2001).

A dieta pode interferir nos parâmetros de ganho de peso ou peso vivo, devido a alterações organolépticas na ração, as quais prejudicam o consumo e a conversão alimentar das aves. Ajuyah et al. (1991) e Rodríguez et al. (2005) verificaram menor ganho de peso em aves que receberam ração suplementada com linhaça e girassol, respectivamente. Já Chanmugam et al. (1992), Crespo e Esteve-Garcia (2001), López-Ferrer et al. (1999) e Olomu e Baracos (1991) não observaram diferença no ganho de peso com a inclusão de ω -3 na dieta com a utilização de diferentes fontes de PUFA. Segundo Cortinas et al. (2004), vitamina E também não afeta o ganho de peso das aves. Já Barreto et al. (1999) relataram influência positiva da suplementação da dieta com vitamina E sobre o ganho de peso, demonstrando um aumento linear no ganho de peso com o aumento dos níveis de vitamina E na ração.

Os parâmetros de rendimento e peso de carcaça e dos cortes variam conforme o trabalho analisado. López-Ferrer et al. (2001a) trabalhando com fontes de ácidos graxos, verificaram que peso da carcaça dos machos foi maior que das fêmeas. Newman et al. (2002) não observaram diferença significativa nas características de carcaça nas aves com regime à base de sebo, óleo de peixe e óleo de girassol. Já Kralik et al. (2003) verificaram que a adição de canola na ração diminui o peso da carcaça em relação à banha.

Cortinas et al. (2004) observaram que nem a vitamina E nem os PUFA afetaram o peso da coxa ou do peito, mas houve uma tendência do rendimento de coxa em relação ao peso de carcaça eviscerada aumentar com o aumento de PUFA na dieta. Ajuyah et al. (1991) e Szymczyk et al. (2001) também revelaram influência da dieta na proporção dos cortes cárneos.

REFERÊNCIAS

ABEF. Até maio, embarques de carne de frango aumentaram 22,5%.

<<http://www.avisite.com.br/economia/estatistica.asp?acao=exportacao>> Acesso em: 05 jul. 2007.

AHN, D.U. et al. Effects of dietary vitamin E supplementation on lipid oxidation and volatiles content of irradiated, cooked turkey meat patties with different packing. **Poult. Sci.**, v. 77, n. 6, p. 912-920, 1998.

AJUYAH, A. O. et al. Changes in the fatty acid composition of whole carcass and selected meat portions of broiler chicks fed full-fat oil seeds. **Poult. Sci.**, v.70, n. 11, p. 2304-2314, 1991.

ALAO, S.J.; BALNAVE, D. Growth and carcass composition of broilers fed sunflower oil and olive oil. **Br. Poult. Sci.**, v. 25. n. 2, p. 209-219, 1984.

ALAO, S. J.; BALNAVE, D. Nutritional significance of different fat sources for growing broilers. **Poult. Sci.**, v. 64, n. 8, p. 1602-1604, 1985.

APINCO. Recorde no ano, produção de carne de frango ainda é inferior à do final de 2005 <<http://www.avisite.com.br/economia/estatistica.asp?acao=carnefrango>> Acesso em: 05 jul. 2007.

AYERZA, R.; COATES, W.; LAURIA, M. Chia seed (*Salvia hispanica L.*) as an w-3 fatty acid source for broilers: influence on fatty acid composition cholesterol and fat content of white and dark meats, growth performance and sensory characteristics. **Poult. Sci.**, v. 81, n. 6, p. 826-837, 2002.

BADINGA, L. et. al. Dietary conjugated linoleic acid alters hepatic lipid content and fatty acid composition in broiler chickens. **Poult. Sci.**, v. 82, n.1, p. 111-116, 2003.

BARRETO, S.L.T.; FERREIRA, W.M.; MORAES, T. Efeito de níveis de vitamina E na dieta sobre o desempenho e concentração de α -tocoferol na carne de frangos de corte. *Arq. Bras. Med. Zootec.* v. 51, n. 4, p. 387-392, 1999.

BARTOV, I. Nutritional factors affecting quantity and quality of carcass fat in chickens. **Fed. Proc.**, v. 38, n. 12, p. 2627-2630, 1979.

BOA-AMPONSEM, K. et. al. Vitamin E and immune responses of broiler pureline chickens. **Poult. Sci.**, v. 79, n. 4, p. 466-470, 2000.

BOU, R. et al. Effect of dietary fish oil, α -tocopheryl acetate, and zinc supplementation on the composition and consumer acceptability of chicken meat. **Poult. Sci.**, v. 83, n. 2, p. 282-292, 2004.

BOU, R. et al. Influence of dietary fat source, α -tocopherol and ascorbic acid supplementation on sensory quality of dark chicken meat. **Poult. Sci.**, v. 80, n. 6, p. 800-807, 2001.

CARRERAS, I. et al. Influence of enrofloxacin administration and α -tocopheryl acetate supplemented dietes on oxidativestability of broiler tissues. **Poult. Sci.** v. 83, n. 5, p. 796-802, 2004.

CHAMPE, P. C.; HARVEY, R. A. **Bioquímica ilustrada**. 2. ed. Porta Alegre: Artmed, 1996. 11p.

CHANMUGAM, P. et al. Incorporation of different types of n-3 fatty acids into tissue lipids of poultry. **Poult. Sci.** v. 71, n. 3, p. 516-521, 1992.

CHAUDHARI, R. **Informe Técnico**: fatos essenciais sobre ácidos graxos, jun. 2000. Disponível em <http://www.fortitech.com/portals/0/fortifacts/00_jun_port.pdf>. Acesso em: 09 abr. 2007.

CORTINAS, L. et al. Influence of dietary polyunsaturation level on chicken meat quality: Lipid Oxidation. **Poult Sci.**, v. 84, n.1, p. 48-55, 2005

CORTINAS, L. et al. Fatty acid content in chickens thigh and breast as affected by dietary polyunsaturated level. **Poult. Sci.**, v. 83, n.7, p. 1155-1164, 2004.

CRESPO, N.; ESTEVE-GARCIA, E. Nutrient and fatty acid deposition in broilers fed different dietary fatty acid profiles. **Poult. Sci.**, v. 81, n. 10, p. 1533-1542, 2002.

CRESPO, N.; ESTEVE-GARCIA, E. Dietary fatty acid profile modifies abdominal fat deposition in broiler chickens. **Poult. Sci.**, v. 80, n.1, p. 71-78, 2001.

DVORIN, A. et. al. Nutritional aspects of hidrogenated and regular soybean oil added to diets of broiler chicks. **Poult. Sci.**, v. 77, n. 6, p. :820-825, 1998.

EDWARDS JUNIOR, H. M.; DENMAN, F. Carcass composition studies. 2. Influences of breed, sex and diet on gross composition of the carcass and fatty acid composition of the adipose tissue. **Poult. Sci.**, v. 54, n. 4, p. 1230-1238, 1975.

ENGLERT, S. I. **Avicultura**: tudo sobre raças, manejo, alimentação e sanidade. 6. ed. Guaíba: Agropecuaria, 1991. 9p.

FAT and cholesterol. In: WORLD CANCER RESEARCH FUND; AMERICAN INSTITUTE FOR CANCER RESEARCH. **Food nutrition and the prevention of cancer**: a global perspective. Washington: Word cancer research fund, 1997. part 3, cap. 5.3, p. 384-393.

FERREIRA, J. M. et al. Composição em ácidos graxos da gordura na carcaça de frangos de corte sob dietas com diferentes fontes de energia. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, v. 51, n. 2, p. 201-206, 1999a.

FERREIRA, J. M. et al. Efeito do tipo de óleo adicionado à dieta, sobre o teor de colesterol em partes da carcaça de frangos de corte de acordo com sexo e linhagem. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, v. 19, n. 2, 1999b.

FRANCO, S.G. et al. Avaliação de probióticos desenvolvidos na Universidade Federal do Paraná com frangos de corte. **Arch. Vet. Sci.**, v. 4, n. 1, p. 77-79, 1999.

FURLAN, R. L.; MACARI, M. Lipídios: digestão e absorção. In: MACARI, M.; FURLAN, R. L.; GONZÁLES, E. **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, 2002. Cap. 11. p. 143.

GERSTER, H. Can adults adequately convert alpha linolenic acid (18:3n-3) to eicosapentaenoic acid (20:5n-3) and docosahexaenoic acid (22:6n-3). **Int. J. Vitam. Nutr. Res.**, v. 68, n. 3, p. 159-173, 1998.

GRAU, A. et al. Oxidative stability of dark chicken meat through frozen storage: influence of dietary fat and α -tocopherol and ascorbic acid supplementation. **Poult. Sci.**, v. 80, n. 11, p. 1630-1642.2001.

GROBAS, S. et. al. Influence of source and percentage of fat added diet on performance and fatty acid composition of egg yolks of two strains of laying hens. **Poult. Sci.**, v. 80, n. 8, p. 1171-1179, 2001.

GUYTON, A.C.; HALL, J. E. **Tratado de fisiologia médica**. 9. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1997. p.788.

HALPERN, Z. S. C.; RODRIGUES, M. D. B. Tratamento dietético da obesidade: recomendações estratégicas e novas evidências. **Rev. Abeso**, v. 3 , n. 16, out. 2003. Disponível em: <http://www.abeso.org.br/revista/revista16/trat_dietetico.htm> Acesso em: 27 mar. 2007.

HARTMAN, L. **Tecnologia de óleos e gorduras vegetais**. São Paulo: Sicct, 1982.

HOGSON, J. M. Diet, hyperlipidaemia and cardiovascular disease. **Asia. Pacific. J. Clin. Nutr.**, v. 4, p. 304-313, 1995.

HU, F. B. et al. Fish and omega-3 fatty acid intake and risk of coronary heart disease in women. **J. Am. Med. Assoc.**, v. 287, n. 14, p. 1815-1821, 2002.

HRDINKA, C. et al. Effects of dietary fatty acid pattern on melting point and composition of adipose tissue and intramuscular fat of broiler carcasses. **Poult. Sci.** v. 75, n. 2, p. 208-215, 1996.

- HULAN, H. W.; PROUDFOOT, F. G.; NASH, D. M. The effects of different dietary fat sources on general performance and carcass fatty acid composition of broiler chickens. **Poult. Sci.** v. 63, n. 2, p. 324-332, 1984.
- JAHAN, K.; PATERSON, A.; SPICKETT, C. M. Fatty acid composition, antioxidants and lipid oxidation in chicken breasts from different production regimes. **Int. J. Food. Sci. Technol.**, v. 39, n. 4, p. 443-453, 2004.
- JENSEN, C. et al. Influence of the oxidative quality of dietary oil on broiler meat storage stability. **Meat Sci.**, v. 47, n. 3/4, p. 211-222, 1997
- JULL, M. A. **Avicultura**. 2. ed. México: Union Tipográfica Editorial Americana, 1962. 2p.
- KANG, K. R., CHERIAN, G., SIM, J.S. et al. Dietary palm oil alters the lipid stability of polyunsaturated fatty acid-modified poultry products. **Poult. Sci.**, v. 80, n. 2, p. 228-234, 2001.
- KORELESKI, J; SWIATKIEWICZ, S. Effect of fish oil and vitamin E in the diet on the fatty acid composition of breast meat in broiler chickens. **J. Anim. Feed Sci.**, v. 14, suppl. 1, 2005. p. 459-462.
- KRALIK, G. et al. The influence of rape seed/ oil on the quality of chicken carcasses. **Czech. J. Anim. Sci.**, v. 48, n. 2, p. 77-84, 2003.
- LEHNINGER, A.L.; NELSON, D.L., COX, M.M. **Princípios de bioquímica**. 2. ed. 1995. p. 179, 505, 507.
- LESKANICH, C. O. et al. The effect of dietary oil containing (n-3) fatty acids on the fatty acid physicochemical and organoleptic characteristics of pig meat and fat. **J. Anim. Sci.**, v. 75, n. 3, p. 673-683, 1997.
- LIMA, F. E. L. et al. Ácidos graxos e doenças cardiovasculares: uma revisão. **Rev. Nutr.**, v. 13, n. 2, p. 73-80, 2000.
- LÓPEZ-FERRER, S. et al. N-3 enrichment of chicken meat - use of very long- fatty acids in chicken diets and their influence on meat quality: fish oil. **Poult. Sci.**, v. 80, n. 6, p. 741-752, 2001a.
- LÓPEZ-FERRER, S. et al. N-3 enrichment of chicken meat 2. Use of precursors of long-chain polyunsaturated fatty acids: linseed oil. **Poult. Sci.**, v. 80, n. 6, p. 453-761, 2001b.
- LÓPEZ-FERRER, S. et al. N-3 enrichment of chicken meat using fish oil: alternative substitution with rapeseed and linseed oil. **Poult. Sci.**, v. 78, n. 3, p. 356-365, 1999.

