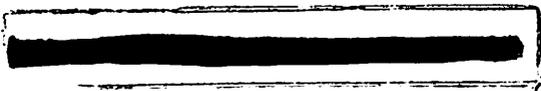




**DESEMPENHO, QUALIDADE DE CARÇAÇA
E DA CARNE E PERFIL LIPÍDICO DE
SUÍNOS DE 70 A 100 kg DE PESO VIVO
ALIMENTADOS COM RAÇÕES CONTENDO
DIFERENTES ÓLEOS**

RAIMUNDO VICENTE DE SOUSA

2002



54232
MFN 046398

RAIMUNDO VICENTE DE SOUSA

**DESEMPENHO, QUALIDADE DE CARCAÇA E DA CARNE E PERFIL
LIPÍDICO DE SUÍNOS DE 70 A 100 kg DE PESO VIVO ALIMENTADOS
COM RAÇÕES CONTENDO DIFERENTES ÓLEOS**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como exigência do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, área de concentração em Nutrição de Monogástricos, para a obtenção do título de Doutor.

Orientador

**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da
Biblioteca Central da UFLA**

Sousa, Raimundo Vicente de

- Desempenho, qualidade de carcaça e da carne e perfil lipídico de suínos de 70 a 100kg de peso vivo alimentados com rações contendo diferentes óleos / Raimundo Vicente de Sousa. -- Lavras : UFLA, 2002.

146 p. : il.

Orientador: Elias, Tadeu Fialho.

Tese (Doutorado) – UFLA.

Bibliografia..

1. Suíno. 2. Carne. 3. Desempenho. 4. Qualidade de carcaça. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD-636.40852

-664.92

RAIMUNDO VICENTE DE SOUSA

**DESEMPENHO, QUALIDADE DE CARCAÇA E DA CARNE E PERFIL
LIPÍDICO DE SUÍNOS DE 70 A 100 kg DE PESO VIVO ALIMENTADOS
COM RAÇÕES CONTENDO DIFERENTES ÓLEOS**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como exigência do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, área de concentração em Nutrição de Monogástricos, para a obtenção do título de Doutor.

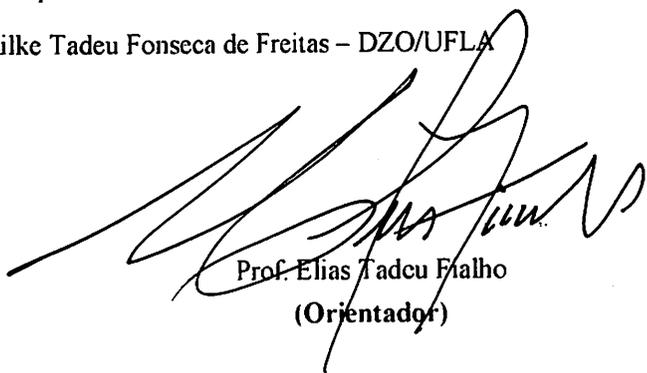
Aprovada em 30 de Setembro de 2002

Profa. Priscila Vieira Rosa Logato – DZO/UFLA

Prof. José Augusto de Freitas Lima – DZO/UFLA

Profa. Jacqueline I. Alvarez Leite – BQI/ICB/UFMG

Prof. Rilke Tadeu Fonseca de Freitas – DZO/UFLA



Prof. Elias Tadeu Fialho
(Orientador)

**LAVRAS
MINAS GERAIS-BRASIL**

Aos meus avós **Raimundo** (*in memoriam*),

Cecília (*in memoriam*), **Sebastião** (*in memoriam*) e

Julieta pela oportunidade de tê-los conhecido e

com eles convivido,

DEDICO ESTE TRABALHO.

AGRADECIMENTOS

A Deus pelas dádivas da fé e da esperança em dias melhores.

À Universidade Federal de Lavras e ao Departamento de Medicina Veterinária pela concessão da liberação em tempo parcial para a realização deste treinamento.

Ao Professor Elias Tadeu Fialho pela amizade, orientação, confiança e garantia de infra-estrutura para a realização do trabalho.

À professora Jacqueline Alvarez Leite por todo apoio, incentivo e orientações desde a iniciação científica.

Ao laboratório de química de proteínas do Departamento de Bioquímica e Imunologia do ICB-UFMG, nas pessoas do Prof. Marcelo Matos Santoro e do Técnico Jamil de Oliveira, pela grande colaboração na separação das lipoproteínas por FPLC.

À Dra. Dirce Ribeiro de Oliveira e ao laboratório de Nutrição e Gnotobiologia do ICB-UFMG pela grande ajuda na determinação do perfil lipoprotéico dos animais.

Aos professores José Augusto de Freitas Lima, Priscila Vieira Rosa Logato e Rilke Tadeu Fonseca de Freitas pela amizade, críticas e sugestões valiosas.

Ao Professor Antônio Gilberto Bertechini e à Empresa UNIQÚMICA Ltda pela doação dos óleos utilizados em uma das fases experimentais.

Ao Laboratório de Carnes do DCA-UFLA, nas pessoas da Professora Maria Cristina Bressan e dos estudantes de Pós-graduação Arlei Maturano e Flávia De Floriani Rebello e de graduação, Peter Faria e Josye Vieira, pelo apoio na avaliação das carcaças e nas análises da carne.

Ao Laboratório de Química Orgânica do DQI-UFLA, nas pessoas da Professora Maria das Graças Cardoso, Dra. Norma Pereira, Wellington Fernandes e Flávio Bouzan, pelo apoio indispensável nas análises de cromatografia gasosa.

Aos estudantes de graduação Jesus Ureña, Fernanda Delben, Lenadro Costa, Érika da Rocha e Fabiana Santos por todo o auxílio prestado em todas as fases de execução do trabalho.

À Bolsista de Iniciação Científica Daniela Carneiro pela ajuda em todas as fases do projeto, sem a qual teria sido impossível executá-lo.

Ao colega de doutorado Vladimir de Oliveira pela paciência e grande auxílio nas análises estatísticas.

Aos funcionários do DMV-UFLA Willian Cortez e Marcos Machado pela ajuda incomensurável na execução dos trabalhos de campo.

Aos Zootecnistas Vinícius Cantarelli, Ricardo Pascoto e a todos os estudantes que auxiliaram no trabalho de campo.

Aos funcionários do Setor de suinocultura do DZO-UFLA Hélio Rodrigues e Marcelo Silva, pelo grande apoio na fase de experimentação de campo.

Aos técnicos do DZO-UFLA, José Geraldo Vilas Boas, Márcio Nogueira, Gilberto Alves, José Virgílio, Eliana Santos e Keila Oliveira pela amizade e apoio no que foi necessário.

A todos os colegas do curso de Pós-graduação em Zootecnia do DZO-UFLA.

À minha família, em especial a minha mãe Tarcisia Taciana de Sousa, através da qual tudo começou, com a primeira matrícula e as primeiras letras em 1975.

Em especial à minha esposa Mcire Pimenta Sousa por todo apoio, estímulo e compreensão acima de tudo, sem os quais nada teria sido possível.

Ao CNPq e à FAPEMIG por parte do suporte financeiro ao projeto.

Os mais sinceros agradecimentos!

SUMÁRIO

RESUMO.....	i
ABSTRACT.....	iii
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 OBJETIVOS.....	3
3 REVISÃO DE LITERATURA.....	4
3.1 Consumo de produtos de origem animal e doenças crônicas.....	4
3.2 Fisiologia do transporte lipídico: aspectos comparativos.....	7
3.3 Os lipídeos da dieta e seus efeitos nos lipídeos do sangue e dos tecidos.....	14
3.4 Produtos de origem animal enriquecidos com ácidos graxos poliinsaturados.....	21
3.5 Influência da nutrição na qualidade da carcaça e composição da carne suína.....	25
4 MATERIAL E MÉTODOS.....	34
4.1 Experimento 1.....	34
4.1.1 Animais e rações.....	35
4.1.1.1 Animais.....	35
4.1.1.2 Rações.....	35
4.1.2 Características de carcaça.....	40
4.1.3 Análises bioquímicas do sangue e dos tecidos.....	41
4.1.3.1 Colesterol total e triacilgliceróis no sangue, Colesterol total no fígado, no tecido adiposo e no músculo.....	41
4.1.3.2 Perfil de ácidos graxos dos óleos utilizados nas rações experimentais e do músculo longíssimo lombar.....	42
4.1.4 Características físico-químicas e composição da carne.....	43
4.1.4.1 Cor.....	43
4.1.4.2 Perda de peso por cozimento.....	44
4.1.4.3 Força de cisalhamento.....	44
4.1.4.4 Composição centesimal.....	45
4.2 Experimento 2.....	45
4.2.1 Animais e Rações.....	45

4.2.1.1 Animais	43
4.2.1.2 Rações	40
4.2.2 Características de Carcaça	49
4.2.3 Análises bioquímicas do sangue e dos tecidos	50
4.2.3.1 Colesterol total, colesterol nas lipoproteínas e triacilgliceróis no sangue, colesterol total no fígado e no músculo	50
4.2.3.2 Índice de substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBA)	52
4.2.4 Características físico-químicas da carne	52
4.2.4.1 pH final (24 horas <i>post mortem</i>)	52
4.2.4.2 Composição centesimal	53
4.5 Modelos estatísticos e análise estatística	53
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	50
5.1 Experimento 1	50
5.1.1 Desempenho	50
5.1.2 Características de carcaça	58
5.1.3 Características Físico-químicas e Composição da Carne	62
5.1.4 Perfil de ácidos graxos da gordura intramuscular	70
5.1.5 Lipídeos do sangue, do fígado e do tecido adiposo	70
5.2 Experimento 2	78
5.2.1 Desempenho	78
5.2.2 Características de carcaça	79
5.2.3 Características Físico-químicas e composição da Carne	80
5.2.4 Lipídeos do sangue e do fígado	80
6 CONCLUSÕES	90
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	90
ANEXOS	11

RESUMO

SOUSA, Raimundo Vicente de. **Desempenho, qualidade de carcaça e da carne e perfil lipídico de suínos dos 70 a 100 kg de peso vivo alimentados com rações contendo diferentes óleos.** 2002. 146p. Tese (Doutorado em Zootecnia)- Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG¹.