- LOUGH, D. S. et al. Effects of dietary canola seed and soy lecithin in high-forage diets on cholesterol content and fatty acid composition of carcass tissues of growing ram lambs. **J. Anim. Sci.**, v. 70, n. 4, p. 1153-1158, 1992.
- LOUGH, D. S. et al. Effects of dietary canola seed and soy lecithin in high-forage diets on performance, serum lipids and carcass characteristics of growing ram lambs. **J. Anim. Sci.**, v. 69, n.8, p. 3292-3298, 1991.
- MACHADO, C. R. Crescimento do tecido adiposo. In: MACARI, M.; FURLAN, R. L.; GONZALES, E. **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, 2002. Cap. 22, p. 299-304.
- MANDELL, I. B. et al. Effects of fish meal in beef cattle diets on growth performance, carcass characteristics and fatty acid composition of Longissimus muscle. **J. Anim. Sci.**, v. 75, n. 4, p. 910-919, 1997.
- MARTIN, C.A. et al. Ácidos graxos poliinsaturados ômega-3 e ômega-6: importância e ocorrência em alimentos. **Rev. Nutr.**, v. 19, n. 6, p. 761-770, 2006.
- MARTINS, R. T. et al. Efeito do tipo de óleo de soja na composição em ácidos graxos da carcaça de frangos de corte. **Arq. Bras. Méd. Vet. Zootec.** v. 55, n. 1, p. 92-98, 2003.
- MARZZOCO, A.; TORRES, B. B. **Bioquímica básica**. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1999. 8p.
- MATA, P. et al. Monounsaturated and polyunsaturated n-6 fatty acid-enriched diet modify LDL oxidation and decrease human coronary smooth muscle cell DNA síntesis. **Arterioscler. Thromb. Vasc. Biol.**, v. 17, n. 10, p. 2088-2095, 1997.
- MENDES, A. A.; SALDANHA, E. S. P. B. A cadeia produtiva da carne de aves no Brasil. In: MENDES, A. A.; NÄÄS, I. A.; MACARI, M. **Produção de frangos de corte**. Campinas: FACTA, 2004. p. 13-16.
- MILLER, M. F. et al. Determination of the alteration in fatty acid profiles, sensory characteristics and carcass traits of swine fed elevated levels of monounsaturated fats in the diet. **J. Anim. Sci.**, v. 68, n. 6, p. 1624-1631, 1990.
- MONTOYA, M. T. et al. Fatty acid saturation of the diet and plasma lipid concentrations, lipoprotein particle concentrations and cholesterol efflux capacity. **Am. J. Clin. Nutr.**, v. 75, n. 3, p. 484-491, 2002.
- MORENG, R. E.; AVENS, J. S. **Ciência e produção de aves**. São Paulo: Roca, 1990. p. 185-201.

MYER, R. O. et al. Performance and carcass characteristics of swine when fed diets containing canola oil and added Koper to alter the unsaturated:saturated ratio of pork fat. **J. Anim. Sci.**, v. 70, n. 5, p. 1417-1423, 1992.

NEWMAN, R. E. et al. Dietary n-3 e n-6 fatty acids alter avian metabolism: metabolism and abdominal fat deposition. **Br. J. Nutr.** v. 88, n. 1, p. 11-18, 2002.

OLOMU, J. M.; BARACOS, V. E. Influence of dietary flaxseed oil on the performance muscle protein deposition and fatty acid composition of broiler chicks. **Poult. Sci.** v. 70, n. 6, p. 1403-1411, 1991.

OVOS especiais têm valores iguais de colesterol. 2002. Disponível em: http://www.aviculturaindustrial.com.br/site/dinamicca.asp?id=2850&tipo_tabela=produtos&categoria=avicultura_postura.> Acesso em: 08 mai. 2007.

OZPINAR, H. et al. Effect of dietary fat source on n-3 fatty acid enrichment of broiler meta. **Archiv- Fuer-Gefluegelkunde**, v. 67, n. 2, 2003. p. 57-64

PUTHPONGSIRIPORN, U.; SCHEIDELER, S.E. Effects of dietary ratio of linoleic to linolenic acid on performance, antibody production, and in vitro lymphocyte proliferation in two strains of Leghorn pullet chicks. **Poult. Sci.**, v. 84, n. 6, p. 846-857, 2005.

RAGO, S. H. Dietary fat. **Nutr. Encyclopedia**. Diseases and conditions encyclopedia, 2000. Disponível em: <http://health.discovery.com/encyclopedias/illnesses.html?article=1898&page=1>>. Acesso: 27 mar. 2007 .

RODRÍGUEZ, M. L. et. al. Nutritive value of high oleic acid sunflower seed for broiler chickens. **Poult. Sci.**, v. 84, n. 3, p. 395-402, 2005.

ROMANS, J. R. et al. Effects of Ground flaxseed in swine diets on pig performance and on physical and sensory characteristics and omega-3 fatty acid content of pork: I. Dietary level of flaxseed. **J. Anim. Sci.**, v. 73, n. 7, p. 1982-1986, 1995.

RONDELLI, S.I et al. Sex effect on productive parameters, carcass and body fat composition of two comercial broilers lines. **Rev. Bras. Cienc. Avic.**, v. 5, n. 3, 2003.

RUIZ, J. A. et al. Descriptive sensory análisis of meta from broilers fed diets containing vitamin E or beta carotene as antioxidants and different suplemental fats. **Poult. Sci.**, v. 80, n. 7, 2001, p. 976-982.

RULE, D.C. et. al. Comparison of muscle fatty acid profiles and cholesterol concentrations of bison, beef cattle, elk, and chicken. **J. Anim. Sci.**, v. 80, n. 5, p. 1202-1211, 2002.

RUTZ, F. Absorção de vitaminas. In: MACARI, M.; FURLAN, R.L.; GONZALES, E. **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, 2002. Cap. 12, p. 154-156.

SANDERS, T. A. B. et al. Influence of n-6 versus n-3 polyunsaturated fatty acids in diets low in saturated fatty acids on plasma lipoproteins and hemostatic factors. **Arterioscler. Thromb. Vasc Biol.**, v. 17, n. 12, p. 3449-3460, 1997.

SANDERS, T. A.; YOUNGER, K. M. The Effect of dietary supplements of omega 3 polyunsaturated fatty acids on the fatty acid composition of platelets and plasma choline phosphoglycerides. **Br. J. Nutr.**, v. 45, n. 3, p. 613-616, 1981.

SCHREINER, M. et al. Effect of different sources of dietary Omega-3 fatty acids on general performance and fatty acid profiles of thigh, breast, liver and portal blood of broilers. **J. Sci. of Food Agric.**, v. 85, n. 2, p. 219-226, 2005.

SHELDON, B.W. et. al. Effect of dietary vitamin E on the oxidative stability, flavor, color, and volatile profiles of refrigerated and frozen turkey breast meat. **Poult. Sci.**, v. 76, n. 4, p. 634-641, 1997.

SIMOPOULOS, A. P. Omega-3 fatty acids in inflammation and autoimmune diseases. **J. Am. Nutr.**, v. 21, n.6, p. 495-505, 2002.

SIMOPOULOS, A. P. Essential fatty acids in health and chronic disease. **Am. J. Clin. Nutr.**, v. 70, Suppl., p. 560S-9S, 1999.

SIRRI, I. et al. Fatty acid composition and productive traits of broiler fed diets containing conjugated linoleic acid. **Poult. Sci.**, v. 82, n. 8, p. 1356-1361, 2003.

STRINGHINI, J.H. et al. Avaliação do desempenho e rendimento de carcaça de quatro linhagens de frangos de corte criados em Goiás. **Rev. Bras. Zootec.**, v.32, n.1, p.183-190, 2003.

SURAI, P. F.; SPARKS, N. H. C. Tissue-specific fatty acid and a-tocopherol profiles in male chickens depending on dietary tuna oil and vitamin E provision. **Poult. Sci.**, v. 79, n. 8, p. 1132-1142, 2000.

SZYMCZYK, B. et al. Effects of conjugated linoleic acid on growth performance, feed conversion efficiency and subsequent carcass quality in broiler chickens. **Br. J. Nutr.**, v. 85, n. 4, 2001. p. 465-473.

THERON, K. Research at Stellenbosch university benefit whole poultry industry. **Sci. in Africa**, Apr. 2002. Disponível em:
<<http://www.sciencein africa.co.za/2002/april/poultry.htm>>. Acesso em: 27 mar. 2007.

- VIANA, C.F.A. et al. Influência de grupos genéticos e de níveis de energia sobre características de carcaça de frangos de corte. **Rev. Bras. Zoot.**, v. 29, n. 4, p.1067-1073, 2000.
- VILLAVERDE, C. et al. Relationship between dietary unsaturation and vitamin E in poultry. **Jour. Anim. Physiol. Anim. Nutr.**, v. 88, n. 3-4, p. 143, 2004.
- WALTKINS, B. A. Importance of essential fatty acids and their derivatives in poultry. **J. Nutr.**, v. 121, p. 1475-1485, 1991.
- WATTANACHANT, S.; BENJAKUL, S.; LEDWARS, D.A. Composition, color and texture of *Thai indigenous* and broiler chicken muscles. **Poult. Sci.**, v. 83, n. 1, p. 123-128, 2004.
- WINNE, A. D.; DRINK, P. Studies on vitamin E and meat quality. 2. Effect of feeding high vitamin E levels on chicken meat quality. **J. Agric. Food. Chem.**, v. 44, n. 7, p. 1691-1696, 1996.

Efeito do consumo de óleo de linhaça sobre o desempenho produtivo e composição de carcaça de frangos de corte

[Effect of linseed oil consumption on poultry performance and carcass composition]

A. P. S. Almeida¹; M. F. Pinto²; M. Y. Honaga³; L. B. Poloni¹; E. H. G. Ponsano²; M. Garcia Neto²;

¹ Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal - UNESP - Araçatuba, SP

² Departamento de Apoio, Produção e Saúde Animal - UNESP - Araçatuba, SP

³ Programa de Treinamento Técnico da FAPESP - UNESP - Araçatuba, SP

Endereço para correspondência

Marcos Franke Pinto

Departamento de Apoio, Produção e Saúde Animal

Faculdade de Odontologia de Araçatuba- curso de Medicina Veterinária

Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho

R. Clóvis Pestana, 793

Bairro Dona Amélia

Araçatuba - SP

anap.almeida@terra.com.br; mfpinto@fmva.unesp.br

Enviado para publicação no periódico Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia

RESUMO

O presente estudo avaliou o efeito da utilização de óleo de linhaça na ração, substituindo o óleo de soja em diferentes proporções, e de vitamina E, até o nível de 400 mg/kg de ração, sobre o desempenho e composição de carcaça de frangos de corte de ambos os sexos. A composição da fração oleosa da ração, de forma geral, não interferiu nos parâmetros de desempenho avaliados ($P>0,05$). As aves apresentaram boas médias de consumo, ganho de peso e conversão alimentar, independente da composição do óleo da ração. Os machos apresentaram médias superiores ($P<0,01$) de consumo de ração e ganho de peso. As fêmeas apresentaram, em geral, pior conversão alimentar, associada a uma maior deposição de gordura abdominal. Em relação à composição da carcaça, as fêmeas apresentaram uma porcentagem maior de peito em relação ao peso da carcaça eviscerada, enquanto os machos apresentaram uma porcentagem maior de coxa e sobrecoxa. A porcentagem de asas e vísceras não diferiu entre os sexos.

Palavras-chave: Desempenho. Linhaça. Rendimento. Aves.

ABSTRACT

This research studied the effects of the utilization of different concentrations of linseed oil instead of soy oil in poultry rations and, also, the effects of vitamin E administration on performance and carcass composition of male and female broilers. In general, the feed oil composition did not influence the performance parameters evaluated ($P>0.05$). Broilers showed good consumption, weight gain and food conversion means, independently of the ration composition. Male broilers had superior feed consumption and weight gain ($P<0.01$). Female broilers had worse feed conversion and higher fat deposition in abdomen. In the carcass composition analysis, females showed higher breast percentage and males showed higher leg percentage, concerning to eviscerated carcass weight. Wings and viscera proportions did not differ between sexes.

Keywords: Performance. Linseed. Yield. Broilers.

INTRODUÇÃO

O constante aumento do consumo de carne de frango no mercado interno, bem como das exportações, está correlacionado com a facilidade de acondicionamento, transporte, distribuição e exposição do produto, e à boa relação entre custo e benefício, em relação à carne bovina (Mendes e Saldanha, 2004). Entretanto, sua fração gordurosa é constantemente associada com o desenvolvimento de doenças cardiovasculares, devido aos elevados níveis de ácidos graxos saturados (SFA) e a pequena quantidade de ácidos graxos poliinsaturados (PUFA) (Fat, 1997). A composição de ácidos graxos da carne das aves pode ser modificada por um balanceamento adequado da fração lipídica da ração, utilizando-se óleos vegetais, sebo ou óleo de peixe (Ajuyah et al., 1991, López-Ferrer et al., 2001a, 2001b; Crespo e Esteve-Garcia, 2001; 2002; Cortinas et al., 2004). A elevada demanda energética das aves de corte torna quase obrigatória a utilização de óleo na ração. O óleo de soja tem sido a alternativa mais empregada para atender essa necessidade. Embora o óleo de soja apresente boa porcentagem de PUFA, 51 a 54% dos ácidos graxos de sua composição correspondem aos ácido linoleico (ω -6) e somente 7 ou 8% ao ácido linolênico (ω -3) (Hartman, 1982), o que torna a proporção de ω -6 (18:2): ω -3 (18:3) inadequada, refletindo na qualidade da gordura da carcaça. Em geral, a adição de gordura na dieta é utilizada para melhorar o desempenho das aves, pois, além da sua alta concentração energética, melhora a palatabilidade e diminui a pulverulência da ração (Moreng e Avens, 1990). A utilização de PUFA na dieta das aves pode afetar os parâmetros produtivos (Ajuyah et al., 1991; Villaverde et al., 2004), e alterar algumas características da carcaça, como a deposição de gordura (Crespo e Esteve-Garcia, 2001; Newman et al., 2002). Além disso, o grau de insaturação da gordura promove um conseqüente aumento da susceptibilidade da carne à oxidação (Bartov, 1979). Esse problema pode ser contornado com a utilização de vitamina E na ração, que se transfere à fração gordurosa da carne, aumentando a sua estabilidade oxidativa (Cortinas et al., 2005). Dentre os fatores que influenciam as características de carcaça e custo de produção, destacam-se: sexo, dieta, fatores genéticos e ambientais (Viana et al., 2000, Stringhini et al., 2003). Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar a influência da adição de óleo de linhaça à ração, substituindo o óleo de soja em diferentes proporções, sobre o desempenho e composição de carcaça de frangos de corte de ambos os sexos.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados trezentos e sessenta pintos de um dia da linhagem Cobb. As aves foram distribuídas em um delineamento experimental inteiramente casualizado, com arranjo fatorial 3x3x2 e duas repetições, onde os fatores foram: três níveis de óleo de linhaça (0,35%, 1,05% e 3,13%), três níveis de vitamina E (0, 200, 400 ppm) e dois sexos, totalizando dezoito tratamentos. As aves foram pesadas no início do experimento e alojadas em grupos de 10 aves em 36 boxes de 4,60 m² cada. A temperatura e a umidade interna do galpão foram aferidas diariamente em três períodos (manhã, tarde e noite). Adotou-se um programa de iluminação artificial de 23 horas de luz e uma hora de escuro, utilizando-se lâmpadas de 32watts. Nos primeiros 10 dias de experimento foram utilizadas campânulas elétricas com lâmpadas de 200 watts para aquecimento. A partir dos 20 dias de idade foram utilizados ventiladores e placas evaporadoras para manutenção do conforto térmico das aves. A ração, formulada de acordo com as exigências médias do NRC (1994), foi pesada no início do experimento e, assim como a água, fornecida à vontade às aves durante o período experimental (Tab. 1). Todas as rações continham 6,5% de óleo, com a seguinte composição: 3,37% de óleo de soja e 3,13% de óleo de linhaça, 5,45% de soja e 1,05% de linhaça e 6,15% de soja e 0,35% de linhaça, de forma a obter as relações de ácidos graxos ω -6 (18:2): ω -3 (18:3) equivalentes a 1,75:1; 4,25:1 e 6,75:1, respectivamente. A vitamina E foi adicionada em cada ração na proporção de 0, 200 e 400 ppm. No 21º e no 49º dia, os frangos e as rações restantes foram pesados para a análise de desempenho. No 49º dia, três aves de cada repetição de cada tratamento foram amostradas ao acaso, identificadas nos pés com pulseiras plásticas e abatidas de acordo com as normas e procedimentos oficiais (Brasil, 1997, 1998). As aves abatidas foram depenadas, evisceradas e submetidas à avaliação de desempenho (Torres, 1977). O rendimento de carcaça depenada, eviscerada, sem pés e cabeça foi calculado em relação ao peso vivo ao abate. Os cortes cárneos (peito inteiro com osso, coxas e sobrecoxas com osso e asas com osso) foram pesados e os valores foram expressos em relação ao peso da carcaça depenada, eviscerada, sem pés e cabeça. A porcentagem de vísceras e gordura abdominal foi calculada em relação ao peso médio das aves ao abate.