Foram conduzidos dois experimentos no Setor de Suinocultura do DZO/UFLA. No primeiro utilizou-se um total de 88 suínos (LD x LW), sendo 44 fêmeas e 44 machos castrados com peso médio inicial de $68,5 \pm 1,45$ kg. No segundo experimento, utilizaram-se 66 machos híbridos comerciais, 33 com peso médio inicial de $73,65 \pm 1,56$ e 33 com peso médio de $88,51 \pm 1,11$. Ambos os experimentos objetivaram determinar os efeitos de diferentes óleos em diferentes níveis no desempenho, características de carcaça, características físico-químicas da carne e perfil lipídico. Foram fornecidas rações isoenergéticas, isoprotéicas e isolisínicas à base de milho e farelo de soja sem adição de óleo ou com 2% dos óleos de soja, canola, linhaça ou PUFA comercial (Uniquímica Com. e Ind. Ltda) no primeiro experimento. No segundo experimento, utilizaram-se os níveis de 2%, 2,5%, 3,0% e 3,5% de óleo de canola. Constatou-se, no primeiro experimento, que os diferentes tratamentos não afetaram as variáveis de desempenho, porém foram observadas diferenças ($P < 0,05$) com relação à porcentagem de carne (PC) na carcaça e área de olho de lombo (AOL), que foram favorecidas pela adição de óleo de linhaça (2%) na ração. Os animais tratados com óleo de linhaça e óleo de canola apresentaram maiores níveis ($P < 0,05$) de proteína bruta e cinzas no músculo longíssimo lombar em comparação com os que receberam óleo de soja. As carcaças dos animais tratados com óleo de linhaça também apresentaram maiores níveis de proteína no músculo bíceps femoral em comparação com os que receberam óleo de soja. O músculo longíssimo lombar dos animais tratados com diferentes níveis (2,0%, 2,5%, 3,0%, 3,5%) de óleo de canola apresentaram níveis linearmente decrescentes de cinzas ($P < 0,05$). A composição em ácidos graxos da gordura intramuscular do músculo longíssimo lombar refletiu a composição dos óleos adicionados às rações. Os níveis de colesterol total e triglicérides no sangue dos animais tratados com diferentes tipos de óleo e o colesterol total e suas frações nos animais que receberam diferentes níveis de óleo de canola não

¹ Comitê Orientador: Elias Tadeu Fialho - UFLA (Orientador); Priscila Vieira Rosa Logato - UFLA; José Augusto de Freitas Lima - UFLA; Jacqueline I. Alvarez Leite - UFMG; Rilke Tadeu Fonseca de Freitas - UFLA.

diferiram significativamente ($P>0.05$) para os tratamentos testados. Concluiu-se que a ração contendo óleo de linhaça (2%) favoreceu o aumento da porcentagem de carne magra e da área de olho de lombo, provavelmente por este óleo apresentar uma composição mais favorável em termos de digestão e utilização da energia para a síntese de tecido magro em detrimento da lipogênese. Concluiu-se também que o perfil de ácidos graxos da carne foi similar ao que foi fornecido pelos óleos contidos nas rações. Pode-se ainda concluir que os diferentes níveis de óleo de canola não afetaram significativamente as variáveis de desempenho, a composição da carne, bem como o perfil lipídico do sangue.

ABSTRACT

SOUSA, Raimundo Vicente de. Performance, carcass characteristics, meat quality and lipid profile of finishing pigs from 70 to 100 kg fed with rations supplemented with different oils. 2002. 146p. Thesis (Doctorate program in Animal Science) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.¹

Two experiments were conducted at the Animal Science Department of University of Lavras (UFLA). It was utilized 44 barrows and 44 gilts (LD x LW) with average of $68,5 \pm 1,45$ kg. Another experiment utilizing 33 hybrid barrows with $73,65 \pm 1,56$ Kg and 33 with $88,51 \pm 1,11$ Kg of initial body weight. The Assays was conducted in order to determine the effect of different sources of lipids at 2% (soybean oil, canola oil, linseed oil and commercial PUFA oil) and different levels (2,0%, 2,5%, 3,0% and 3,5%) of canola oil upon lipid metabolism, growth, carcass characteristics and meat quality. The experimental rations were isocaloric, isoprotein and isolysininc, formulated on the basis of corn and soybean meal. There was no significant effects of sources and levels of canola oil tested for growth performance. However, lean meat percentage and loin area was improved by the addition of linseed oil 2% in the ration. The animals fed linseed and canola oil presented higher content of protein and ash in longissimus muscle in comparison that fed soybean oil animals. The biceps muscle of animals receiving linseed oil presented higher content of protein that the same tissue of animals fed soybean oil. The different levels (2,0%, 2,5%, 3,0% e 3,5%) of canola oil decreased linearly ($P < 0,05$) the levels of ash in longissimus muscle. The fatty acid composition of intramuscular fatty of longissimus muscle reflected the diet fatty acid composition. Blood lipids, as the total cholesterol, triglycerides in animals fed different oils and triglycerides, total cholesterol and its fractions (HDL, LDL and VLDL) not was different ($P > 0,05$) for the sources and levels of lipids tested respectively. In conclusion, the linseed oil at 2,0% in the finishing pig ration improved lean tissue accretion in detriment of lipogenesis. In addition the fatty acids deposition follows the diet profile of fatty acids.

¹ Guidance committee: Elias Tadeu Fialho - UFLA (Adviser); Priscila Vieira Rosa Logato - UFLA; José Augusto de Freitas Lima - UFLA; Jacqueline I. Alvarez Leite - UFMG; Rilke Tadeu Fonseca de Freitas – UFLA.

1 INTRODUÇÃO

A agroindústria relacionada ao abate de suínos e à comercialização de carne suína, em âmbito mundial, teve um crescimento de cerca de 300% nas últimas quatro décadas (Windhorst, 2001). O consumo per capita de carne suína no Brasil cresceu cerca de 76% na última década, chegando a uma projeção de 11 kg por habitante/ano no ano de 2001, e o consumo cresce, em termos mundiais, a uma taxa de 5% ao ano (Bragagnolo & Rodriguez-Amaya, 2002).

Em função das transformações que a sociedade moderna tem sofrido e daquelas que a suinocultura tem experimentado nas últimas décadas, podemos não só separar completamente o perfil da suinocultura atual daquele da praticada no passado como também estimar, com certa segurança, como será esta atividade em um futuro próximo.

A carne suína representa a fonte protéica mais consumida em todo o mundo, sendo a carne mais comercializada no mercado mundial. A produção mundial de carne suína é de mais de 90 milhões de toneladas (Windhorst, 2001). Nesta escala produtiva o Brasil contribui com cerca de 2,1 milhões de toneladas segundo estimativas para o ano de 2002. O Brasil possui um rebanho suíno de 36,5 milhões de cabeças e cerca de 118 indústrias frigoríficas, as quais são responsáveis pelo abate de 22,4 milhões de suínos por ano. Um total aproximado de 66% da carne suína produzida no Brasil é comercializado na forma de produtos industrializados, 29% é comercializada em espécie (fresca, congelada ou salgada) e cerca de 5% são exportados (Martins, 1999). O Brasil, em 2001, exportou cerca de 270 mil toneladas de carne suína, o que representou um faturamento de 500 milhões de dólares. A expectativa da Associação das Indústrias Exportadoras de Carne Suína (ABIPECS) é de que em 2002 as

indústrias brasileiras exportem mais de 500 milhões de dólares em carne suína, o que poderá representar mais de 300 mil toneladas.

A produção agroindustrial no Brasil corresponde a uma parcela significativa do Produto Interno Bruto (PIB), nesta participação, a indústria suinícola ocupa lugar de destaque, gerando riquezas e realizando uma função social importante na geração de milhares de empregos.

Com as mudanças no perfil do mercado consumidor neste final de milênio, além dos esforços dedicados à melhoria da eficiência da cadeia produtiva, é necessário que se dê atenção à qualidade do produto que chega ao consumidor final, ou seja, que sejam empreendidos esforços de pesquisa para proporcionar ao consumidor um produto cada vez mais saudável.

Sabe-se que os lipídeos na dieta do homem tem um papel fundamental na patogenia das doenças crônicas, por isso a manipulação destes componentes, nos tecidos comestíveis dos animais, em termos quantitativos e qualitativos pode prestar uma contribuição significativa no sentido de melhorar a aceitabilidade destes produtos.

2 OBJETIVOS

O presente trabalho teve como objetivo avaliar os efeitos de diferentes tipos e níveis de óleo como fontes de ácidos graxos poliinsaturados sobre as variáveis de desempenho, características da carcaça e da carne de suínos dos 70 aos 100 kg. De acordo com esse objetivo, vários parâmetros foram estudados, dentre eles as variáveis de desempenho, as características de carcaça, a incorporação de ácidos graxos na gordura intramuscular e o perfil lipídico do sangue e do fígado.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Consumo de produtos de origem animal e doenças crônicas

Segundo Vieira (1999), os produtos de origem animal são importantes na alimentação humana devido aos fatores abaixo relacionados:

Fornecem aminoácidos essenciais em proporções adequadas caracterizando fontes de proteína de bom valor biológico. Fornecem nitrogênio para a síntese de outras substâncias nitrogenadas presentes no organismo. Fornecem energia (4 Kcal/g) - Isso se considerarmos o que fornece a proteína animal e não o produto como um todo, já que este possui outros componentes. Fornecem ferro mais biodisponível, já que o ferro na forma de heme é mais facilmente absorvível que o ferro livre dos vegetais. O ferro da carne é 20 vezes mais biodisponível que o ferro do feijão, por exemplo. Os produtos animais são, ainda, boa fonte de Zinco.