Os resultados das análises de desempenho, rendimento e composição de carcaça foram submetidos à análise de variância e ao teste de Duncan com 5% de significância (Zar, 1992), empregando-se o programa SAS (Statistical Analysis System).

Tabela 1. Composição percentual e calculada da dieta basal

Ingredientes	%
Milho moído	54,05
Farelo de soja 46	33,49
Óleo	6,5
Ostra moída	1,18
Fosfato bicálcico	2,02
Sal comum	0,27
Lisina	0,2
DL-Metionina	0,1
Inerte	2,09
Suplemento mineral e vitamínico*	0,2
Composição calculada	
Energia metabolizável (kcal/kg)	3.200
Extrato etéreo (%)	7,5
Proteína bruta (%)	21
Fósforo disponível (%)	0,5
Ácido linoléico (%)	4,5
Cálcio (%)	1
Sódio (%)	0,2
Aminoácidos	
Arginina (%)	1,35
Lisina (%)	1,27
Metionina (%)	0,42
Metionina + cistina (%)	0,76
Treonina (%)	0,77
Triptofano (%)	0,28

*Composição/kg de ração: vit.A-8800UI; vit.D₃-3300UI; vit.K₃-3,3mg, tiamina-4mg; riboflavina-8mg; ácido pantotênico-15mg; niacina-50mg; piridoxina-3,3mg, colina- 600mg; ácido fólico-1mg; biotina-200µg; vit.B₁₂-12µg; antioxidante-120mg; manganês-70mg; zinco-70mg; ferro-60mg, cobre-10mg; iodo-1mg; selênio-0,3mg. Ração única formulada conforme as exigências médias do NRC (1994). A proporção de aminoácidos atende as exigências mínimas dentro do nível médio de 21% de proteína

RESULTADOS

Tabela 2. Desempenho produtivo de aves da linhagem Cobb

Fatores	Consumo (kg)			Ganho de Peso (kg)			Conversão Alimentar		
	0-21 dias	21-49 dias	0-49 dias	0-21 dias	21-49 dias	0-49 dias	0-21 dias	21-49 dias	0-49 dias
Sexo (S)									
Macho	1,03 ^a	5,06 ^a	6,09 ^a	0,73 ^a	2,78 ^a	3,51 ^a	1,41*	1,84 ^a	1,75 ^a
Fêmea	0,98 ^b	4,37 ^b	5,35 ^b	0,69 ^b	2,26 ^b	2,95 ^b	1,43	1,94 ^b	1,82 ^b
ω-6:ω-3 (W)									
1,75:1	1,00	4,76	5,76	0,71	2,54	3,25	1,41	1,88	1,78
4,25:1	1,00	4,72	5,72	0,72	2,55	3,27	1,43	1,88	1,78
6,75:1	1,02	4,67	5,69	0,72	2,46	3,18	1,41	1,92	1,80
Vit. E (V)									
0	0,99	4,74	5,73	0,70	2,51	3,21	1,42	1,89	1,79
200	1,00	4,67	5,67	0,72	2,48	3,20	1,42	1,92	1,81
400	1,02	4,74	5,76	0,72	2,56	3,28	1,42	1,87	1,76
P									
S	0,0343	0,0001	0,0001	0,0048	0,0001	0,0001	0,0013	0,0282	0,0286
V	0,6026	0,6065	0,6559	0,4855	0,2820	0,1921	0,8510	0,5700	0,4412
W	0,7128	0,5509	0,7682	0,6252	0,3069	0,2726	0,0710	0,6970	0,7389
S x W	0,8528	0,6813	0,8276	0,5561	0,0830	0,0935	0,4062	0,3232	0,2072
S x V	0,0621	0,7638	0,8513	0,8059	0,5837	0,3064	0,0182	0,6336	0,2924
W x V	0,9559	0,3519	0,4843	0,6963	0,2081	0,2014	0,0104	0,7941	0,7793
S x W x V	0,8404	0,6056	0,7325	0,3878	0,6570	0,2748	0,0135	0,6895	0,4882
CV (%)	6,00	4,12	4,10	6,29	4,94	3,26	1,54	6,82	4,63

^a Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Duncan (P>0,05). CV: coeficiente de variação. *Interação tríplice entre sexo, proporção de ômega e vitamina E.

Tabela 3. Rendimento de carcaça em relação ao peso vivo (%), dos cortes cárneos em relação ao peso da carcaça eviscerada (%) e das vísceras e gordura abdominal em relação ao peso ao abate (%)

Fatores	Carcaça eviscerada/ PV	Peito	Coxa e Sobrecoxa	Asas	Vísceras	Gordura
Sexo (S)						
Macho	75,13 ^a	39,15 ^a	32,28 ^a	10,07 ^a	11,62 ^a	2,61 ^a
Fêmea	72,46 ^a	40,90 ^b	30,08 ^b	10,11 ^a	12,21 ^a	3,34 ^b
ω-6:ω-3 (W)						
1,75:1	73,63	39,86	31,57	10,07	11,53	2,59
4,25:1	71,85	39,50	31,23	10,23	12,35	3,09
6,75:1	75,89	40,54	30,94	9,99	11,86	3,24
Vit. E (V)						
0	72,28	39,61	31,61	10,18	11,61	2,92
200	76,10	40,27	31,15	10,01	12,57	3,13
400	73,00	40,01	31,01	10,10	11,56	2,87
P						
S	0,2597	0,0001	0,0001	0,9013	0,2666	0,0153
V	0,3708	0,4435	0,4309	0,6474	0,2287	0,7199
W	0,3736	0,1098	0,3903	0,3045	0,4493	0,1498
S x W	0,2480	0,8847	0,8882	0,1409	0,7886	0,2431
S x V	0,8603	0,9430	0,8877	0,3470	0,4673	0,9797
W x V	0,8355	0,9893	0,8446	0,3473	0,9582	0,7803
S x W x V	0,9188	0,5803	0,2032	0,9258	0,8065	0,2178
CV (%)	9,31	4,67	5,60	6,14	13,11	27,45

^a Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Duncan ($P > 0,05$). CV: coeficiente de variação.

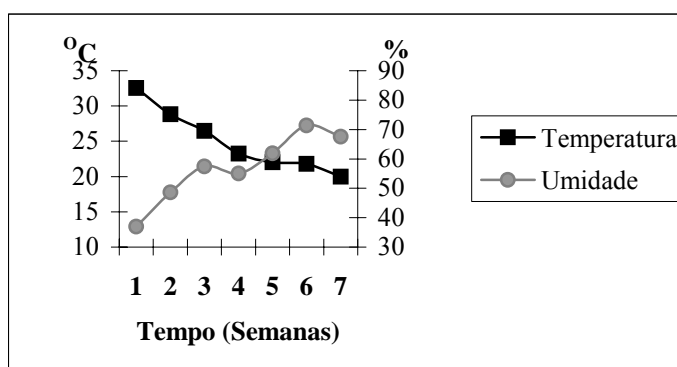


Figura 1. Controle de temperatura e umidade no período de 0 a 49 dias

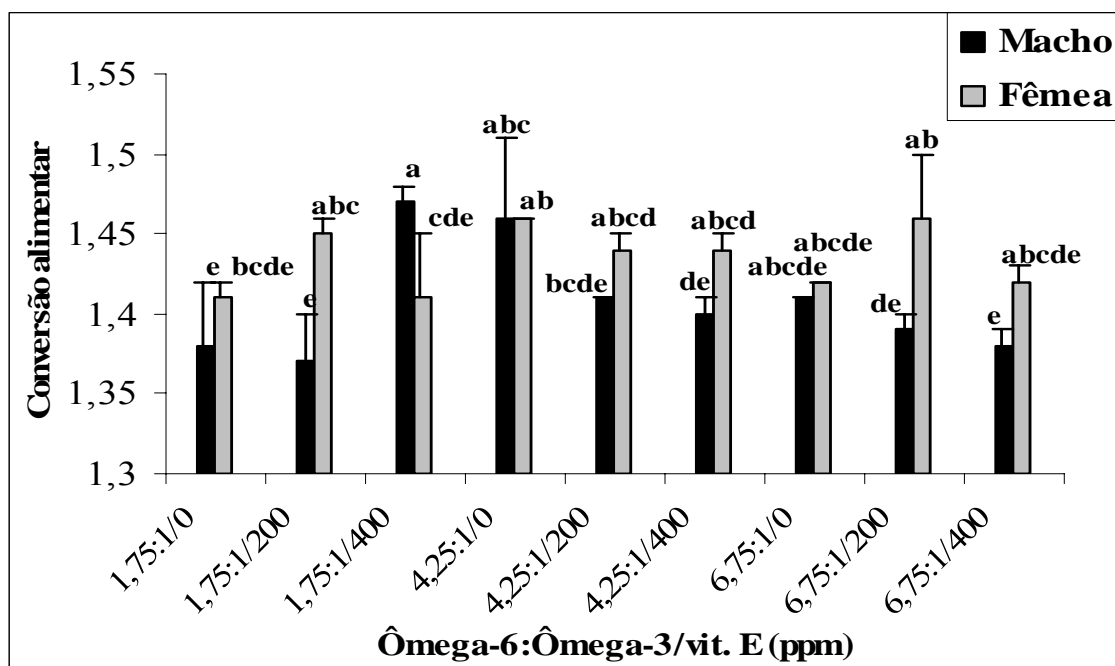


Figura 2. Desdobramento da interação estatística entre sexo, proporção de ácidos graxos e vitamina E em relação a conversão alimentar das aves no período de 0-21 dias

DISCUSSÃO

Apesar do óleo de linhaça apresentar características organolépticas bastante pronunciadas e diferentes do óleo de soja, sua inclusão na ração não alterou o consumo em nenhuma das fases de criação. Também não se verificou alteração de consumo com a variação dos níveis de vitamina E da ração. Alguns trabalhos relatam influência da fonte de óleo da ração no consumo das aves. Dvorin et al. (1998), comparando o desempenho de frangos de corte alimentados com ração contendo óleo de soja natural associado ao óleo hidrogenado, observaram que o consumo das aves diminuiu com a diminuição da saturação da dieta. Por outro lado, Lopéz-Ferrer et al. (2001b) adicionaram na dieta de aves da linhagem Cobb óleo de linhaça associado a sebo, em diferentes proporções, até o máximo de 8% de gordura na dieta, e observaram aumento do consumo na dieta com mais linhaça. López-Ferrer et al. (1999) compararam o consumo de rações suplementadas com 8,2% de óleo de peixe ou 8,2% de óleo de linhaça ou canola, na criação de aves da linhagem Cobb, e observaram que o consumo diário foi maior nas dietas com óleos vegetais.

Os machos apresentaram consumo maior, em todos os períodos de criação analisados, independente da composição da ração (Tab. 2). Neste experimento verificou-se bons níveis de consumo em ambos os sexos e em todas as fases de criação. Os machos consumiram 1,03kg até os 21 dias de experimento, e 6,09kg em todo período experimental, de 49 dias. As fêmeas

consumiram, em média, 0,98kg de ração até os 21 dias e 5,35kg nos 49 dias de experimento. Moreira et al. (2004), Stringhini et al. (2003) e Santos et al. (2005) relataram médias de consumo semelhantes para aves da linhagem Cobb, com pequenas variações, dependendo da fase, que podem ser atribuídas ao manejo de luz ou a densidade de aves no lote.

O ganho de peso (GP) médio observado nos primeiros 21 dias de experimento foi de 0,73kg entre machos e 0,69 kg entre as fêmeas ($P < 0,10$) (Tab. 2), sendo semelhante aos valores relatados por Stringhini et al. (2003) para aves da linhagem Cobb na fase inicial. A diferença do ganho de peso entre machos e fêmeas acentuou-se no período de 21 a 49 dias, sendo que a adição de linhaça não influenciou no ganho de peso das aves em nenhum dos períodos analisados. Lopéz-Ferrer et al. (2001b), ao adicionar na dieta de aves da linhagem Cobb, óleo de linhaça e sebo, em diferentes proporções, observaram aumento do ganho de peso na dieta com mais linhaça. Barreto et al. (1999) relataram um aumento linear no ganho de peso das aves com o aumento dos níveis de vitamina E na ração. Neste trabalho não foi verificada diferença significativa entre as médias de ganho de peso com os diferentes níveis de suplementação de vitamina E na ração (Tab. 2).

No período inicial, de 0 a 21 dias, embora já seja possível observar uma tendência de melhor conversão alimentar (CA) para os machos, houve uma interação significativa entre a composição do óleo, quantidade de vitamina E da ração e o sexo das aves (Fig. 2). Algumas rações evidenciaram melhor CA para os machos, outras não revelaram diferença significativa para essa variável e uma delas ainda apresentou melhor CA para as fêmeas.

Considerando o período de 21 a 49 dias, e todo o período experimental, dos 0 aos 49 dias, a conversão alimentar foi influenciada somente pelo sexo, com os machos apresentando resultados melhores que as fêmeas. Os valores de CA no período de 0-49 dias foram de 1,75 e 1,82 para machos e fêmeas, respectivamente (Tab. 2), valores muito próximos às médias observadas por Stringhini et al. (2003) e Moreira et al. (2004) para a linhagem Cobb, com dietas a base de milho e soja não suplementadas com fontes de PUFA- ω -3, indicando que a adição de linhaça e vitamina E na ração não interfere no desempenho das aves. O manejo de luz com 1 hora de escuro, o fornecimento de água e ração *ad-libitum*, a baixa densidade de aves por área e o conforto térmico (Fig.1), foram fatores determinantes para o bom desempenho em relação à conversão alimentar.

Os valores de rendimento de carcaça não diferiram estatisticamente em relação ao sexo ou à composição da dieta, sendo que os machos apresentaram 75,13% de rendimento de carcaça eviscerada e as fêmeas 72,46%. Há alguma variação nos valores de rendimento relatados na literatura, mas as médias obtidas neste trabalho podem ser consideradas muito boas (Kralik et

al., 2003; Stringhini et al., 2003; Moreira et al., 2004; Ajuyah et al., 1991; López-Ferrer et al., 1999; 2001a; López-Ferrer et al., 2001b). A composição da ração não influenciou a proporção dos cortes da carcaça, mas observou-se um maior rendimento de peito nas fêmeas, com média de 40,90%, em comparação à média de 39,15% dos machos. Gaya et al. (2006) observam que a seleção de aves destinadas à produção de carne fundamentou-se principalmente nas características de desempenho e composição de carcaça, entre as quais destaca-se o peso do peito. Mendes e Patrício (2004) recomendam que, na avaliação de desempenho das aves, seja calculada também a conversão alimentar em relação ao peso de peito produzido. Considerando a média de rendimento de carcaça em relação ao peso vivo, que foi de 75,13% para os machos e 72,46% para as fêmeas, e a porcentagem de peito em relação ao peso da carcaça, de 39,15% e 40,90%, para machos e fêmeas, respectivamente (Tab. 3), é possível estimar que os machos, que apresentaram média de ganho de peso de 3,51 kg, produziram, aproximadamente, 1,03 kg de peito e as fêmeas, com média de ganho de peso de 2,95 kg, produziram em torno de 0,88 kg de peito (Tab. 2). Como o consumo médio de ração foi de 6,09 kg e 5,35 kg para machos e fêmeas, respectivamente (Tab. 2), pode-se calcular uma conversão de 5,91 kg de ração para 1 kg de peito produzido, entre os machos, e 6,08 kg de ração por quilo de peito produzido, para as fêmeas. Essa abordagem deve ser considerada para a maximização da produtividade na produção avícola. Por outro lado, o rendimento de coxa e sobrecoxa em relação ao peso de carcaça eviscerada foi superior nos machos, com média de 32,28%, em comparação com a média de 30,08% das fêmeas. O mesmo raciocínio empregado para o peito pode ser aplicado neste caso, se o mercado apresentar-se favorável à comercialização de coxa e sobrecoxa. Cortinas et al. (2004) adicionaram diferentes níveis de PUFA e de vitamina E na dieta de aves da linhagem Ross e observaram que nem a vitamina E nem os PUFA afetaram o peso do peito, mas o rendimento de coxa em relação ao peso de carcaça eviscerada apresentou uma tendência de aumento com o aumento de PUFA na dieta. Conforme pode ser observado na Tabela 3, as médias referentes às porcentagens de coxa e sobrecoxa são numericamente maiores de acordo com o aumento da proporção de óleo de linhaça da ração, mas essa tendência não foi conclusiva, uma vez que não houve significância estatística. O rendimento de asas não diferiu entre os sexos e a composição da ração utilizada, com valores de 10,07 e 10,11% para machos e fêmeas, respectivamente. A proporção dos cortes cárneos em relação à carcaça apresenta muita variação entre os diferentes trabalhos (Ajuyah et al., 1991; López-Ferrer et al., 1999; 2001a; López-Ferrer et al., 2001b; Sirri et al., 2003). Essa grande variação pode ser atribuída não só à diferença entre as linhagens analisadas e ao tipo e proporção de PUFA adicionados a dieta, como também ao padrão de

cortes empregado, uma vez que, neste trabalho, os cortes cárneos foram realizados de forma experimental.

As fêmeas apresentaram maior deposição de gordura abdominal que os machos, com médias de 2,61 e 3,34% para machos e fêmeas, respectivamente. Esse maior acúmulo de gordura certamente foi um dos fatores que causaram uma conversão alimentar pior das fêmeas, pois a deposição de tecido adiposo comprovadamente reduz a eficiência alimentar das aves (Gaya et al, 2006). Com relação à proporção de vísceras, não houve diferença em relação ao sexo das aves ou à composição da ração. Os valores de porcentagem de gordura abdominal reportados neste trabalho foram altos, em comparação às médias reportadas por López-Ferrer et al. (1999; 2001a), López-Ferrer et al. (2001b), Crespo e Esteve-Garcia (2001; 2002), Kralik et al. (2003) e Sirri et al. (2003), que também trabalharam com diferentes fontes de lipídeos, como óleo de linhaça, peixe, girassol, sebo, canola, banha de porco ou ácido linoleico conjugado na dieta de aves Cobb ou Ross, e encontraram valores variando entre 0,74 e 2,34%. O tempo de criação de 49 dias, somado ao conforto térmico proporcionado às aves e ao fornecimento de ração *ad libitum* em todo o período experimental, certamente foi determinante para esse resultado.

CONCLUSÕES

A inclusão de óleo de linhaça, substituindo o óleo de soja em diferentes proporções, e de vitamina E até o nível de 400 mg/kg de ração, não interferiu, de forma geral, nas características de desempenho e de composição de carcaça de frangos de corte da linhagem Cobb. O sexo das aves influenciou significativamente essas características. Os machos apresentaram, em termos gerais, melhor desempenho produtivo que as fêmeas, com maior consumo de ração e ganho de peso e melhor conversão alimentar. As fêmeas apresentaram maior porcentagem de peito e menor porcentagem de coxa e sobrecoxa que os machos.

AGRADECIMENTOS

FAPESP – Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (Processo Fapesp nº 2004/13413-2).

CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AJUYAH, A.O.; LEE, K.H.; HARDIN, R.T. et al. Changes in the fatty acid composition of whole carcass and selected meat portions of broiler chicks fed full-fat oil seeds. *Poult. Sci.*, v. 70, n. 11, p. 2304-2314, 1991.
- BARRETO, S.L.T.; FERREIRA, W.M.; MORAES, T. Efeito de níveis de vitamina E na dieta sobre o desempenho e concentração de α -tocoferol na carne de frangos de corte. *Arq. Bras. Med. Zootec.* v. 51, n. 4, p. 387-392, 1999.
- BARTOV, I. Nutritional factors affecting quantity and quality of carcass fat in chickens. *Fed. Proc.*, v. 38, n. 12, p. 2627-2630, 1979.
- BRASIL. Decreto nº. 2244, de 5 de junho de 1997. Estabelece regulamentação da inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal. *Diário oficial [da] República Federativa do Brasil*, poder Executivo, Brasília, DF, 4 de jun. 1997. Seção I, p. 204.
- BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria nº. 210, de 10/11/1998. aprova o Regulamento Técnico da Inspeção Tecnológica e Higiênico-Sanitária de Carne de Aves. *Diário oficial [da] República Federativa do Brasil*, poder Executivo, Brasília, DF, 26 de nov. 1998. Seção I, p. 226.
- CORTINAS, L.; VILLAVERDE, C.; GALOBART, J. et al. Fatty acid content in chickens thigh and breast as affected by dietary polyunsaturated level. *Poult. Sci.*, v. 83, n. 7, p. 1155-1164, 2004.
- CORTINAS, L.; BARROETA, A.; VILLAVERDE, C. et al. Influence of dietary polyunsaturation level on chicken meat quality: Lipid Oxidation. *Poult. Sci.*, v. 84, n. 1, p. 48-55, 2005.
- CRESPO, N.; ESTEVE-GARCIA, E. Dietary fatty acid profile modifies abdominal fat deposition in broiler chickens. *Poult. Sci.*, v. 80, n.1, p. 71-78, 2001.
- CRESPO, N.; ESTEVE-GARCIA, E. Nutrient and fatty acid deposition in broilers fed different dietary fatty acid profiles. *Poult. Sci.*, v. 81, p. 1533-1542, 2002.
- DVORIN, A.; ZOREF, Z.; MOKADY, S. et al. Nutritional aspects of hydrogenated and regular soybean oil added to diets of broiler chicks. *Poult. Sci.*, v. 77, n. 6, p. 820-825, 1998.
- FAT and cholesterol. In: WORLD CANCER RESEARCH FUND; AMERICAN INSTITUTE FOR CANCER RESEARCH. *Food nutrition and the prevention of cancer: a global perspective*. Washington: World cancer research fund, 1997. part 3, cap. 5.3, p. 384-393.

- GAYA, L.G.; MOURÃO, G.B.; FERRAZ, J.B.S. Aspectos genético-quantitativos de características de desempenho, carcaça e composição corporal de frangos. *Ciênc. Rural.*, v. 36, n. 2, p. 709-716, 2006.
- HARTMAN, L. *Tecnologia de óleos e gorduras vegetais*. São Paulo: Sicct, 1982.
- KRALIK, G.; SKRTIC, G.; KUSEC, G. et al. The influence of rape seed/ oil on the quality of chicken carcasses. *Czech. J. Anim. Sci.*, v. 48, n. 2, p. 77-84, 2003.
- LÓPEZ-FERRER, S.; BAUCCELLS, M. D.; BARROETA, A. C. et al. N-3 enrichment of chicken meat using fish oil: altearnative substitution with rapeseed and linseed oil. *Poult. Sci.*, v. 78, n. 3, p. 356-365, 1999.
- LÓPEZ-FERRER, S., BAUCCELLS, M.D.; BARROETA, A.C. et al. N-3 enrichment of chicken meat - use of very long- fatty acids in chicken diets and their influence on meat quality: fish oil. *Poult. Sci.*, v. 80, n. 6, p. 741-775, 2001a.
- LÓPEZ-FERRER, S.; BAUCCELLS, M. D.; BARROETA, A. C. et al. N-3 enrichment of chicken meat 2. Use of precursors of long-chain polyunsaturated fatty acids: linseed oil. *Poult Sci.*, v. 80, n. 6, p. 753-761, 2001b.
- MENDES, A. A.; PATRÍCIO, I. S. Controles, registros e avaliação do desempenho de frangos de corte. In: MENDES, A. A.; NÄÄS, I. A.; MACARI, M. *Produção de frangos de corte*. Campinas: FACTA, 2004. p. 328.
- MENDES, A. A.; SALDANHA, E. S. P. B. A cadeia produtiva da carne de aves no Brasil. In: MENDES, A. A.; NÄÄS, I. A.; MACARI, M. *Produção de frangos de corte*. Campinas: FACTA, 2004. p. 13-16.
- MOREIRA, J.; MENDES, A.A.; ROÇA, R.O. et al. Efeito da densidade populacional sobre desempenho, rendimento de carcaça e qualidade da carne em frangos de corte de diferentes linhagens comerciais. *Rev. Bras. Zootec.*, v. 33, n. 6, p.1506-1519, 2004.
- MORENG, R. E.; AVENS, J. S. *Ciência e produção de aves*. São Paulo: Roca, 1990. p. 185-201.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. *Nutrient requirements of poultry*. 9.ed. Washington, D.C.: National Academy Press, 1994. 155p.
- NEWMAN, R.E.; BRYDEN, W.J.; FLECK, E. et al. Dietary n-3 e n-6 fatty acids alter avian metabolism: metabolism and abdominal fat deposition. *Br. J. Nutr.*, v. 88, n. 1, p. 11-8, 2002.
- SANTOS, A.L.; SAKOMURA, N.K.; FREITAS, E.R. et al. Estudo do crescimento, desempenho, rendimento de carcaça e qualidade de carne de três linhagens de frango de corte. *R. Bras. Zootec.*, v. 34, n. 5, p.1589-1598, 2005.

- SIRRI, F.; TALLARICO, N.; MELUZZI, A. et al. Fatty acid composition and productive traits of broiler fed diets containing conjugated linoleic acid. *Poult. Sci.*, v. 82, n. 8, p. 1356-1361, 2003.
- STRINGHINI, J.H.; LABOISSIÈRE, M.; MARAMATSU, K. et al. Avaliação do desempenho e rendimento de carcaça de quatro linhagens de frangos de corte criados em Goiás. *Rev. Bras. Zootec.*, v. 32, n. 1, p.183-190, 2003.
- TORRES, A. P. *Alimentos e Nutrição das aves domésticas*. São Paulo: Nobel, 1977. 324p.
- VIANA, C.F.A.; SILVA, M.A.; PIRES, A.V. et al. Influência de grupos genéticos e de níveis de energia sobre características de carcaça de frangos de corte. *Rev. Bras. Zoot.*, v. 29, n. 4, p.1067-1073, 2000.
- VILLAVERDE, C.; CORTINAS, L.; BARROETA, A.C. et al. Relationship between dietary unsaturation and vitamin E in poultry. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutrit.*, v. 88, n. 3-4, p. 143, 2004.
- ZAR, J.H. *Biostatistical analysis*. 4. ed. New Jersey: Prentice-Hall, 1992. 930 p.