De acordo com a Organização Mundial de Saúde, pelo menos um terço da necessidade diária de proteína deve ser proteína de alto valor biológico, ou seja, de origem animal.

Em termos epidemiológicos, o alto consumo de produtos de origem animal está relacionado com a maior incidência de doenças crônicas, tais como a obesidade, aterosclerose, câncer e doenças renais (Vieira, 1999).

Os alimentos de origem animal apresentam uma maior densidade energética, portanto o consumo excessivo dos mesmos, em detrimento dos produtos vegetais, pode levar à obesidade. Esta maior densidade energética se deve ao maior conteúdo em lipídeos e, como se sabe, o custo energético para a conversão de gordura dietética em gordura no tecido adiposo é cerca de 8 vezes menor que o mesmo custo para a conversão de carboidratos em tecido adiposo.

A obesidade é clinicamente importante por predispor a outras doenças como diabetes, doença cardiovascular, hipertensão, colelitíase e câncer (Vieira, 1999; Bragagnolo, 2001; Bragagnolo & Rodriguez-Amaya, 2002).

Dentre os fatores dietéticos que contribuem para o aumento do nível sérico de colesterol, que é sabidamente um fator predisponente da aterosclerose, estão os ácidos graxos saturados, o colesterol e a proteína animal. Diversos estudos relacionam os mecanismos que levam a gordura saturada e o colesterol a aumentar a incidência de aterosclerose, no entanto, o mecanismo relacionado às proteínas animais não está claro. Vale ressaltar que o colesterol é um produto exclusivamente de origem animal e que a aterosclerose é uma doença multifatorial.

Cerca de 35% dos cânceres estão relacionados com a dieta e entre os fatores dietéticos destacam-se o consumo de gordura total, colesterol e proteínas. Os fatores dietéticos normalmente se relacionam com a promoção e a propagação do câncer e não com a iniciação. Os mecanismos que relacionam o colesterol e a gordura saturada ao câncer ainda são obscuros. O consumo excessivo de proteínas se relaciona com a formação de substâncias cancerígenas como a amônia e as nitrosaminas, que podem desencadear o câncer de intestino grosso. A gordura da dieta pode predispor a câncer de mama, ovário, próstata, intestino grosso, bexiga e talvez em outros órgãos, além disso, o consumo excessivo de proteínas pode predispor à litíase e à insuficiência renal (Vieira, 1999). Ainda, segundo Vieira (1999), deve-se, no entanto, dizer que as doenças crônicas são multifatoriais e não se pode imputar a um dos fatores como a dieta, isoladamente, a causa de tais alterações.

Existe uma série de tabus e preconceitos, inclusive baseados em preceitos religiosos, com relação ao consumo de carne e, principalmente, com relação à carne suína. A origem destes preceitos remonta a milênios

(Konarzewski, 2001). As associações de produtores e de profissionais ligados à indústria suínica no Brasil têm desenvolvido estratégias de “marketing” para esclarecimento e divulgação da carne suína e seus produtos derivados.

A carne suína apresenta proteína de alto valor biológico, como toda proteína animal. Sua gordura contém um maior teor de ácido oléico (*ômega-9*), segundo alguns autores até 50%, em relação à carne bovina. Assim também ocorre com o ácido α -linolênico (*ômega-3*). Segundo Vieira (1999), experiências conduzidas para avaliar o poder hipercolesterolêmico de proteínas de diversas fontes revelaram que as proteínas da carne suína apresentaram um potencial hipercolesterolêmico inferior às proteínas da gema de ovo, da caseína, de peixe, de carne bovina e de frango. Esse autor ainda relata que a carne suína apresenta níveis mais baixos de colesterol em comparação a outras carnes.

Davidson et al. (1999) realizaram um estudo com pessoas hipercolesterolêmicas, com a duração de 36 semanas, para comprovar os efeitos de carnes brancas magras (aves e peixes) e carnes vermelhas magras (bovino, suíno e vitela) sobre os níveis de colesterol total, colesterol nas lipoproteínas e triacilgliceróis no plasma. Os autores não observaram diferenças significativas com relação aos dois tipos de carne presentes nas dietas estudadas. Esses autores, portanto, chamam a atenção para as recomendações que são feitas às pessoas hiperlipidêmicas para que suprimam completamente o consumo de carne vermelha, e argumentam que isso pode não ter sentido desde que observados os teores de gordura da carne, a formulação e o acompanhamento do procedimento dietoterápico recomendado para tais pacientes.

3.2 Fisiologia do transporte lipídico: aspectos comparativos

Uma vez absorvidos, os lipídeos são transportados no meio aquoso pela incorporação às lipoproteínas (Dupont, 1990; Olson, 1998). As lipoproteínas são agregados macromoleculares contendo uma parte protéica composta pelas apoproteínas e uma porção lipídica formada por triacilgliceróis (TG), colesterol livre, colesterol esterificado e fosfolípidos (Stryer, 1996). A relação lipídeo/proteína, bem como os tipos de apoproteínas presentes, caracterizam as diferentes classes de lipoproteínas. As classes de lipoproteínas são denominadas em função da densidade, que é dependente da relação lipídeo/proteína. Até o presente momento, foram caracterizadas cerca de dez apoproteínas: A-I, A-II, A-4, B-48, B-100, C-I, C-II, C-III, D e E (Stryer, 1996). As apoproteínas apresentam funções específicas na fisiologia das lipoproteínas.

Triacilgliceróis e colesterol são incorporados aos quilomicrons na mucosa intestinal. Os quilomicrons contêm cerca de 84% de triacilglicerol envolvidos por uma camada hidrofílica de proteínas e fosfolípidos. Algumas lipoproteínas de muito baixa densidade (VLDL, de *very-low-density-lipoprotein*) são também secretadas pela mucosa intestinal. A apoproteína característica dessas partículas é a apo-B48.

O fígado e intestinos secretam a partícula chamada *high-density-lipoprotein* (HDL), lipoproteína de alta densidade, que contém várias apoproteínas e baixo conteúdo lipídico (Olson, 1998). Ela é secretada numa forma discoidal e é distribuída através da circulação e da linfa (Dupont, 1990). Após serem secretados na linfa, os quilomicrons interagem com HDL e, assim, adquirem as apoproteínas E e CII. A principal função de HDL é captar o colesterol livre, de membranas, esterificá-lo e transportá-lo de volta ao fígado. A esterificação do colesterol em HDL é feita pela enzima lecitina-colesterol aciltransferase (LCAT), associada a essa lipoproteína, que remove um ácido

graxo do fosfolípide e o transfere para o colesterol (Garcia & Oliveira, 1992). A apoproteína CII ativa a lipoproteína lipase na superfície luminal do endotélio vascular (Garcia & Oliveira, 1992). Repetidas ações da lipase através da circulação removem a maior parte dos triglicérides dos quilomícrons e a proteína resultante é chamada quilomícron remanescente. A Apo-CII em excesso retorna ao HDL, e o remanescente torna-se rico em apo-E, a qual ativa receptores específicos no fígado (Marinetti, 1990). As partículas remanescentes são captadas no fígado por endocitose e são depois hidrolisadas a ácidos graxos livres, colesterol e aminoácidos, pelos lisossomas.

Os lípides presentes no fígado vêm dos quilomícrons, da biossíntese através dos carboidratos da dieta e dos ácidos graxos mobilizados no tecido adiposo (Dupont, 1990; Grundy, 1996; Olson, 1998). Os produtos de hidrólise de HDL, quilomícron remanescente, lipoproteína de densidade intermediária (IDL, *intermediate density lipoprotein*) e lipoproteína de baixa densidade (LDL, *low-density-lipoprotein*), são também disponíveis para secreção. Os lípides são secretados no fígado através da incorporação em VLDL (*Very-low density lipoprotein*), lipoproteína de muito baixa densidade (Griffin & Packard, 1994), em um processo análogo à formação dos quilomícrons no intestino. Entretanto, a apoproteína mais importante é a Apo-B100 (Garcia & Oliveira, 1992). Uma vez secretada, VLDL recebe Apo-CII e Apo-E de HDL e sofre a ação da lipoproteína lipase. Assim como acontece com os quilomícrons, ela é progressivamente convertida em partículas mais densas. A partícula resultante de VLDL é a IDL, que é catabolisada em cerca de 50% no fígado, após a ligação a receptores específicos, sendo o restante transformado em LDL no plasma após perda de Apo-E. A LDL é pobre em triacilgliceróis, como HDL, porém é rica em colesterol. O fígado e outros tecidos possuem receptores para Apo-B100. As partículas de LDL são endocitadas e hidrolisadas nos lisossomas (Marinetti, 1990a). Esses receptores de alta afinidade são chamados receptores B/E (Brown

& Goldstein, 1986). A LDL funciona como fonte de colesterol, visando a atender os requisitos dos tecidos extra-hepáticos, para síntese de membranas e hormônios esteróides (Grundy, 1996).

Sabe-se que LDL e HDL juntas transportam mais de 90% do colesterol plasmático em humanos (Dupont, 1990). Estudos epidemiológicos demonstram que existe uma correlação positiva entre o aumento de LDL e morte por doença coronariana (Marinetti, 1990b). Contrariamente, um aumento de HDL plasmático relaciona-se a baixos índices de infarto. Assim, em relação à aterosclerose, admite-se que aumento em LDL seja fator de risco e aumento de HDL seja fator de proteção contra aterosclerose.

Há cerca de alguns anos, diversos pesquisadores passaram a observar a relação LDL/HDL como indicador clínico ou de risco de doença aterosclerótica.

Nas diversas formas de abordagem do transporte lipídico, através do estudo da fisiologia das lipoproteínas, muitas extrapolações são feitas de espécie para espécie. Apesar dos muitos estudos envolvendo seres humanos, a maioria dos trabalhos publicados envolvem animais de laboratório, tais como ratos, camundongos, coelhos, cobaias e gerbils, entre outros. Os suínos também são muito utilizados como modelos experimentais para o estudo de lipoproteínas, sobretudo as raças miniaturas chamadas *minipigs*. Os mecanismos fisiológicos básicos envolvidos na montagem ou na síntese das lipoproteínas, os órgãos envolvidos na síntese e na captação das mesmas e os objetivos metabólicos da síntese e da captação são muito semelhantes entre as espécies animais.