Óleo de linhaça associado ao óleo de soja na ração e as características da carne de frango

[Linseed and soy oils rations and broilers meat characteristics]

A. P. S. Almeida¹; M. F. Pinto²; M. Garcia Neto²; E. H. G. Ponsano²

¹ Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal - UNESP - Araçatuba, SP

² Departamento de Apoio, Produção e Saúde Animal - UNESP - Araçatuba, SP

Endereço para correspondência

Marcos Franke Pinto

Departamento de Apoio, Produção e Saúde Animal

Faculdade de Odontologia de Araçatuba- curso de Medicina Veterinária

Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho

R. Clóvis Pestana, 793

Bairro Dona Amélia

Araçatuba - SP

anap.almeida@terra.com.br; mfpinto@fmva.unesp.br

Artigo científico submetido ao PROINTER – Programa de Internacionalização da Pesquisa da PROPe – Pró-Reitoria de Pesquisa – da UNESP, para versão à língua inglesa e posterior envio ao Journal of Applied Poultry Research.

RESUMO

O presente estudo avaliou a utilização de óleo de soja e linhaça, em diferentes proporções, sobre as características da carne de aves da linhagem Cobb de ambos os sexos. A porcentagem de lipídeos totais não foi afetada pela ração ou pelo sexo ($P>0,05$). A textura da carne do peito não foi influenciada pelo sexo e nem alterada pela inclusão de linhaça e vitamina E na ração ($P>0,05$). Os filés de peito não apresentaram diferença quanto a perda de peso após o cozimento em relação aos fatores: sexo, vitamina e proporção de ômega na ração ($P>0,05$). O colesterol total apresentou diferença em relação ao sexo nas amostras de peito ($P<0,05$). A inclusão de PUFA na ração com a adição de óleo de linhaça apresentou influência nos valores de estabilidade oxidativa da carne, sendo que a inclusão de 200ppm de vitamina E foram suficientes para contornar o problema ($P<0,05$). O sexo apresentou influência marcante nos teores de SFA (ácidos graxos saturados) e PUFA (ácidos graxos poliinsaturados), com os machos apresentando melhor proporção de PUFA que as fêmeas ($P<0,05$).

Palavras-chave: TBA, Colesterol, Lipídeos totais, Textura, Aves, Ácidos graxos.

ABSTRACT

The present study evaluated the utilization of different levels of soy and linseed oils on male and female Cobb broilers on meat characteristics. Total fat content was affected neither by diet nor by sex ($P>0.05$). Breast meat texture was influenced neither by sex nor by the addition of linseed oil and vitamin E in the ration ($P>0.05$). Breast filet showed no difference in weight losses concerning to sex, vitamin and omega contents in the diets ($P>0.05$). Total cholesterol content differed between sexes in breast samples ($P<0.05$). PUFA from linseed ration plus vitamin E at 200mg/kg were effective in the prevention of meat oxidation ($P<0.05$). Sex showed strong influence on saturated fatty acids (SFA) and PUFA contents; male broilers had better PUFA contents than female broilers ($P<0.05$).

Palavras-chave: TBA, Cholesterol, Total fat, Texture, Broilers, Fatty acids.

INTRODUÇÃO

O consumo de gorduras insaturadas promovem efeito benéfico à saúde do consumidor, ao contrário das gorduras saturadas (Marzzoco; Torres, 1999; Machado, 2002). Entretanto, a carne de frango apresenta cerca de 30-35% de SFA (ácidos graxos saturados) e pequena quantidade de PUFA (ácidos graxos poliinsaturados) (Fat, 1997).

A composição de PUFA da carne das aves pode ser modificada por um balanceamento adequado da ração, utilizando-se óleos vegetais, sebo ou óleo de peixe (Ajuyah et al., 1991; López-Ferrer et al, 1999, 2001a). A proporção de colesterol da carne das aves também pode ser modificada por um balanceamento adequado da ração (Ajuyah et al., 1991; Crespo; Esteve-Garcia, 2001).

O aumento do grau de insaturação do tecido gorduroso com a adição de PUFA na dieta das aves pode causar um aumento da oxidação lipídica (Crespo; Esteve-Garcia, 2002). Entretanto, a suplementação da dieta das aves com tocoferol aumenta a estabilidade da carne à oxidação (Grau et al., 2001; Carreras et al., 2004; Cortinas et al., 2005).

A utilização de ácidos graxos insaturados pode modificar as propriedades da carne (Ruiz et al., 2001; Sirri et al., 2003), tais como a textura. Além disso, o enriquecimento da carne com PUFA pode modificar as propriedades sensoriais da carne dependendo da dieta utilizada. López-Ferrer et al. (1999) observaram que o óleo de peixe aumenta a concentração de PUFA na carne, mas este óleo promove deterioração da qualidade sensorial da carne, sendo que a substituição deste óleo por óleos vegetais como a canola e a linhaça, melhoram a qualidade sensorial da carne. Desse modo, a associação do óleo de soja ao óleo de linhaça representa uma alternativa viável para modificar de forma benéfica a proporção de ácidos graxos na carne de frango. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar a influência da adição de PUFA com a utilização de óleo de soja e linhaça sobre as seguintes características: textura, vida de prateleira, teor de lipídeos, colesterol total e perfil de ácidos graxos da carne.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados trezentos e sessenta pintos de um dia da linhagem Cobb. As aves foram distribuídas em um delineamento experimental inteiramente casualizado, com arranjo fatorial 3x3x2 e duas repetições, onde os fatores foram: três níveis de óleo de linhaça associado ao óleo de soja, três níveis de vitamina E e dois sexos, totalizando dezoito tratamentos. As aves, alojadas em grupos de 10 aves em 36 boxes, receberam água e ração *ad-libitum*. Todas as

rações, formuladas de acordo com as exigências médias do NRC (1994), continham 6,5% de óleo suplementar, com a seguinte composição: 3,37% de óleo de soja e 3,13% de óleo de linhaça, 5,45% de soja e 1,05% de linhaça e 6,15% de soja e 0,35% de linhaça, de forma a obter as relações de ácidos graxos ω -6 (18:2): ω -3 (18:3) equivalentes a 1,75:1; 4,25:1 e 6,75:1, respectivamente. A vitamina E foi adicionada em cada ração na proporção de 0, 200 e 400 ppm. As aves foram identificadas com pulseiras plásticas nos pés e abatidas aos 49 dias de idade, de acordo com as normas regulamentares (Brasil, 1997, 1998). As aves abatidas foram depenadas, evisceradas e congeladas a -25°C em estufa BOD para posterior análise. Amostras de coxa e sobrecoxa com pele e de peito sem pele de uma ave de cada repetição de cada tratamento foram liofilizadas e submetidas às análises de lipídeos totais e ácidos graxos, de acordo com a metodologia descrita por Folch et al. (1957), e colesterol total, segundo descrito por Instituto Adolfo Lutz (1991). Os ácidos graxos, extraídos conforme a metodologia de Folch et al. (1957), foram esterificados de acordo com a metodologia do Instituto Adolfo Lutz (1991) e injetados no cromatógrafo a gás Shimadzu-17A acoplado ao detector FID, equipado com coluna cromatográfica DB-WAX 60m x 0.25mm x 0,25 μm . Utilizou-se pressão de 246kpa na coluna, fluxo de 2,0051ml/min, taxa split de 1:50, sendo que a coluna aqueceu 80°C por 2 minutos, com taxa de $3^{\circ}\text{C}/\text{min}$ a 180°C por 30 minutos e a $3^{\circ}\text{C}/\text{min}$ a 200°C por 18 minutos, totalizando a corrida de 90min. Os gases utilizados foram o gás He como gás de arraste e H_2 e O_2 como gases da chama. A identificação dos picos de ácidos graxos foi realizada de acordo com a comparação dos tempos de retenção conhecidos dos ácidos graxos da curva padrão da Supelco®. Os valores dos ácidos graxos foram expressos em porcentagens de acordo com o cálculo das suas áreas. Para determinação da estabilidade da fração lípidica da carne de frango à oxidação foi utilizado o método do ácido 2-tiobarbitúrico (TBA) em amostras de coxa e sobrecoxa com pele armazenadas por 45 dias à -25°C , após o descongelamento em estufa BOD a 4°C , conforme descrito por Tarladgis et al. (1960) e modificado por Torres et al. (1989). As análises de textura e perda de peso no cozimento foram realizadas com base nas metodologias de Froning et al. (1978) e Honikel (1987) com algumas modificações. A análise de textura foi realizada nas amostras de filé de peito, as quais foram descongeladas em estufa BOD a 4°C , envoltas em papel alumínio e cozidas em chapa metálica aquecida até a temperatura interna do filé atingir 82°C . As amostras cozidas foram envoltas em papel absorvente e pesadas após atingir a temperatura ambiente, então, por diferença de peso antes e após o cozimento, obteve-se a perda de peso por cozimento. Para a determinação da força de cisalhamento (textura), os filés utilizados na determinação da perda de peso por cozimento foram cortados em 5 ou mais cubos com a

dimensão de 1x1x2cm e colocados no texturômetro TAX-T2 equipado com célula de cisalhamento de carne tipo Warner Bratzler, modelo SMS (espessura de 3 mm), com as fibras orientadas no sentido perpendicular as lâminas de cisalhamento. Os resultados dos picos de força retirados do gráfico foram expressos em kgf/cm². Os resultados das análises foram submetidos à análise de variância e ao teste de Duncan com 5% de significância (Zar, 1992), empregando-se o programa SAS (Statistical Analysis System)

Tabela 1. Composição percentual e calculada da ração basal

Ingredientes	%
Milho moído	54,05
Farelo de soja 46	33,49
Óleo	6,5
Ostra moída	1,18
Fosfato bicálcico	2,02
Sal comum	0,27
Lisina	0,2
DL-Metionina	0,1
Inerte	2,09
Suplemento mineral e vitamínico*	0,2
Composição calculada	
Energia metabolizável (kcal/kg)	3.200
Extrato etéreo (%)	7,5
Proteína bruta (%)	21
Fósforo disponível (%)	0,5
Ácido linoléico (%)	4,5
Cálcio (%)	1
Sódio (%)	0,2
Aminoácidos	
Arginina (%)	1,35
Lisina (%)	1,27
Metionina (%)	0,42
Metionina + cistina (%)	0,76
Treonina (%)	0,77
Triptofano (%)	0,28

*Composição/ kg de ração: vit.A-8800UI; vit.D₃-3300UI; vit.K₃-3,3mg, tiamina-4 mg; riboflavina-8 mg; ácido pantotênico-15 mg; niacina-50 mg; piridoxina-3,3, mg, colina- 600mg; ácido fólico-1mg; biotina-200µg; vit.B₁₂-12µg; antioxidante-120mg; manganês-70 mg; zinco-70 mg; ferro-60 mg, cobre-10mg; iodo-1 mg; selênio-0,3mg. Ração única formulada conforme as exigências médias do NRC (1994). A proporção de aminoácidos atende as exigências mínimas dentro do nível médio de 21% de proteína.

RESULTADOS

Tabela 2. Lipídeos totais e colesterol total na coxa com sobrecoxa com pele e no peito sem pele (b.s.)

Fatores	Lipídeos Totais (%)		Colesterol (mg/g)	
	Peito	Coxa e Sobrecoxa	Peito	Coxa e Sobrecoxa
Sexo (S)				
Macho	2,57	15,40	3,77 ^a	4,32
Fêmea	2,18	16,87	3,42 ^b	4,25
ω-6:ω-3 (W)				
1,75:1	2,35	16,17	3,64	4,25
4,25:1	2,67	16,11	3,67	4,49
6,75:1	2,11	16,13	3,43	4,13
Vit. E (V)				
0	2,54	16,61	3,70	4,17
200	2,22	16,17	3,67	4,31
400	2,38	15,62	3,38	4,39
P				
S	0,1165	0,2437	0,0122	0,7907
W	0,1880	0,9990	0,7060	0,4904
V	0,5672	0,8051	0,1711	0,7740
S x W	0,1043	0,8397	0,4070	0,4283
S x V	0,3725	0,4374	0,3155	0,2387
W x V	0,6797	0,8951	0,3289	0,1946
S x W x V	0,6731	0,2981	0,3005	0,1644
CV (%)	30,33	22,61	10,89	17,17

^a Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Duncan (P>0,05).

CV: coeficiente de variação. b.s.: base seca.

Tabela 3. Composição em ácidos graxos (b.s.) nas amostras de peito sem pele

Fatores	Ácidos Graxos do Peito (%)					
	Palmítico	Palmitoléico	Estearíco	Oléico	Linoléico	Linolênico
Sexo (S)						
Macho	20,62 ^a	1,73	7,88	27,20	35,46 ^a	2,43 ^a
Fêmea	22,38 ^b	1,71	8,31	26,10	31,96 ^b	2,05 ^b
ω-6:ω-3 (W)						
1,75:1	21,10	1,78	8,03	27,36	34,31	2,37
4,25:1	21,94	1,75	8,02	27,43	33,19	2,20
6,75:1	21,46	1,63	8,23	25,16	33,63	2,16
Vit. E (V)						
0	21,37	1,50	8,35	24,54	34,04	2,23
200	22,13	1,83	8,10	27,59	32,81	2,20
400	20,99	1,83	7,83	27,81	34,27	2,30
P						
S	0,0063	0,9241	0,1113	0,4876	0,0003	0,0009
W	0,4976	0,7380	0,7600	0,4154	0,5187	0,1851
V	0,2738	0,1833	0,2771	0,1865	0,2897	0,6712
S x W	0,1993	0,9203	0,3443	0,3607	0,0990	0,7271
S x V	0,6962	0,7264	0,1057	0,5586	0,9768	0,1801
W x V	0,6959	0,6818	0,4556	0,3681	0,8441	0,5321
S x W x V	0,5090	0,5227	0,6770	0,4255	0,2958	0,0847
CV (%)	7,95	28,06	9,37	17,50	7,02	11,93

^a Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Duncan (P>0,05). CV: coeficiente de variação. b.s.: base seca.

Tabela 4. Composição em ácidos graxos (b.s.) nas amostras de coxa com sobrecoxa com pele

Fatores	Ácidos Graxos da Coxa e Sobrecoxa (%)					
	Palmítico	Palmitoléico	Estearico	Oléico	Linoléico	Linolênico
Sexo (S)						
Macho	18,21 ^a	3,13	5,48	28,60	38,97 ^a	3,29
Fêmea	19,22 ^b	3,32	5,29	29,50	36,98 ^b	3,17
ω-6:ω-3 (W)						
1,75:1	18,64	3,03	5,69	28,60	38,53	3,33
4,25:1	18,70	3,25	5,52	29,00	37,78	3,17
6,75:1	18,79	3,40	4,95	29,55	37,61	3,19
Vit. E (V)						
0	18,39	3,10	5,43	28,65	38,96	3,31
200	19,18	3,38	5,49	29,55	36,80	3,16
400	18,58	3,20	5,25	28,94	38,16	3,23
P						
S	0,0161	0,3430	0,5363	0,0503	0,0294	0,1232
W	0,9482	0,3397	0,1435	0,2187	0,6461	0,1987
V	0,2301	0,5408	0,8103	0,2406	0,1335	0,2778
S x W	0,8660	0,3758	0,8486	0,1966	0,5751	0,8431
S x V	0,7963	0,8946	0,4363	0,8689	0,5990	0,3196
W x V	0,1552	0,6229	0,4084	0,5473	0,2762	0,2291
S x W x V	0,9062	0,5005	0,2833	0,0990	0,7907	0,8049
CV (%)	6,05	18,61	16,92	4,43	6,64	7,05

^aMédias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Duncan (P>0,05). CV: coeficiente de variação. b.s.: base seca.

Tabela 5. Proporção de ácidos graxos saturados (SFA), poliinsaturados (PUFA) e monoinsaturados (MUFA) nas amostras de peito e coxa com sobrecoxa (b.s.)

Fatores	AG Peito (%)			AG Coxa e Sobrecoxa (%)		
	SFA	MUFA	PUFA	SFA	MUFA	PUFA
Sexo (S)						
Macho	29,63 ^a	30,95	37,89 ^a	24,44	32,33	42,40 ^a
Fêmea	32,12 ^b	30,28	33,89 ^b	25,26	33,31	40,27 ^b
ω-6:ω-3 (W)						
1,75:1	30,33	31,37	36,68	25,09	32,16	41,98
4,25:1	31,48	31,32	35,18	24,99	32,84	41,08
6,75:1	30,82	29,15	35,82	24,47	33,47	40,94
Vit. E (V)						
0	31,00	28,35	36,27	24,57	32,27	42,41
200	31,57	31,71	34,83	25,41	33,42	40,11
400	30,06	31,78	36,58	24,58	32,77	41,48
P						
S	0,0043	0,6629	0,0004	0,1873	0,0959	0,0332
W	0,4807	0,4037	0,4213	0,6677	0,1889	0,6102
V	0,2877	0,1322	0,2728	0,4334	0,2609	0,1497
S x W	0,0939	0,3403	0,1082	0,8016	0,2388	0,6287
S x V	0,5106	0,5014	0,9791	0,5533	0,8325	0,5515
W x V	0,4989	0,3159	0,8415	0,3281	0,5510	0,2779
S x W x V	0,6221	0,3262	0,3234	0,9377	0,2174	0,8325
CV (%)	7,43	14,73	7,63	7,16	5,09	6,68

^a Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Duncan (P>0,05). CV: coeficiente de variação. b.s.: base seca.

¹SFA: somatória dos ácidos graxos butírico, mirístico, palmítico, esteárico.

²MUFA: somatória dos ácidos graxos cispentadecenóico, palmitoléico, oléico.

³PUFA: somatória dos ácidos graxos linoleico, gama-linolênico, linolênico.

Tabela 6. Valores de TBA (mg de malonaldeído/kg de amostra úmida) de coxa com sobrecoxa com pele (b.s.), textura (kgf/cm²) e perda de peso no cozimento (%) de filés de peito sem pele

Fatores	TBA	Textura	Perda de peso no cozimento
Sexo (S)			
Macho	0,07	2,16	28,82
Fêmea	0,08	2,34	27,55
ω-6:ω-3 (W)			
1,75:1	0,08	2,22	29,55
4,25:1	0,07	2,34	28,80
6,75:1	0,08	2,18	25,99
Vit. E (V)			
0	0,14 ^a	2,34	29,00
200	0,05 ^b	2,25	27,92
400	0,04 ^b	2,15	27,62
P			
S	0,3931	0,1533	0,4616
W	0,7151	0,6974	0,2335
V	0,0001	0,5562	0,6564
S x W	0,1261	0,6072	0,5068
S x V	0,8298	0,9038	0,3993
W x V	0,1380	0,4250	0,3477
S x W x V	0,0668	0,8923	0,3148
CV (%)	41,89	20,56	19,49

^a Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Duncan (P>0,05). CV: coeficiente de variação. b.s.: base seca.

DISCUSSÃO

Os cortes foram processados e analisados respeitando a forma mais usual de consumo. O peito foi analisado sem pele, na forma de filés, e a coxa com sobrecoxa foi analisada com pele.

A composição do óleo e a quantidade de vitamina E da ração das aves não influenciou significativamente a quantidade de lipídeos totais dos cortes cárneos (Tab. 2), nem sua composição em ácidos graxos (Tab. 3 e 4). O teor de gordura da carne também não foi influenciada pelo sexo das aves.

Ayerza et al. (2002) utilizaram proporções crescentes de PUFA- ω -3 na ração de aves da linhagem Ross e observaram porcentagem de lipídeos próxima ao valores reportados neste

trabalho com relação a coxa e sobrecoxa (variando entre 13,26 e 16,13%) e valores superiores para a carne do peito, variando entre 6,5 e 9,11% nas dietas com ω -3.

Com relação ao teor de colesterol das amostras, é possível observar, na tabela 2, que as médias de colesterol da coxa e sobrecoxa não diferiram em relação ao sexo ou à composição da ração utilizada. Nas amostras de peito, observou-se uma quantidade de colesterol significativamente maior na carne provenientes de animais machos em comparação à das fêmeas.

A análise cromatográfica demonstrou que a carne proveniente dos machos possui uma proporção maior de PUFA que a das fêmeas, tanto no peito como na coxa e sobrecoxa. Além disso, a proporção de SFA é menor na carne dos machos que na das fêmeas. Esse resultado, embora tenha sido observado tanto nas amostras de peito como nas de coxa e sobrecoxa, foram consistentes apenas para as médias referentes às amostras de peito, uma vez que as médias de SFA das amostras de coxa e sobrecoxa não revelaram diferença significativa ($P > 0,10$) (Tab. 5). Nas amostras de peito, a carne dos machos apresentou menor porcentagem de ácido graxo palmítico e maior porcentagem de ácidos graxos linoleico e linolênico em relação à das fêmeas (Tab. 3). Nas amostras de coxa e sobrecoxa, esse resultado também foi observado, mas as médias de ácido linolênico, embora superiores para as amostras provenientes dos machos em relação à das fêmeas, não revelaram diferença significativa ($P > 0,10$), comprometendo a consistência dessa observação. A literatura diverge quanto a esse ponto. Rondelli et al. (2003) concluíram que a porcentagem de gordura total, SFA, MUFA e PUFA é fortemente influenciada pela linhagem e sexo das aves, enquanto Olomu e Baracos (1991) observaram que o sexo das aves não influenciou o perfil de ácidos graxos. A proporção de óleo de linhaça e soja e a quantidade de vitamina E adicionada na ração das aves não influenciou a composição de ácidos graxos da fração lipídica da carne. Entretanto, Ajuyah et al. (1991) e López-Ferrer et al. (1999) obtiveram carne de frango com um perfil de ácidos graxos mais próximo do ideal preconizado para uma dieta que vise promover a saúde cardiovascular do consumidor, mas as rações empregadas nesses trabalhos apresentavam uma porcentagem de óleo de linhaça bastante alta, entre 10 e 20% no primeiro e em torno de 8,2% no segundo, enquanto a proporção de óleo de linhaça na ração utilizada no presente trabalho não ultrapassou 3,13% (Tab. 1).

Na tabela 6 são apresentados os valores de TBA, de textura e de perda de peso no processamento térmico. A avaliação de oxidação da fração lipídica pelo método do ácido tio-barbitúrico – TBA – foi realizada nas amostras de coxa com sobrecoxa com pele, porque esse corte apresentou um teor de gordura mais elevado (Tab. 2). Já as análises de textura e perda

de peso no cozimento, foram realizadas nos cortes de peito, por serem os cortes mais nobres, que apresentam com maior frequência problemas de textura e umidade (Bressan e Beraquet, 2004).

A composição de ácidos graxos influencia as propriedades físico-químicas do tecido adiposo. O aumento da proporção de ácidos graxos insaturados promove uma diminuição do ponto de fusão da gordura, diminuindo sua firmeza (Sirri et al., 2003; Ruiz et al., 2001), além de aumentar sua predisposição à oxidação (Crespo e Esteve-Garcia, 2002; Grau et al., 2001). Neste trabalho, observou-se que a textura da carne de peito não sofreu variação relacionada a nenhum dos fatores estudados (Tab. 6). Embora as amostras provenientes dos machos tenham apresentado uma proporção significativamente maior de PUFA e menor de SFA que a das fêmeas (Tab. 5), essa diferença não influenciou a textura das amostras. É provável que esse aparente paradoxo seja devido ao teor reduzido de gordura desse corte cárneo (Tab. 2). O sexo e a dieta também não influenciaram a perda de peso no cozimento das amostras de carne. Lopéz-Ferrer et al. (2001b), Lopéz Ferrer (2001a) também não observaram influência do sexo ou da dieta na textura da carne ou na perda de peso ao cozimento. As médias de força de cisalhamento observadas neste trabalho variaram entre 2,15 e 2,34 kgf/cm². Moreira et al. (2004) observaram valores de textura variando de 3,72 a 4,22 kgf/cm² e Liu et al. (2004), entre 3,9 e 9,4 kgf/cm². Já Wattanachant et al. (2004) relataram uma média de força de cisalhamento de 0,78 kgf/cm² para amostras de carne provenientes de frango de corte de linhagem comercial (CP 707) e de 4,09 kgf/cm² para amostras de linhagem Thai indigenus (*Gallus domesticus*).

A adição de vitamina E na dieta das aves pode prevenir ou retardar a rancidez oxidativa da gordura, uma vez que essa vitamina se deposita no organismo após a ingestão e atua como antioxidante pela neutralização de radicais livres ao nível de membrana (Rutz, 2002). Neste trabalho, observou-se que a suplementação da ração com 200 ppm de vitamina E foi suficiente para promover esse efeito, já que a partir deste valor, não houve diferença estatística em relação aos valores de TBA (Tab. 6). Cortinas et al. (2005), trabalhando com níveis crescentes de suplementação de vitamina E na ração de aves, até 400 ppm, também observaram que a estabilidade oxidativa não se altera em valores acima de 200 ppm. Grau et al. (2001) observaram a eficiência de uma suplementação de vitamina E de 225mg/kg de ração para proteger a carne da oxidação. Neste trabalho, a rancificação da gordura foi avaliada somente nas amostras de coxa e sobrecoxa, por apresentarem um maior teor de lipídeos. Tem sido demonstrado que a tendência à rancificação e a deposição de vitamina E varia com o tecido estudado. Ahn et. al. (1998), trabalhando com carne de perus, observaram diminuição

gradual dos valores de TBA com o aumento de vitamina E na dieta, sendo os valores de TBA maiores na coxa que no peito. Carreras et al. (2004) adicionaram 0 ou 100mg/kg de vitamina E na dieta de frangos de corte com diferentes dietas e observaram uma tendência da fração lipídica da carne de coxa e sobrecoxa de oxidar mais rápido, embora o acúmulo de vitamina E tenha sido maior na coxa e sobrecoxa que no peito.

CONCLUSÕES

O sexo e a ração fonte de ácidos graxos poliinsaturados e vitamina E não apresentaram influência no teor de lipídeos totais, na textura e na perda de peso ao cozimento. A adição de linhaça na dieta também não modificou o padrão de ácidos graxos da carne, mas os machos apresentaram maior proporção de PUFA que as fêmeas. O colesterol total não foi influenciado pela dieta, mas os machos apresentaram maior teor em relação às fêmeas nos cortes de peito. A inclusão de 200ppm de vitamina E na ração foram suficientes para impedir a rancidez oxidativa da carne estocada a -25°C por 45 dias.

AGRADECIMENTOS

FAPESP – Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (Processo Fapesp nº 2004/13413-2).

CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AHN, D.U. et al. Effects of dietary vitamin E supplementation on lipid oxidation and volatiles content of irradiated, cooked turkey meat patties with different packing. *Poult. Sci.*, v. 77, p. 912-920, 1998.

AJUYAH, A. O. et al. Changes in the fatty acid composition of whole carcass and selected meat portions of broiler chicks fed full-fat oil seeds. *Poult. Sci.*, v.70, n. 11, p. 2304-2314, 1991.

AYERZA, R. et al. Chia seed (*Salvia hispanica L.*) as an w-3 fatty acid source for broilers: influence on fatty acid composition cholesterol and fat content of white and dark meats, growth performance and sensory characteristics. *Poult. Sci.*, v. 81, p. 826-837, 2002.