O colesterol e os triglicerídeos são encontrados no núcleo das lipoproteínas, cobertos por uma camada de fosfolípidos, colesterol não esterificado e uma ou mais apoproteínas específicas (Figura 1). A maior parte do colesterol é transportado nas lipoproteínas na forma de ésteres de colesterol (Champe & Harvey 1996).

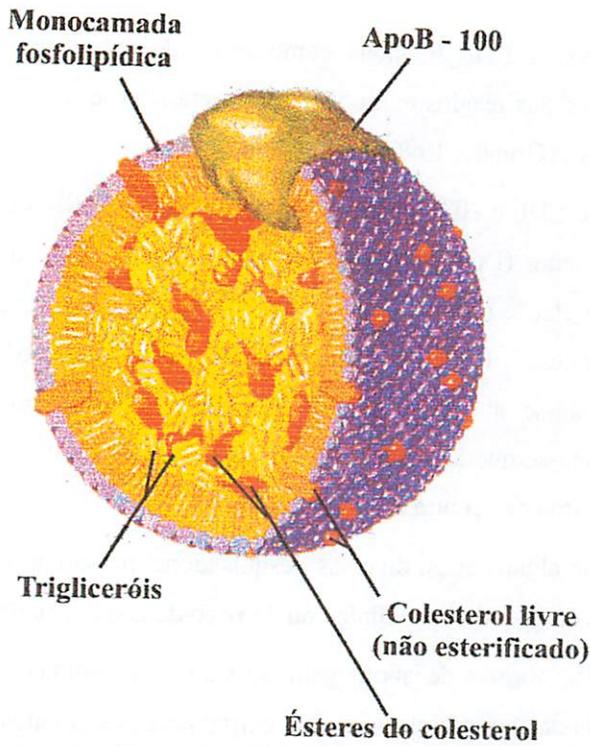


FIGURA 1. Representação esquemática de uma partícula de lipoproteína (LDL). Éster de colesterol e triglicéridos são envolvidos por uma camada de fosfolípidos, colesterol livre e proteínas específicas chamadas apoproteínas (Lehninger et al., 1995).

Em carnívoros domésticos, particularmente cães e gatos, como na maioria das espécies, no estado pós-absortivo, ou seja, quando não existem quilomícrons no sangue, mais de 95% de todos os lipídeos do plasma estão sob a forma de outras lipoproteínas (Ford, 1995).

Também em cães e gatos, a maior parte do colesterol plasmático está em HDL, ao contrário do homem, no qual a maior parte se encontra nas frações LDL e VLDL. Mesmo assim, as lipoproteínas de baixa densidade (LDL) são

importantes no transporte de colesterol nas espécies citadas anteriormente (Watson & Barrie, 1993).

Em felinos saudáveis, HDL é a principal lipoproteína e o maior veículo para o transporte de colesterol. O HDL felino consiste de duas subfrações distintas, HDL₂ e HDL₃. Os felinos possuem cinco a seis vezes mais HDL em relação ao LDL (Jones, 1995).

Também em canídeos e felídeos, aproximadamente metade do colesterol eliminado do organismo é excretado nas fezes depois da conversão em sais biliares. O restante é excretado como esteróides neutros. Em condições normais, 95% do colesterol excretado é reabsorvido através da circulação entero-hepática (Watson e Barrie, 1993).

Quando as lipoproteínas humanas são fracionadas por eletroforese, geralmente as frações VLDL e LDL estão nas bandas pré-beta e beta, respectivamente, mas em alguns animais o padrão de migração é diferente. O LDL do bovino aparece nas bandas alfa ou beta e a fração HDL aparece em duas bandas no cão (Bruss, 1997).

Os níveis de colesterol do plasma de ratos consumindo uma dieta convencional são cerca de um terço dos níveis humanos. Em contraste com o que ocorre com a espécie humana, 60% do colesterol plasmático em ratos é transportado HDL. Algumas linhagens de ratos ainda apresentam níveis mais altos que outras. Os roedores, assim como os carnívoros, são muito resistentes ao desenvolvimento de hiperlipidemia e aterosclerose devido ao fato de apresentarem esta distribuição do colesterol plasmático (Loeb, 1997).

Loeb (1997), citando Därr et al. (1985), relata a identificação de uma lipoproteína específica em ratos, chamada VHDL, que é semelhante ao HDL, porém de catabolismo muito rápido e formada por 15% de lipídeos (colesterol esterificado e colesterol livre) e 85% de proteína.

Em termos de resposta a dieta rica em lipídeos ou rica em colesterol. Sullivan et al. (1993), citados por Loeb (1997), compararam hamsters, gerbils e cobaias e verificaram que o melhor modelo em comparação com o homem é a cobaia. Hoje existem roedores transgênicos expressando lipoproteínas ou apoproteínas humanas, ou ainda animais deficientes em certos genes para apoproteínas, ou para seus receptores, os quais se ajustam perfeitamente como modelos experimentais (Loeb, 1997).

Os coelhos apresentam um perfil lipoprotéico muito semelhante aos ratos, porém apresentam-se muito mais susceptíveis à indução de uma hiperlipidemia e ao desenvolvimento de lesões ateroscleróticas. Existem os coelhos portadores de hiperlipidemia hereditária de Watanabe (WHHL) que servem de modelo para a hipercolesterolemia familiar. Os homozigotos apresentam níveis séricos de colesterol de 500 mg/dl, podendo alcançar 1000 mg/dl (Loeb, 1997). A principal fração destes animais é a fração LDL e os animais afetados desenvolvem aterosclerose por volta dos cinco meses de idade.

Os suínos apresentam um perfil lipoprotéico muito semelhante ao do homem, apresentando a maior parte do colesterol plasmático na forma de LDL (Schlag et al., 1983; Chapman & Goldstein, 1976; Allan et al., 2000). Carey (1997) argumenta que os suínos são bons modelos experimentais, inclusive quando se estuda a relação entre exercício físico e hiperlipidemia apresentando melhores respostas em termos de redução de LDL e aumento de HDL.

Na década de 70, Chapman & Goldstein (1976) fizeram um estudo químico e imunológico das apoproteínas presentes em LDL, comparando o suíno e duas espécies de primatas do velho mundo com o homem, e chegaram à conclusão de que em termos estruturais e imunológicos a LDL humana é mais próxima da dos outros primatas que da LDL suína, apesar de os perfis humanos e suínos serem semelhantes.

Swinkels & Demacker (1988), através de ultracentrifugação por gradiente de densidade verificaram que os suínos apresentam quatro subfrações distintas de LDL (LDL-1A, LDL-1, LDL-2 e LDL-3), enquanto no homem foram verificadas apenas três formas (LDL-1A, LDL-1B e LDL-2). Essas frações apresentam composição química, conteúdo de apoproteínas, tamanho e densidade diferentes.

Schlag et al. (1983) compararam o perfil lipoprotéico de fetos de minisuínos, ao final da gestação, aos dos animais adultos e verificaram que o nível de colesterol em VLDL no feto representa 50% do encontrado no adulto e que os níveis de colesterol em HDL e LDL do feto representam 63 e 75% dos valores de HDL e LDL do animal adulto, respectivamente. Esses autores concluíram que existe uma diferença muito grande entre o perfil lipoprotéico do suíno, no período peri-natal, e o do homem. Esses autores também admitem uma diferença muito grande entre os níveis de colesterol nas lipoproteínas de fetos e adultos.

Allan et al. (2000), a partir de observações próprias e citando outros autores, como Chapman (1986) e Knipping et al. (1987), relatam uma diferença importante no transporte lipídico de suínos em comparação com o homem. No homem, a concentração de colesterol em HDL no período pós-prandial é inversamente correlacionada com o aumento dos níveis de colesterol nas partículas ricas em triglicérides, devido a um aumento na atividade de CETP. Em contraste com o que ocorre no homem, os suínos apresentam esta atividade muito baixa, resultando em aumento de HDL no período pós-prandial em comparação com o período de jejum.

Nos ruminantes, com relação ao transporte lipídico, o funcionamento é basicamente o mesmo dos animais não ruminantes, com exceção dos suínos, ou seja, cerca de 70% do colesterol é transportado sob a forma de HDL e 20% sob a

forma de LDL (Loeb, 1997). Os ruminantes diferem dos outros animais com relação aos lipídeos absorvidos, que se incorporam mais em VLDL que em quilomícrons (Grummer, 1993). Segundo Grummer (1993), este fato se deve a uma maior absorção de ácidos graxos saturados, os quais estimulam a síntese de VLDL mais que de quilomícron, e também a uma absorção contínua de ácidos graxos e não intermitente, como ocorre com os não ruminantes.

3.3 Os lipídeos da dieta e seus efeitos nos lipídeos do sangue e dos tecidos

A gordura da alimentação humana e animal é formada, em sua maior parte, por triglicerídeos, fosfolípidos, monoglicerídeos e outras substâncias de natureza lipídica, presentes em menores proporções (Marinetti, 1990b; Grundy, 1996; Penz Jr. & Viola, 1998; Pedroso, 2001). A quantidade de ácidos graxos, o comprimento da cadeia de carbono e geometria, conferida pelo número e posição das duplas ligações, influenciam significativamente os níveis lipídicos plasmáticos e teciduais (Lottemberg, 1992; Grundy, 1996). Nos alimentos, sobretudo nos óleos e gorduras, a quase totalidade dos ácidos graxos é encontrada na forma esterificada. Além de fornecerem energia e veicularem vitaminas lipossolúveis, eles participam da formação dos fosfolípidos de membrana e dos eicosanóides (prostaglandinas, prostaciclina, tromboxanas e leucotrienos), que são autácóides derivados de ácidos graxos de cadeia longa e que exercem diversas funções farmacologicamente importantes.