BRASIL. Decreto nº. 2244, de 5 de junho de 1997. Estabelece regulamentação da inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal. *Diário oficial [da] República Federativa do Brasil*, poder Executivo, Brasília, DF, 4 de jun. 1997. Seção I, p. 204.

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria nº. 210, de 10/11/1998. aprova o Regulamento Técnico da Inspeção Tecnológica e Higiênico-Sanitária de Carne de Aves. *Diário oficial [da] República Federativa do Brasil*, poder Executivo, Brasília, DF, 26 de nov. 1998. Seção I, p. 226.

BRESSAN, M.C.; BERAQUET, N.J. Tratamentos de pré-resfriamento e resfriamento sobre a qualidade de carne de peito de frango. *Ciênc. Tecnol. Aliment.*, v. 24, n. 2, p. 230-235, 2004.

CARRERAS, I. et al. Influence of enrofloxacin administration and α -tocopheryl acetate supplemented diets on oxidativestability of broiler tissues. *Poult. Sci.*, v. 83, p. 796-802, 2004.

CORTINAS, L. et al. Influence of dietary polyunsaturation level on chicken meat quality: Lipid Oxidation. *Poult. Sci.*, v. 84, p. 48-55, 2005

CRESPO, N.; ESTEVE-GARCIA, E. Dietary fatty acid profile modifies abdominal fat deposition in broiler chickens. *Poult. Sci.*, v. 80, p. 71-78, 2001.

CRESPO, N.; ESTEVE-GARCIA, E. Nutrient and fatty acid deposition in broilers fed different dietary fatty acid profiles. *Poult. Sci.*, v. 81, p. 1533-1542, 2002.

FAT and cholesterol. In: WORD CANCER RESEARCH FUND; AMERICAN INSTITUTE FOR CANCER RESEARCH. *Food nutrition and the prevention of cancer: a global perspective*. Washington: Word cancer research fund, 1997. part 3, cap. 5.3, p. 384-393.

FOLCH, J. et al. A simple method for isolation and purification of total lipides from animal tissue. *J. Biol. Chem.*, v.226, n. 1, p.497-509, 1957.

FRONING, G. et al. The effect of preslaughter temperatures, stress, struggle and anesthetization on color, textural characteristics of turkey muscle. *Poult. Sci.*, v. 57, n. 3, p. 630-633, 1978.

GRAU, A. et al. Oxidative stability of dark chicken meat through frozen storage: influence of dietary fat and α -tocopherol and ascorbic acid supplementation. *Poult. Sci.*, v. 80, p. 1630-1642, 2001.

HONIKEL, K.O. The water binding of meat. *Fleischwirtschaft*, v. 67, n.4, p. 418-422, 1987.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Métodos de análises bromatológicas (Análises Químicas). Laboratório de saúde pública, SP. 1991. p. 751

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. Métodos Químicos e Físicos para Análise de Alimentos, SP. 1985.

- LIU, Y. et al. Principal component analysis of physical, color and sensor characteristics of chicken breasts deboned at two, four, six, and twenty-four hours postmortem. *Poult. Sci.*, v. 83, p. 101-180, 2004.
- LÓPEZ-FERRER, S. et al. N-3 enrichment of chicken meat using fish oil: alternative substitution with rapeseed and linseed oil. *Poult. Sci.*, v. 78, p. 356-365, 1999.
- LÓPEZ-FERRER, S., et al. N-3 enrichment of chicken meat - use of very long- fatty acids in chicken diets and their influence on meat quality: fish oil. *Poult. Sci.*, v. 80, p. 741-775, 2001a.
- LÓPEZ-FERRER, S.; BAUCCELLS, M. D.; BARROETA, A. C. et al. N-3 enrichment of chicken meat 2. Use of precursors of long-chain polyunsaturated fatty acids: linseed oil. *Poult Sci.*, v. 80, n. 6, p. 753-761, 2001b.
- MACHADO, C. R. Crescimento do tecido adiposo. In: MACARI, M.; FURLAN, R. L.; GONZALES, E. *Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte*. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, 2002. cap. 22, p. 299-304.
- MARZZOCO, A.; TORRES, B. B. *Bioquímica básica*. Rio de Janeiro: GUANABARA KOOGAN, 1999. 8p.
- MOREIRA, J. et al. Efeito da densidade populacional sobre desempenho, rendimento de carcaça e qualidade da carne em frangos de corte de diferentes linhagens comerciais. *Rev. Bras. Zootec.*, v.33, n.6, p.1506-1519, 2004.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. *Nutrient requirements of poultry*. 9.ed. Washington, D.C.: National Academy Press, 1994. 155p.
- OLOMU, J. M.; BARACOS, V. E. Influence of dietary flaxseed oil on the performance muscle protein deposition and fatty acid composition of broiler chicks. *Poult. Sci.* v. 70, p. 1403-1411, 1991.
- RONDELLI, S.I et al. Sex effect on productive parameters, carcass and body fat composition of two comercial broilers lines. *Rev. Bras. Cienc. Avic.*, v. 5, n. 3, 2003.
- RUIZ, J. A. et al. Descriptive sensory análisis of meta from broilers fed diets containing vitamin E or beta carotene as antioxidants and different supplemental fats. *Poult. Sci.*, v. 80, n. 7, 2001, p. 976-982.
- RUTZ, F. Absorção de vitaminas. In: MACARI, M.; FURLAN, R.L.; GONZALES, E. *Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte*. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, 2002. cap. 12, p. 154-156.
- SIRRI, I. et al. Fatty acid composition and productive traits of broiler fed diets containing conjugated linoleic acid. *Poult. Sci.*, v. 82, p. 1356-1361, 2003.

TARLADGIS, B.G. et al. A distillation method for the quantitative determination of malonaldehyde rancid foods. *Am. Oil. Chem. Soc.*, v.37, p. 44-48, 1960.

TORRES, E. et al. M. Lipid oxidation in charqui (salted and dried beef). *Food Chemistry*, v. 32, p. 257-268, 1989.

WATTANACHANT, S. Et al. Composition, color and texture of *Thai indigenous* and broiler chicken muscles. *Poult. Sci.*, v. 83, p. 123-128, 2004.

ZAR, J.H. *Biostatistical analysis*. 4. ed. New Jersey: Prentice-Hall, 1992. 930 p.

ANEXO I

METODOLOGIAS ANALÍTICAS

EXTRAÇÃO DOS ÁCIDOS GRAXOS

Metodologia de Folch et al. (1957)

- Triturar a amostra de carne
- Pesar exatamente 4g de amostra úmida em becker de 500 ml
- Adicionar 40 ml de metanol P.A. (com proveta)
- Misturar triturando a amostra no homogeneizador (Turrax por 2 minutos)
- Adicionar 80 ml de clorofórmio (com proveta)
- Misturar novamente no homogeneizador (Turrax por 5 minutos)
- Filtrar (papel de filtro quanta de filtração rápida, com 12,5 cm diâmetro, 80g/m², cinza de 0,00009g, permeabilidade ao ar de 55l/s m², maioria dos poros de 28um, JP41- faixa preta, quantitativo; funil de buchner de 500ml, kitassato de 500ml).
- Raspar com cuidado todo resíduo que ficou no filtro para o becker já utilizado
- Adicionar 40 ml de metanol e 80 ml de clorofórmio (com proveta) no raspado, no mesmo becker já utilizado.
- Misturar no homogeneizador (Turrax por 5 minutos)
- Filtrar novamente (no mesmo aparato anterior)
- Colocar o filtrado em uma proveta de 500ml com boca e tampa esmerilhada, medir o volume
- Adicionar ¼ do volume de KCl 0,88%
- Agitar 3 vezes, tirando a pressão que forma dentro da proveta
- Deixar descansar por 1 minuto, para separar
- Com o auxílio da bomba de vácuo, tirar o sobrenadante e desprezá-lo
- Medir novamente o volume e adicionar ¼ de metanol (1:1)
- Agitar, tirando a pressão que forma dentro da proveta
- Deixar descansar por 1 minuto, para separar
- Com o auxílio da bomba de vácuo, tirar o sobrenadante e desprezá-lo

- Adicionar sulfato de sódio anidro PA, no que ficou na proveta. Agitar uma vez e tirar a pressão.
- Filtrar em papel de filtro comum, contendo de sulfato de sódio anidro PA no fundo do filtro, recolhendo o filtrado em um balão de 250ml com fundo redondo, próprio para evaporação.
- Enxaguar a proveta com um pouco de clorofórmio e filtrar
- Colocar o balão contendo o filtrado no evaporador rotativo (45°C).
- Lavar o que ficou de gordura no balão, com clorofórmio. Colocar 10 ml de clorofórmio em proveta e ir adicionando aos poucos no balão a ser lavado, com o auxílio de pipeta, então, com o auxílio de uma outra pipeta, passar o conteúdo para um balão volumétrico de 10 ml.

ESTERIFICAÇÃO DOS ÁCIDOS GRAXOS

Metodologia Adolfo Lutz (1991)

- 1) Com o auxílio de pipeta volumétrica, transferir 2,0ml da amostra para o frasco de esterificação.
- 2) Secar toda a amostra com Nitrogênio.
- 3) Adicionar com pipeta volumétrica:
 - 3,0ml de Hexano.
 - 15,0ml de H₂SO₄ 2% diluído em metanol.
 - Refluxar por 1 hora no condensador
 - Adicionar 40ml de salmoura concentrada e agitar por 1 minuto. Completar o volume até o gargalo com salmoura concentrada para conseguir retirar a gordura que irá separar dentro do frasco.
- 4) Com o auxílio de pipeta pasteur, transferir o sobrenadante para um vidro de penicilina.

A leitura é realizada em cromatógrafo, sendo que a identificação dos picos de ácidos graxos é realizada de acordo com a comparação dos tempos de retenção conhecidos dos ácidos graxos da curva padrão. Os valores dos ácidos graxos são expressos em porcentagens de acordo com o cálculo das suas áreas.

LIPÍDEOS TOTAIS

Metodologia de Folch et al. (1957)

- Pesar 2g de amostra liofilizada
- Adicionar 20ml de clorofórmio em metanol (2:1)
- Homogeneizar
- Filtrar em tubo de centrífuga
- Adicionar 20ml de KCL 0,88%
- Centrifugar a 2500rpm/15minutos
- Remover a camada superior por sucção
- Adicionar sulfato de sódio anidro PA
- Filtrar em um balão volumétrico de 50ml e completar o volume com clorofórmio
- Pesar 2 cadinhos de alumínio
- Adicionar 10ml do filtrado do balão nos cadinhos já pesados
- Secar a amostra em uma placa aquecedora
- Pesar a amostra seca em balança de precisão para determinar a porcentagem de lipídeos
- Cálculo: % lipídeos totais = peso da gordura x 5 x 100 / peso da amostra

COLESTEROL TOTAL

Metodologia do Adolfo Lutz (1991)

- Pesar 2g de amostra liofilizada em um béquer de 50ml
- Secar em estufa 100^oC por 1h
- Esfriar a amostra e adicionar 5ml de clorofórmio
- Homogeneizar com o auxílio de um bastão
- Deixar em repouso por 20 minutos e adicionar mais 5ml de clorofórmio
- Agitar e deixar sedimentar
- Filtrar em balão volumétrico de 25ml, lavando o resíduo e o filtro com clorofórmio até completar o volume do balão
- Em um tubo de ensaio colocar 1ml da solução recuperada no balão e 6ml de reagente cromogênico
- Colocar os tubos em banho-maria a 37^oC durante 20 minutos
- Ajustar o zero do aparelho com o reagente cromogênico e ler a 625nm
- Cálculo baseado nos valores da curva padrão de colesterol

Solução referência de colesterol (estável por um ano quando conservada à 4^oC)

- Colesterol P.A.- 1g
- Ácido acético glacial q.s.p .- 50ml

Reagente Cromogênico

- Anidrido acético - 110ml
- Ácido acético - 100ml
- Ácido sulfúrico - 15ml

TEXTURA E PERDA DE PESO NO COZIMENTO

Metodologias de Froning et al. (1978) e Honikel (1987) modificadas

- Filés de peito
- Envolver os filés em papel alumínio e cozinhar em chapa metálica aquecida até a temperatura interna do filé atingir 82°C.
- Envolver os filés cozidos em papel absorvente e pesá-los após atingir a temperatura ambiente, então, por diferença de peso antes e após o cozimento, determinar a perda de peso no cozimento
- Cortar os filés utilizados na determinação da perda de peso por cozimento em 5 ou mais cubos com a dimensão de 1x1x2cm e colocar no texturômetro com as fibras orientadas no sentido perpendicular às lâminas de cisalhamento. Os resultados dos picos de força retirados do gráfico são expressos em kgf/cm².

MÉTODO DO ÁCIDO TIO-BARBITÚRICO - TBA

Conforme descrito por Tarladgis et al. (1960) e modificado por Torres et al. (1989)

- Pesar 10g de amostra de carne úmida
- Adicionar 98ml de água, 2,5ml de HCL 4N e antiespumante na vidraria específica
- Destilar a mistura com aquecimento e recolher 50ml em um Erlenmeyer após 1,5h de destilação
- Retirar um alíquota de 5ml do destilado e reagir com 5ml de TBA em um tubo com tampa rosqueável e aquecer o tubo em banho-maria fervente por 35 minutos
- Ler no espectrofotômetro a 530nm e calcular os valores de TBA de acordo com a curva padrão

Preparo dos reagentes

HCL 4N

Como a valência é 1 a N = M

P.M. = 36,46

Densidade = 1,185g/ml

% de pureza = 36,5 a 38%

Porém, como o ácido clorídrico é líquido, tem-se: Densidade = massa/volume

$M = \text{massa}/P.M. \times V \text{ (L)}$

$4 = \text{massa}/36,46 \times 1$

massa = 145,84g

$1,185 = 145,84/V$

$V = 123,07\text{ml}$ Se fosse 100% puro, mas como tem 38% de pureza, faz-se a correção para:

123,07 - 38%

X - 100%

X = 323,96 ml de ácido clorídrico

Ácido Tiobarbitúrico (TBA) 0,02M

P.M. = 144,1

M = 0,02

Assim: $0,02 = \text{massa}/144,1 \times 0,5$ (L)

Massa = 1,441g

Pesar 1,441 g de TBA e dissolver em 500ml de água e colocar no sonificador por aproximadamente 1 hora ou até a dissolução completa (Este reagente só pode ser usado por 1 semana e deve ser mantido em geladeira)

Padrão 1,1,3,3 Tetraetoxipropano (TEP) $1,0 \times 10^{-3}$ M

P.M. = 220,3

Densidade = 0,91

M = 1×10^{-3}

Densidade = massa/volume

Assim: $1 \times 10^{-3} = \text{massa}/220,3 \times 0,25$

Massa = 0,055075g para 250ml

$0,91 = 0,055075/V$ Então, $V = 0,0605$ ml

Preparar esta solução com água fervida e resfriada. Guardar em geladeira e utilizar por 1 semana no máximo.