Existe relação entre os níveis plasmáticos de colesterol, a quantidade e o tipo de gordura consumida (Lottemberg, 1992; Grundy, 1996). O colesterol alimentar interfere nos níveis plasmáticos de colesterol, mas, sem dúvida a quantidade de ácidos graxos de cadeia saturada exerce influência superior, principalmente aqueles com tamanho de cadeia de 12 a 16 carbonos (Grundy, 1996). Um dos mecanismos propostos para a ação dos ácidos graxos é redução

do número e da atividade dos receptores de LDL (B/E), o que inibe a remoção desta lipoproteína do plasma (Lottemberg, 1992; Grundy, 1996). Alguns autores sugerem que a síntese de VLDL pode ser estimulada e a captação de certas partículas, principalmente IDL e quilomícrons remanescentes, pode ser reduzida no fígado por ação de alguns ácidos graxos saturados, ao passo que os poliinsaturados promovem o contrário (Spady & Dietschy, 1985; Grundy, 1996).

Não está, ainda, muito claro como os ácidos graxos saturados suprimem a atividade dos receptores de LDL. Há suposições de que este fato ocorre através da modificação da organização físico-química da estrutura desses receptores na superfície celular, pelo impedimento da síntese ou da reciclagem desses receptores, tomando-os menos ativos ou numericamente menos eficientes (Grundy, 1996). Nicolosi (1997) sugere que a atividade dos receptores de LDL deve ser regulada pelo nível de RNA mensageiro para este receptor. Sabe-se que o colesterol livre, não esterificado, intracelular é capaz de reduzir a síntese de receptor de LDL através de uma proteína regulatória ligadora de esteróis que funciona como fator de transcrição. Alguns autores, segundo Grundy (1996), afirmam que a esterificação de colesterol no fígado pode ser aumentada, portanto, a captação de colesterol também é aumentada por alguns ácidos graxos insaturados e reduzida pelos ácidos graxos saturados.

Os ácidos graxos saturados são mais abundantes nos produtos de origem animal, à exceção dos peixes e frutos do mar de um modo geral, que são ricos em ácidos graxos poliinsaturados, especialmente os ácidos eicosapentaenóico (C20:5 n-3) e docosahexaenóico (C22:6 n-3). Esses ácidos graxos entram na cadeia alimentar dos animais aquáticos via seres planctônicos, que são capazes de sintetizá-los (Bragagnolo & Rodriguez-Amaya, 2002).

Os ácidos graxos saturados também aumentam os níveis de triglicérides no plasma, o que decorre de estímulo à secreção hepática de triglicérides sob a

forma de VLDL. Esses efeitos são associados àqueles ácidos graxos com cadeia contendo 12 (láurico), como também 16 átomos de carbono (palmitico). Esses ácidos graxos possivelmente aumentam as taxas de triglicérides por estimularem a expressão de Apo-CIII no fígado, que leva à redução do catabolismo de lipoproteínas ricas em triacilgliceróis (Wang et al., 1998). O ácido graxo saturado com 18 átomos de carbono (C18:0), ácido esteárico, abundante na manteiga de cacau, não concorre para elevar os níveis plasmáticos de colesterol em relação aos graxos C₁₂ a C₁₆ (Marinetti, 1990b; Grundy, 1996) provavelmente porque, no fígado, o processo de desidrogenação desse ácido é rápido e, assim, ele é convertido a ácido oléico, enquanto o palmitico (C16:0), por exemplo, necessita ser alongado e depois dessaturado.

Em função da localização da primeira dupla ligação na cadeia, a contar do grupamento metil, os ácidos graxos classificam-se em *ômega-3*, *ômega-6*, *ômega-7* ou *ômega-9* (n-3, n-6, n-7 ou n-9) e assim por diante. Os principais representantes da série *ômega-6* são os ácidos linoléico (C18:2 n-6), abundante nos óleos vegetais, e o araquidônico (C20:4 n-6), usualmente sintetizado no fígado e em outros órgãos, tendo como precursor o ácido linoléico. A síntese do ácido linoléico não é possível no organismo dos animais superiores, o mesmo acontecendo para o ácido araquidônico em algumas espécies (Calder, 1998; Konarzewski, 2001). Esse ácido graxo é nutricionalmente essencial, sendo requerido na dieta dos animais, no caso dos suínos, na proporção 0,1% da dieta para todas as fases da vida do animal (NRC, 1998).

Marinetti (1990b) afirma que o ácido oléico, presente no óleo de oliva e no óleo de canola, em substituição à gordura saturada é capaz de reduzir o colesterol em LDL sem alterar os níveis de colesterol em HDL. No entanto, os trabalhos mais recentes mostram que o ácido oléico (C18:1 n-9) é considerado neutro com relação aos níveis de colesterol sérico (Grundy, 1996). Uma regra geral foi sugerida na literatura no sentido de que os ácidos graxos saturados

aumentam o colesterol circulante e os poliinsaturados o reduzem em relação ao ácido oléico, tanto que a relação poliinsaturado/saturado (P/S) se tornou um padrão para prever os efeitos de uma fonte lipídica sobre os lipídeos séricos. Hoje em dia, a idéia que se tem é de que o ácido linoléico (C18:2 n-6) exerce um efeito redutor bastante moderado sobre o colesterol sérico, em relação ao ácido oléico e que esta redução ocorre no colesterol total e em todas as frações, ou seja, reduz tanto colesterol em LDL quanto em HDL. Os mecanismos postulados seriam por redução da secreção de lipoproteína contendo Apo B e pelo aumento da atividade do receptor de LDL. A redução de HDL se dá por um mecanismo incerto, talvez a redução da produção de Apo A-I (Grundy, 1996).

Entretanto, Wang et al. (1998), trabalhando com suínos recém nascidos alimentados com óleos ricos em ácido linoléico, não verificaram inibição da síntese de Apo A-I no fígado desses animais.

Seiquer et al. (1995), trabalhando com dietas contendo óleo de oliva ou óleo de girassol em suínos miniatura, verificaram que os ácidos graxos presentes nos lipídeos de LDL refletiram a presença desses ácidos graxos na dieta. Esses autores acreditam que essas lipoproteínas com diferentes composições em ácidos graxos podem se comportar, fisiologicamente, de forma diferente. Esses resultados estão de acordo com os encontrados por Faidley et al. (1990), que trabalharam com óleo de soja e sebo bovino.

A principal ação dos ácidos graxos *ômega*-3 nos lipídeos séricos é reduzir os níveis de triacilgliceróis, reduzindo a incorporação destes triacilgliceróis em VLDL. Os efeitos normalmente são menos importantes sobre a produção de LDL e HDL (Grundy, 1996).

A ação hipocolesterolêmica dos ácidos graxos poliinsaturados (PUFA) foi intensamente demonstrada em diversos trabalhos até a década de 80, e os supostos mecanismos de ação, baseados em algumas evidências experimentais

(Garg et al., 1989), incluem inibição da síntese endógena de colesterol (por inibição de HMG-CoA redutase); aumento da taxa de esterificação de colesterol (estímulo de ACAT); aumento da excreção de colesterol na bile e aumento da síntese de sais biliares, dentre outras.

O ácido *alfa*-linolênico (C18:3 n-3), nos animais e no homem, sofre um alongamento e desidrogenação da cadeia, podendo assim, transformar-se em eicosapentaenóico (C20:5 n-3) e docosahexaenóico (C22:6 n-3). Alguns óleos vegetais (linhaça, canola e soja) contêm quantidades consideráveis de ácido *alfa*-linolênico. A semente de linhaça apresenta cerca de 35% de lipídeos, sendo que, deste total, cerca da metade é de C18:3 n-3 (Riley et al., 2000)

O ácido oléico apresenta-se na natureza na configuração *cis*, sendo a sua forma *trans* representada pelo ácido eláidico, que junto com outros ácidos aparece nos produtos de origem vegetal hidrogenados. Os quais não se comportam bioquimicamente como os configurados em *cis* e estão implicados em aumentar o risco de aterosclerose (Willet, 1994; Grundy, 1996; Pedroso, 2001). A aterogenicidade destes ácidos graxos está relacionada com o aumento em LDL e redução em HDL.

A Tabela 1 mostra a composição em ácidos graxos de algumas fontes lipídicas.

TABELA 1. Composição em ácidos graxos de algumas fontes lipídicas em porcentagem do total

Fonte	SFA	MFA	PFA	OA	LA	ALA	EPA	DHA	P/S
Óleo de soja	14,0	24,0	54,0	24,0	47,0	7,0			3,85 ×
Óleo de canola	6,5	59,7	30,0	59,7	21,3	8,5			4,60 ×
Óleo de palma	44,0	38,0	10,5	38,0	9,5	1,0			0,23
Óleo de algodão	28,8	18,3	52,9	17,6	52,7	0,2			1,83
Óleo de milho	13,9	26,6	59,5	26,6	58,7	0,8			4,28
Óleo de linhaça	9,0	19,0	71,9	19,0	15,3	56,6			7,98
Óleo de oliva	20,2	72,0	7,8	70,1	7,2	0,6			0,38
Óleo de girassol	12,6	18,6	68,7	18,6	68,2	0,5			5,45
Gordura de coco	91,0	7,0	2,0	7,0	2,0				0,02
Gordura suína	41,4	45,6	12,9	41,6	12,9		ND	ND	0,31
Gordura de aves	31,5	47,3	20,2	41,6	18,9	1,3			0,64
Sebo bovino	47,0	40,0	6,0	40,0	2,0				0,12
Óleo de fígado de bacalhau	37,0	41,0	22,0	17,0	2,0	2,0	9,0	9,0	0,59

Fonte: Vários autores.

SFA: ácidos graxos saturados **MFA:** ácidos graxos monoinsaturados **PFA:** ácidos graxos poliinsaturados **OA:** ácido oléico **LA:** ácido linoléico **ALA:** ácido *alfa*-linolênico **EPA:** ácido eicosapentaenóico **DHA:** ácido docosahexaenóico **P/S:** relação poliinsaturados/saturados **ND:** não detectado.

Pode-se admitir que os ácidos graxos poliinsaturados atuam de maneira benéfica na aterogênese modificando o padrão de produção de eicosanóides (Calder, 1998). O ácido linoléico é convertido em araquidônico e, por via da ciclooxigenase, dá origem aos prostanoídes da série 2, sendo eles as prostaglandinas, prostaciclina e tromboxanas. Pela via da lipoxigenase, dá origem aos leucotrienos da série 4. Esses eicosanóides apresentam como ações de interesse as atividades de agregação plaquetária e vasoconstrição, enquanto os ácidos graxos n-3, formam através dessas vias, por competição, os

prostanóides da série 3 e os leucotrienos da série 5, tendo esses últimos ação vasodilatadora e antiagregante plaquetária (Calder, 1998).

Hoje, porém, tem-se feito uma série de ressalvas quanto à utilização médica dos ácidos graxos n-3, em altas doses, principalmente na prevenção da aterosclerose, pelas seguintes razões:

Os ácidos graxos n-3 promovem redução de HDL (fator de proteção) e predispõem a hemorragias com o uso contínuo de altas doses. Além disso, a ingestão de ácidos graxos poliinsaturados pode tornar os lipídeos séricos e teciduais mais susceptíveis à peroxidação, causando sérios danos ao organismo.

Os níveis de colesterol no plasma, na forma de colesterol total ou em suas diferentes frações, sofrem a influência de uma série de fatores. Dentre estes fatores, destacam-se os de ordem genética e os relacionados com a alimentação. Os de ordem genética se relacionam com a capacidade de absorção e de síntese endógena de colesterol, bem como com a síntese de apolipoproteínas, o número e a capacidade de funcionamento dos receptores B/E no fígado e nos tecidos extra-hepáticos. Esses fatores sustentam as bases para o entendimento das hiperlipidemias de origem familiar. Além dos lipídeos da dieta, outros fatores, tais como as fibras, sobretudo as gomas e substâncias pécnicas, apresentam ação significativa na modificação da lipídemia e, principalmente, da colesterolemia (Olson, 1998).

Normalmente os ácidos graxos presentes nos lipídeos neutros teciduais, tais como nos triacilgliceróis, e nos ésteres de colesterol sofrem uma influência muito grande da dieta (Yaqoob et al., 1995; Riley et al., 2000; Warnants et al., 2001). Os lipídeos mais resistentes à modificação na composição em ácidos graxos em função da dieta são os fosfolipídeos de membrana do coração e cérebro, os quais certamente exercem funções fisiologicamente importantes (Yaqoob et al., 1995). A possibilidade de modificação na composição em ácidos

graxos da carcaça dos animais através da modificação da alimentação já foi comprovada por diversos autores, os quais trabalharam com diversas fontes lipídicas na dieta de animais de laboratório (Yaqoob et al., 1995), de aves (Foglia et al., 1994; Ferreira et al., 1999; Rosa, 1999) e de outras espécies animais, incluindo suínos e bovinos (Warnants et al., 1996; Leibetseder, 1997; Warnants et al., 1999; Warnants et al., 2001). No caso dos suínos, o assunto será discutido, com maior riqueza de detalhes, mais adiante. Leibetseder (1997) faz referência a uma série de trabalhos em que se consegue alterar a composição em ácidos graxos da carcaça de suínos e aves alimentados com diversos óleos. Esse mesmo autor mostra, mesmo que de forma limitada, a modificação da composição do leite quando vacas foram alimentadas com óleo de colza.

3.4 Produtos de origem animal enriquecidos com ácidos graxos poliinsaturados

A inclusão de ácidos graxos poliinsaturados em produtos de origem animal (carne, ovos e leite), agregando valor a estes produtos, seja através da modificação da alimentação dos animais ou da adição durante o processamento industrial, tem sido muito propagada nos últimos anos, porém falta um esforço científico maior no sentido de comprovar os reais benefícios de tal inclusão, enfocando os três níveis da cadeia produtiva, ou seja, o produtor, a indústria e o consumidor.

Resultados de alguns estudos têm mostrado efeitos benéficos e específicos à saúde humana em decorrência do consumo de ácidos graxos poliinsaturados ômega-3, em particular os ácidos eicosapentaenóico (EPA) e docosahexaenóico (DHA), que possuem um importante papel metabólico. Como resultado dessas observações, recentes recomendações relativas ao consumo de lipídeos têm dado ênfase à importância de se consumirem níveis mais altos

desses ácidos graxos. Além do aumento no consumo de peixes ricos em óleo, o consumo de ácidos graxos ômega-3 pode ser aumentado através da ingestão de outros alimentos comuns que possuam níveis aumentados de ácidos graxos poliinsaturados. A composição dos ácidos graxos da gema de ovos e de tecidos musculares de aves e suínos pode ser modificada para melhor condizer com as recomendações. Foram relatados efeitos benéficos sobre as características das lipoproteínas plasmáticas de pessoas que consumiram ovos com tal modificação no conteúdo de ácidos graxos (Leskanich et al., 1997). Stewart et al. (2001) verificaram que o consumo de carne suína contendo alto teor de ácidos graxos poliinsaturados por mulheres resultou na diminuição do colesterol total e LDL plasmáticos, além disso, promoveu o aumento de ácidos graxos poliinsaturados e a redução de ácidos graxos saturados e monoinsaturados no plasma e eritrócitos.

É válido frisar que uma série de ressalvas têm sido feitas quanto à utilização médica de altas doses de ácidos graxos ômega-3, visto que eles promovem redução de HDL, que é considerado fator de proteção contra a aterosclerose, além do uso contínuo de altas doses predispor a hemorragias. A grande ingestão desses ácidos graxos pode tornar os lípides séricos e teciduais mais susceptíveis à peroxidação.

Embora as carnes ou os tecidos derivados de mamíferos e aves contenham menor concentração de ácidos graxos poliinsaturados que os peixes marinhos, elas constituem uma fonte importante de ômega-3 e ômega-6 para a maioria da população, visto que o consumo de tais peixes é proporcionalmente mais baixo. A possibilidade de aumentar os níveis destes ácidos graxos poliinsaturados na carne ajuda a combater a imagem negativa desta, atribuída à quantidade de gordura saturada, que na verdade não é alta (Scollan et al., 2001).

Sepecht-Overholt et al. (1997) verificaram que a adição de 15% de semente de linhaça na dieta de suínos resulta em uma redução da porcentagem

de ácidos graxos saturados e monoinsaturados e em um aumento da porcentagem de ácidos graxos poliinsaturados, principalmente ácido α -linolênico e ácidos graxos n-3 totais, em todos os tecidos estudados. É importante salientar que a produção comercial de produtos suínos enriquecidos com ômega-3 pode dar aos consumidores a possibilidade alternativa de consumo de quantidades adequadas desses ácidos graxos.

Uma alternativa para se aumentar o conteúdo de ácidos graxos poliinsaturados n-3 nos tecidos suínos pode ser a inclusão do ácido *alfa*-linolênico, o precursor do EPA e do DHA, na alimentação. Assim, Matthews et al. (2000) utilizaram semente integral de linhaça em três níveis diferentes (0, 50, 100g/Kg) nas dietas de suínos na fase de terminação. Os autores observaram que os níveis de ácido *alfa*-linolênico foram aumentados em todos os tecidos estudados de acordo com o aumento dos níveis de linhaça na dieta. No plasma, músculo *longissimus* torácico, fígado e rins, a concentração de EPA aumentou, sendo que altos níveis de DHA foram encontrados no plasma. Houve mudanças marcantes nas relações n-6:n-3 e na relação entre os ácidos araquidônico (n-6) e eicosapentanoico (EPA, n-3). Os resultados deste estudo possibilitaram, ainda, concluir que adição de semente de linhaça integral nas dietas de suínos em terminação, em níveis de até 100g/Kg (10%), não tem efeito negativo sobre as qualidades da carcaça e da carne, além de proporcionar níveis elevados de ácidos graxos n-3 nesta última.

Sandstrom et al. (2000) incorporaram óleo de colza (6%) com ou sem a suplementação de 200mg/Kg de vitamina E na ração de suínos dos 25 aos 100 kg, posteriormente, forneceram a carne desses animais a humanos saudáveis do sexo masculino por três semanas. Desta forma, verificaram que a adição do óleo de colza na dieta dos animais reduziu a relação entre os ácidos graxos saturados e poliinsaturados da gordura suína, porém não encontraram diferenças nos níveis

de colesterol em VLDL, LDL e HDL, bem como nos níveis de triglicérides totais ou em VLDL dos indivíduos tratados.

Vários trabalhos têm sido conduzidos utilizando-se o CLA (Ácido Linoléico Conjugado), sobretudo o isômero *cis-9-trans-11* deste ácido graxo no sentido de melhorar a qualidade da carcaça em termos de composição lipídica. Ramsay et al. (2001) conduziram um experimento a fim de determinar se a combinação de pST (somatotropina suína) e CLA poderia afetar o conteúdo de gordura na carcaça de suínos em crescimento. Os autores não observaram nenhum efeito sinérgico entre pST e CLA para a redução do conteúdo lipídico da carcaça. Entretanto, a somatotropina suína aumentou a porcentagem de ácidos graxos poliinsaturados no músculo *lattissimus* e no tecido adiposo subcutâneo, enquanto reduziu a porcentagem de ácidos graxos saturados em suínos alimentados com CLA. O ácido linoléico conjugado não reduziu o conteúdo de lipídeos totais na carcaça de animais em crescimento, sugerindo que pode ter um efeito mais benéfico na fase de terminação.