Diluição do padrão TEP para fazer a curva padrão

Pegar 1ml da solução TEP 1×10^{-3} preparada e diluir em 50ml de água fervida e resfriada

Curva-padrão

Tubos	Padrão 10^{-7} M	Padrão ml	H₂O ml	TBA ml
branco	0,00	0,00	5,00	5,00
1	0,02	0,10	4,90	5,00
2	0,04	0,20	4,80	5,00
3	0,10	0,50	4,50	5,00
4	0,20	1,00	4,00	5,00
5	0,30	1,50	3,50	5,00
6	0,40	2,00	3,00	5,00
7	0,50	2,50	2,50	5,00

Aquecer todos os tubos em banho-maria fervente por 35 minutos e ler no espectrofotômetro a 530nm.

REFERÊNCIAS

- FOLCH, J. et al. A simple method for isolation and purification of total lipides from animal tissue. **J. Biol. Chem.**, v.226, n. 1, p.497-509, 1957.
- FRONING, G. et al. The effect of preslaughter temperatures, stress, struggle and anesthetization on color, textural characteristics of turkey muscle. **Poult. Sci.**, v. 57, n. 3, p. 630-633, 1978.
- HONIKEL, K.O. The water binding of meat. **Fleischwirtschaft**, v. 67, n. 4, p. 418-422, 1987.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos de análises bromatológicas** (Análises Químicas). Laboratório de saúde pública, São Paulo. 1991.
- TARLADGIS, B.G.; WATTS, B.M.; YOUNATHAN, M.T. A distillation method for the quantitative determination of malonaldehyde rancid foods. **Am. Oil. Chem. Soc.**, v.37, p. 44-48, 1960.
- TORRES, E. et al. Lipid oxidation in charqui (salted and dried beef). **Food Chem.**, v. 32, p. 257-268, 1989.

ANEXO II

NORMAS PARA PUBLICAÇÃO NO PERIÓDICO ARQUIVO BRASILEIRO DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA

Normas gerais

Os trabalhos e ilustrações deverão ser apresentados com espaço entre linhas 1,5, fonte Times New Roman tamanho 12 e 3cm de margens, com páginas numeradas, não excedendo a 15. As citações no texto deverão ser feitas de acordo com ABNTNBR – 10520 de 2002. A indicação da fonte entre parênteses sucede à citação para evitar interrupção na seqüência do texto. Quando os nomes dos autores forem parte integrante do texto menciona-se a data da publicação citada entre parênteses, logo após o nome do autor, conforme exemplos:

- a) autoria única: (Silva, 1971) ou Silva (1971); (Anuário..., 1987-88) ou Anuário... (1987-88)
- b) dois autores: (Lopes e Moreno, 1974) ou Lopes e Moreno (1974)
- c) mais de dois autores: (Ferguson et al., 1979) ou Ferguson et al. (1979)
- d) mais de um trabalho citado: Dunne (1967); Silva (1971) ; Ferguson et al. (1979) ou (Dunne, 1967; Silva, 1971; Ferguson et al., 1979), sempre em ordem cronológica ascendente.

Citação de citação (Adaptação da ABNT-NBR 10520 feita pela FEPMVZ-Editora). Todo esforço deve ser empreendido para se consultar o documento original. Entretanto, nem sempre é possível. Nesse caso, pode-se reproduzir informação já citada por outros autores. Pode-se adotar o seguinte procedimento:

- no texto, citar o sobrenome do autor do documento não consultado com o ano de publicação, seguido da expressão citado por e o sobrenome do autor do documento consultado;

- na listagem de referência deve-se incluir a referência completa da fonte citada e outra referência da fonte consultada (citar as 2 referências em separado) não usar o apud como manda a NBR 10520. (Adaptação FEPMVZ Editora).

Comunicação pessoal (ABNT-NBR 10520). Não fazem parte da lista de referências, sendo colocadas apenas em nota de rodapé. Coloca-se o sobrenome do autor seguido da expressão “comunicação pessoal”, a data da comunicação, nome, estado e país da Instituição ao qual o autor é vinculado..

Documento eletrônico (ABNT – NBR 6023). Faz parte da lista de referências bibliográficas onde se deve colocar o endereço eletrônico e a data de acesso.

Características dos elementos de um trabalho

TÍTULO. Em português e em inglês e vice-versa. Evitar termos não significativos como estudo, exame, análise. Deve ser o resumo do resumo e não ultrapassar 100 dígitos.

AUTORES. Os nomes dos autores virão abaixo do título, com identificação da instituição a que pertencem. Deve estar indicado o autor para correspondência com endereço completo, telefone, fax e e-mail.

RESUMO e ABSTRACT devem conter no máximo 200 palavras em um só parágrafo. Não repetir o título.

PALAVRAS-CHAVE e KEYWORDS. No máximo cinco.

INTRODUÇÃO. Explicação concisa, na qual são estabelecidos brevemente o problema, sua pertinência, relevância e os objetivos do trabalho.

MATERIAL E MÉTODOS. Técnicas e procedimentos de rotina devem ser apenas referenciados. Não se aceitam subtítulos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO. Os resultados poderão ser apresentados como um elemento do texto ou juntamente com a discussão, em texto corrido ou mediante ilustrações. Discutir somente os resultados obtidos no trabalho. Comparações, quando pertinentes, devem ser feitas de forma que o leitor chegue as suas próprias conclusões.

CONCLUSÕES. As conclusões podem estar inseridas na discussão. Neste caso este item não é necessário. As conclusões não devem ser repetição dos resultados. Lembrar que nem sempre são necessárias.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS. Relacionam-se, em ordem alfabética, as referências bibliográficas, incluindo todas as fontes utilizadas. São adotadas as normas ABNT-NBR-6023 – agosto de 2002, simplificadas conforme exemplos:

- Periódicos

ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO BRASIL. v.48, p.351, 1987- 88.

FERGUSON, J.A.; REEVES, W.C.; HARDY, J.L. Studies on immunity to alphaviruses in foals. Am. J. Vet. Res., v.40, p.5- 10, 1979.

HOLENWEGER, J.A.; TAGLE, R.; WASERMAN, A. et al. Anestesia general del canino. Not. Med. Vet., n.1, p.13-20, 1984.

- Publicação Avulsa

DUNNE, H.W. (Ed). Enfermedades del cerdo. México: UTEHA, 1967. 981p.

LOPES, C.A.M.; MORENO, G. Aspectos bacteriológicos de ostras, mariscos e mexilhões. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MEDICINA VETERINÁRIA, 14, 1974, São Paulo. Anais... São Paulo: [s.n.] 1974. p.97.(Resumo).

MORRIL, C.C. Infecciones por clostridios. In: DUNNE, H.W. (Ed). Enfermedades del cerdo. México: UTEHA, 1967. p.400- 415.

NUTRIENT requirements of swine. 6.ed. Washington: National Academy of Sciences, 1968. 69p.

SOUZA, C. F. A. Produtividade, qualidade e rendimentos de carcaça e de carne em bovinos de corte. 1999. 44f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) – Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

- Documentos Eletrônicos

QUALITY food from animals for a global market. Washington: Association of American Veterinary Medical College, 1995. Disponível em: <<http://www.org/critca16.htm>>. Acessado em: 27 abr. 2000.

JONHNSON, T. Indigenous people are now more combative, organized. Miami Herald, 1994. Disponível em: <<http://www.summit.fiu.edu/MiamiHerld-Summit-Related-Articles/>>. Acessado em: 5 dec. 1994.

Considerações

Ilustrações são tabelas e figuras. Toda ilustração que já tenha sido publicada deve conter, abaixo da legenda, dados sobre a fonte (autor, data) de onde foi extraída. A referência bibliográfica completa relativa à fonte da ilustração deve figurar na lista bibliográfica final.

Tabela. O termo refere-se ao conjunto de dados alfanuméricos ordenados em linhas e colunas. Serão construídas apenas com linhas horizontais de separação no cabeçalho e ao final da tabela. A legenda recebe inicialmente a palavra Tabela, seguida pelo número de ordem em algarismo arábico e é referida no texto como Tab., mesmo quando se referir a várias tabelas.

Figura. O termo refere-se a qualquer ilustração constituída ou que apresente linhas e pontos: desenho, fotografia, gráfico, fluxograma, esquema etc. Os desenhos, gráficos etc. devem ser feitos com tinta preta, bem nítidos. As fotografias, no

tamanho de 10 × 15cm, devem ser bem nítidas e de bom contraste, ambos indicando no verso a orientação para impressão, nome do autor e a qual figura se refere. As legendas recebem inicialmente a palavra Figura, seguida do número de ordem em algarismo arábico e é referida no texto como Fig., mesmo se referir a mais de uma figura. Chama-se a atenção para as proporções entre letras, números e dimensões totais da figura: caso haja necessidade de redução, esses elementos também serão reduzidos e podem ficar ilegíveis. Assim, é bom que o tamanho dos desenhos apresentados pelos autores se aproxime do tamanho final impresso.

ANEXO III

COMPROVANTE DE RECEBIMENTO DO ARTIGO

**FUNDAÇÃO ESTUDO PESQUISA EM MEDICINA VETERINÁRIA
FEP MVZ EDITORA**

Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia

CNPJ: 16.629.388/0001-24 Insc. Municipal: 302856.001-3

Av. Antônio Carlos, 6627 - Caixa Postal 567 - 30123-970 – Belo Horizonte – MG

Fone: (31) 3499-2042 Fax: (31) 3499-2041

<http://journal.vet.ufmg.br> e-mail: journal@vet.ufmg.br

Sr.(s): A.P.S. ALMEIDA, M.F. PINTO, M.Y. HONAGA, L.B. POLONI, E.H.G.
PONSANO, M. GARCIA NETO

Cumpre-nos informar-lhe(s) que o artigo:

**Efeito do consumo de óleo de linhaça sobre o desempenho produtivo e
composição de carcaça de frangos de corte**

enviado para publicação nesta revista, será encaminhado para análise do Corpo Editorial.

REG.: 2488/07

Recebido em: 21/mai/2007

Atenciosamente,

Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia

(Texto transcrito do e-mail enviado pelo periódico)

ANEXO IV

Planilha de custos comparando os preços de mercado do óleo de soja e óleo de linhaça utilizados no projeto

Parâmetros	Linhaça	Soja
Total de aves (nº)*	180	180
Óbitos (nº)*	0	0
Consumo de ração (kg)*	600	600
Custo da ração (R\$)**	539,03	381,08
Custo dos pintos (R\$)**	122,40	122,40
Custo Total (R\$)	661,43	503,48
Custo/ave (R\$)	3,67	2,80

* Valores fictícios ; ** Considerando o preço do saco de ração (R\$ 23,00/40kg) utilizado no projeto. Considerando preço dos pintos a R\$ 0,68. Preço do óleo de linhaça: R\$ 5,55/kg. Preço do óleo de soja: R\$ 1,50/kg. Considerando a utilização de 39kg de cada óleo.

ANEXO V



Figura 1. Fases de criação das aves e vista interna do galpão



Figura 2. Cortes cárneos obtidos



Figura 3. Liofilização das amostras de carne

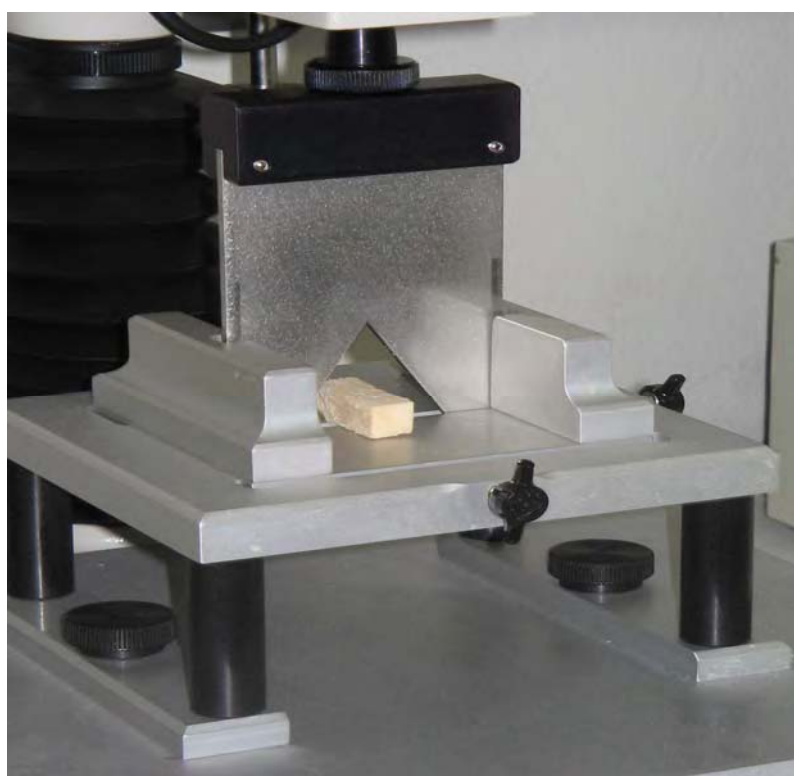


Figura 4. Análise da força de cisalhamento da carne