Além da alimentação, fatores genéticos podem contribuir para a capacidade de um animal em alterar a composição dos lipídeos teciduais ao longo da vida. Kondracki (2000) conduziu um estudo a fim de obter os efeitos de raça (Pulawska x Polish Large White), sexo (fêmeas x machos castrados) e nível de alimentação (15% abaixo x 15% acima dos padrões usuais) sobre a composição da gordura intramuscular do músculo *longissimus dorsi* de suínos. Suínos da raça Pulawska foram caracterizados por 0,94% a menos de ácidos graxos saturados e por 0,93% a mais na concentração de ácidos graxos poliinsaturados em comparação com a raça Polish Large White. O alto nível de alimentação aumentou a concentração de ácidos graxos saturados e reduziu a concentração de PUFA na gordura intramuscular do músculo *longissimus dorsi*. O sexo não influenciou significativamente a composição em ácidos graxos da gordura intramuscular.

Ding et al. (2000) trabalharam com suínos de dois grupos genéticos, sendo um especializado para alta taxa de crescimento de tecido muscular e outro pouco especializado, ou seja, de alta porcentagem de gordura na carcaça. Esses autores verificaram a expressão, através da determinação do RNAm, de uma série de genes de enzimas e de fatores de transcrição envolvidos no metabolismo de ácidos graxos no músculo e no tecido adiposo. Através destes estudos, não se observaram diferenças detectáveis com relação à síntese e à degradação de ácidos graxos entre os dois genótipos estudados.

McNeel et al. (2000) verificaram que suínos com alta tendência para deposição de gordura apresentam uma maior capacidade de transcrição de proteínas importantes no metabolismo de ácidos graxos pelo tecido adiposo em relação aos animais geneticamente determinados para baixa deposição lipídica.

Os próprios ácidos graxos interagem com o genoma, podendo eles mesmos regular a síntese, oxidação ou outras modificações metabólicas necessárias para que eles sejam incorporados aos tecidos.

3.5 Influência da nutrição na qualidade da carcaça e composição da carne suína

O suíno moderno difere muito, em termos de qualidade de carcaça, do que era produzido até a década de 60. A evolução da qualidade de carcaça é bastante visível quando se observa a espessura de toucinho que, na década de 1960, era de 60 a 80 mm, baixando para 30 mm nos anos 80 e se localizando em menos de 10 mm atualmente (Fávero, 2001). Sabe-se que para cada milímetro na espessura de toucinho aumentou em 1% a quantidade de carne magra na carcaça. A porcentagem de proteína aumentou proporcionalmente à redução da gordura. O nível de proteína na carcaça suína passou de 16%, em 1960, para cerca de 26% nos dias atuais (Fávero, 2001). Não obstante os benefícios já alcançados em

termos de melhoria da qualidade de carcaça em suínos, muitos pesquisadores ainda se empenham em encontrar formas de aumentar o rendimento de carne magra, bem como o rendimento de cortes nobres. Esses trabalhos visam um maior rendimento econômico para o produtor, para a indústria e conseqüentemente, benefícios para o consumidor. O esforço de pesquisa visando melhorar o rendimento e a qualidade de carcaça é feito basicamente nos campos do melhoramento genético e da nutrição animal, associados a uma série de outros fatores.

Segundo Bertoloni & Silveira (1999), as variações na qualidade da carne são originadas de uma interação entre fatores genéticos, fisiológicos e bioquímicos, aos quais podem ser acrescentadas as variações de ordem tecnológica durante o abate e o processamento. Associada a todos estes fatores devemos ressaltar a importância da nutrição na qualidade da carcaça e, conseqüentemente, da carne (Coma, 2001; Pettigrew & Esnaola, 2001).

Especificamente na área da nutrição, o papel de nutrientes específicos, o balanço ou o equilíbrio entre os nutrientes e planos ou protocolos de nutrição têm sido estudados exaustivamente. Com relação a nutrientes específicos, os principais estudos envolvem aminoácidos essenciais como a lisina, metionina e treonina (Coma, 2001; Donzele et al., 2001; Pettigrew & Esnaola, 2001), vitaminas como a vitamina E (Buckley et al., 1995; Weber & Antipatis, 2001) e ácidos graxos poliinsaturados (Warnants et al., 1996; Mathews et al., 2000; Waranants et al., 2001). O balanço entre os aminoácidos e a relação entre energia e proteína também são tidos como importantes para se obterem melhorias na qualidade de carcaça (Tuitoek et al., 1997). A restrição alimentar nas fases finais de criação é uma técnica de manejo alimentar também empregada para se obterem carcaças de melhor qualidade, principalmente com relação ao teor de gordura.

Os teores de gordura da carne suína magra (9,0%) são normalmente inferiores aos das carnes magras de cordeiro (15%) e cabrito (11%) e superiores aos das carnes bovina (6%), de frango (3%) e de coelho (8%) (Vieira, 1999). Há uma variação muito grande no teor de gordura em função do corte e da presença da gordura externa na amostra retirada. Enser et al. (2000) citam valor médio de 2,3% de gordura intramuscular para lombo e Bragagnolo (1997) cita 3% de gordura em lombo suíno. A carcaça suína apresenta normalmente cerca de 70% da gordura total como gordura subcutânea, 15% como gordura intermuscular, 10% como gordura intramuscular e cerca de 5% como gordura perirrenal (Boggs e Merkel, 1993). Warnants et al., (2001), assim como Warnants et al., (1996), afirmam que os cortes magros de carne suína apresentam teores muito baixos de gordura, algo em torno de 1,5 a 2,5%, constituindo-se em carne muito magra e somente mais gordurosa que o peito de frango.

Os valores encontrados na literatura para colesterol em carnes variam amplamente, sendo que, valores de 30 mg/100g para carne suína crua a 114 mg/100g para carne bovina crua já foram relatados (Bragagnolo, 2001). Os autores atribuem estas discrepâncias a uma série de fatores, tais como idade dos animais, sistema de alimentação, raça, sexo, localização anatômica do corte, nível e localização da gordura no corte, sistema de criação e método de cozimento. De acordo com Braganolo (2001), no caso do colesterol as diferenças podem ser devidas às diferenças nos métodos analíticos utilizados. Para Bragagnolo (2001), a carne escura de frango (coxa) normalmente apresenta níveis de colesterol significativamente mais altos que carne branca de frango (peito), carne suína e carne bovina.

Os níveis de colesterol na carne suína (60 mg%) são inferiores aos de peito de frango (79 mg%), coxa de frango (91 mg%), carne bovina (65 mg%), cordeiro magro (70 mg%), queijo suíço (100 mg%) e ovo (504 mg%), segundo Vieira (1999).

Bragagnolo & Rodriguez-Amaya (1995) citam 49 mg/100g de colesterol em lombo suíno com um teor de umidade de 73%. Para termos uma idéia, em termos comparativos, Jardim (2001) cita 44 mg/100g de colesterol em lombo de capivara, que é espécie silvestre possuidora de uma menor porcentagem de gordura na carcaça e, conseqüentemente, menores teores de colesterol. Bragagnolo & Rodriguez-Amaya (2002) citam, para lombo com gordura externa, 13% de lipídeos totais e 50 mg/100g de colesterol, e sem gordura externa, 3 % e 46 mg/100g, respectivamente. Esses mesmos autores citam 3% de lipídeos e 42 mg/100g de colesterol para lombo e 5% e 49 mg/100g para pernil respectivamente. Os mesmos autores citam níveis de colesterol, no tecido adiposo (toucinho), de 53 mg/100g.

Quando as amostras são analisadas para colesterol após o cozimento, o que se observa é que há um aumento no teor de colesterol em função da perda de água e conseqüente concentração dos constituintes sólidos. Trabalhando com amostras pareadas e corrigindo os cálculos para base de matéria seca, verifica-se que há uma perda de colesterol pelo tratamento térmico estimada em cerca de 8% para peito de frango a 19% para lombo suíno (Bragagnolo & Rodriguez-Amaya, 1995; Bragagnolo, 2001). Porém, trabalho realizado pelo INMETRO e citado por Bragagnolo (2001) verificou que não houve alteração significativa nos teores de colesterol em carnes de frango, carne suína e bovina submetidas a diferentes tratamentos térmicos.

Bragagnolo e Rodriguez-amaya (2001a), citados por Bragagnolo (2001), observaram, que no caso dos suínos, que o colesterol na carne sofreu redução com a idade do animal quando se compararam suínos lactentes e adultos.

A composição em ácidos graxos da carne suína varia muito e a alimentação dos animais tem um papel muito importante nessa variação. Desde os primeiros trabalhos realizados por Ellis & Isbell (1926), vários autores têm

demonstrado ser possível a modificação da composição lipídica da carcaça.. Warnants et al. (1996) encontraram uma relação linear entre a ingestão e a incorporação de ácidos graxos poliinsaturados (PUFA) na gordura intramuscular e na gordura dorsal (subcutânea) de suínos. De acordo com esses autores, estes dois depósitos se comportam de forma diferente com relação à incorporação dos PUFA frente às modificações da dieta.

As equações de regressão para a incorporação dos ácidos linoléico (C18:2 n-6) e *alfa* linolênico (C18:3 n-3) na gordura dorsal (*backfat*) e na gordura intramuscular são apresentadas por Warnants, Van Oeckel e De Paepe (2001), conforme a Tabela 2:

TABELA 2. Eficiência de incorporação de ácido linoléico (C18:2 n-6) e ácido *alfa*-linolênico (C18:3 n-3) no tecido adiposo em diferentes locais em suínos

Y	X	Equação	R ²
Subcutâneo			
% C18:2	g de C18:2/kg de ração	$Y = 0,59x + 6,14$	0,90
% C18:3	g de C18:3/kg de ração	$Y = 0,67x + 0,51$	0,99
Intramuscular			
% C18:2	g de C18:2/kg de ração	$Y = 0,26x + 5,37$	0,93
% C18:3	g de C18:3/kg de ração	$Y = 0,22x + 0,15$	0,96

Fonte: Adaptado de Warnants et al. (2001).

Pelas equações apresentadas pode-se verificar que o tecido adiposo subcutâneo responde melhor à adição dos PUFA na ração, onde uma relação poliinsaturados/saturados (PUFA/SFA) em torno de 0,7, que é a ideal, pode ser

facilmente alcançada. Uma relação n-6/n-3 de 6 com base nos ácidos C18:2 e C18:3, que é a recomendada, mostrou poder ser alcançada no tecido adiposo subcutâneo de animais tratados com sementes de colza e linhaça, enquanto essa mesma relação só se mostrou possível em animais tratados com linhaça (Wamants et al. 2001).

Com relação aos ácidos graxos monoinsaturados (MUFA), a resposta à dieta só ocorre de forma significativa se os animais forem tratados com óleos ricos em MUFA no nível de 10% na ração. Como isso normalmente afeta outros parâmetros de qualidade da carcaça, normalmente essa não é uma opção viável (Wamants et al. 1999; Wamants et al., 2001). Na gordura intramuscular é mais difícil ainda modificar o conteúdo de MUFA.

Segundo Wamants et al., (1999), o tempo necessário para incorporação máxima de PUFA é de cerca de 6 semanas, podendo haver uma incorporação significativa com quatro semanas.

Para a incorporação de PUFA na carne suína, os pesquisadores têm dado preferência à utilização de óleos vegetais ou sementes oleaginosas, em relação aos derivados de peixes, devido à possibilidade da presença de odores desagradáveis na carne ou nos produtos cárneos. Com relação às sementes oleaginosas, a semente de linhaça ou seu óleo têm sido muito pesquisados (Riley et al., 2000; Mathews et al., 2000; Wamants et al., 2001). A semente de linhaça é rica em ácido *alfa* linolênico (C18:3 n-3), nos suínos, esse ácido é dessaturado, alongado e preferencialmente convertido a ácido eicosapentaenóico (EPA) (Riley et al., 2000). A semente integral de linhaça tem ainda uma vantagem adicional em relação ao seu óleo pelo fato de apresentar uma substância antioxidante natural e a casca, que protege o óleo de danos oxidativos (Wamants et al., 2001).

Warnants et al. (2001), citando vários autores, relatam que a carne suína ou os produtos cárneos enriquecidos com ácidos graxos das famílias n-3 e n-6 devem ser consumidos logo após o processamento industrial ou se embalados a vácuo podem ser armazenados por seis meses a -18 °C. Ainda de acordo com Warnants et al. (2001), os produtos processados, quando ricos em fosfolípidos contendo ácidos graxos poliinsaturados, são mais susceptíveis aos danos oxidativos ao serem expostos ao oxigênio do ar que as carnes *in natura*, devido a fatores oriundos da desestruturação das fibras musculares, tais como o ferro da mioglobina.

Proteção contra os danos oxidativos que levam ao surgimento de odores e sabores desagradáveis na carne ou nos produtos processados pode ser alcançada utilizando-se vitamina E na ração dos animais, em valores em torno de 200 ppm. A utilização de vitamina E, além de melhorar as características sensoriais relacionadas ao flavour, melhora também a maciez, a suculência e afeta positivamente a estabilidade da cor e a vida de prateleira do produto (Buckley et al., 1995; Weber & Antipatis, 2001)

A composição média em ácidos graxos da carne suína, bem como de outras carnes é, sem dúvida variável, sendo que o principal fator de variação é a alimentação dos animais, conforme foi frisado anteriormente. A seguir são apresentados os valores encontrados na literatura para esta composição, sobretudo os publicados por autores brasileiros.

A composição média de quatro cortes analisados (paleta, pernil, lombo e toucinho) foi de 40%, 44% e 14% para ácidos graxos saturados, monoinsaturados e poliinsaturados, respectivamente (Bragagnolo, 2001). Na carne de frango, os valores médios para carne branca, carne escura e pele foram 33%, 46% e 21%, respectivamente (Bragagnolo, 2001; Bragagnolo & Rodriguez-amaya, 2002).

É importante observar a relação entre os ácidos graxos n-6 e n-3, chamada relação n-6/n3. Segundo Braganolo (2001), a relação n-6/n-3 para a carne suína e carne de frango varia de 10 a 21, enquanto, para carne bovina, situa-se em torno de 2. Vale lembrar que a relação recomendada é de cerca de 4.

Para ácidos graxos individualmente, com relação ao ácido mirístico (C14:0), Braganolo (1997) encontrou um nível de 2% no lombo suíno, nível mais elevado que o que foi encontrado para peito de frango (0,6%) por Garcia & Casal (1999).

Para ácido palmítico (C16:0) em lombo suíno, Braganolo (1997) encontrou valores de 25,1%, enquanto Garcia & Casal (1999) encontraram 23,3% para peito de frango.

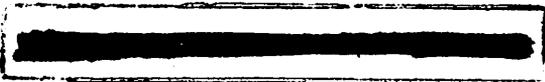
Para o ácido esteárico (C18:0), Braganolo (1997) encontrou um valor de 9,8% para lombo suíno e Garcia & Casal (1999) encontraram 7,9% para peito de frango.

Com relação ao ácido palmitoléico (C16:1 n-7), Garcia & Casal (1999) encontraram 3,9% para aves, enquanto Maw et al. (2002) encontraram valores entre 2,0% e 2,74% para tecido adiposo suíno.

O ácido vacênico (C18:1 n-7) foi encontrado por Jardim (2001) em valores que variaram de 1,73 a 2,42% em músculo *longissimus* de capivara, já Riley et al. (2000) encontraram valores entre 0,51% e 0,60% para gordura intramuscular de suínos.

Braganolo (1997) encontrou um nível de 40,8% de ácido oléico (C18:1 n-9) no lombo suíno, para efeitos comparativos, vale dizer que Garcia & Casal (1999) encontraram valores mais baixos no peito de frango (32,7%).

Para ácido gondoico (C20:1 n-9) um valor de 0,50% foi encontrado por Jardim (2001) em capivaras, enquanto, para suínos, nenhum dado foi encontrado na literatura consultada.



Para ácidos graxos monoinsaturados (MUFA) e poliinsaturados (PUFA) em suínos, Bragagnolo (1997) encontrou valores de 49,4% (lombo) e 13,2%, respectivamente. Também em suínos, para os ácidos graxos poliinsaturados *ômega-3* (n-3) e da série *ômega-6* (n-6), o mesmo autor encontrou valores de 1,7% (lombo) e 11,6%, respectivamente.

Especificamente para o ácido linolítico (C18:2 n-6), Bragagnolo (1997) encontrou 9% no lombo suíno. Para ácido alfa-linolênico (C18:3 n-3), esse mesmo autor encontrou 0,3% também em músculo *longissimus* de suíno. Para ácido araquidônico (C20:4 n-6), o mesmo Bragagnolo (1997) achou um valor de 0,1%, tendo também encontrado no lombo suíno 0,1% de ácido eicosapentaenóico (EPA, C20:5 n-3).

4 MATERIAL E MÉTODOS

Dois experimentos foram conduzidos no setor de suinocultura da Universidade Federal de Lavras-UFLA. As avaliações das carcaças, das características físico-químicas da carne e as análises dos alimentos foram feitas no laboratório de pesquisa animal do Departamento de Zootecnia e no laboratório de Fisiologia e Farmacologia do Departamento de Medicina Veterinária da UFLA. Algumas características físico-químicas da carne foram avaliadas no Laboratório de carnes do Departamento de Ciência dos Alimentos e parte da determinação da composição em ácidos graxos dos óleos utilizados nas rações experimentais e dos tecidos animais foi executada no Laboratório de Química Orgânica do Departamento de Química da UFLA.

As análises de FPLC (*Fast Protein Liquid Chromatography*) para separação de lipoprotéínas do sangue foram feitas nos laboratórios de Química de Proteínas e de Gnotobiologia e Nutrição do Departamento de Bioquímica e Imunologia do ICB/UFMG.

4.1 Experimento 1

Com o objetivo de avaliar o efeito de diferentes óleos adicionados à ração no nível de 2%, conduziu-se o experimento a seguir.

4.1.1 Animais e rações

4.1.1.1 Animais

Foram utilizados 88 animais, sendo 44 fêmeas e 44 machos castrados, mestiços Large White x Landrace com peso médio inicial de $68,5 \pm 1,4$ Kg. provenientes do Departamento de Zootecnia da UFLA. Esses animais foram distribuídos em 5 tratamentos, sendo 8 animais por tratamento e dois animais por unidade experimental, totalizando 40 unidades experimentais. Oito animais, 4 machos e 4 fêmeas, foram abatidos no início do experimento como testemunhas. Ao atingirem um peso médio de $99,05 \pm 3,18$ Kg. todos os animais foram abatidos para avaliação das características da carcaça e da carne. O período experimental teve uma duração média de 35 dias.

4.1.1.2 Rações

As rações foram formuladas à base de milho e farelo de soja, de forma a atender as necessidades nutricionais de animais de médio potencial genético na fase de terminação, de acordo com Rostagno et al. (2000). As rações foram calculadas para serem isoprotéicas, isoenergéticas e isolisínicas, variando apenas com relação à inclusão ou não de 2% de óleo de soja, óleo de canola, óleo de linhaça ou um óleo comercial (PUFA, Uniquímica Ltda). As rações foram fornecidas “*ad libitum*” e o consumo, medido ao final do período experimental.

Os valores de energia digestível (ED) e energia metabolizável (EM) das fontes lipídicas são apresentados na Tabela 3.

Os valores energéticos apresentados a seguir resultaram de um ensaio de metabolismo realizado no DZO/UFLA, utilizando animais em crescimento, conforme Fialho et al. (2002).

TABELA 3. Valores de Energia Digestível (ED) e Energia Metabolizável (EM) dos óleos utilizados nas rações experimentais, determinados através de ensaio de metabolismo com suínos em crescimento^{1,2,3}

Óleo	ED (Kcal/Kg)	EM (Kcal/Kg)
Óleo de Soja	8670 ± 62	8340 ± 56
Óleo de Canola	8630 ± 42	8340 ± 38
Óleo de Linhaça	8380 ± 14	8220 ± 46
PUFA ³	8750 ± 34	8540 ± 43

1 - Dados médios (3 repetições) obtidos com suínos de peso médio inicial de 40,4 ± 1,4 Kg (Fialho et al., 2002).

2 - Valores expressos em base de matéria natural, seguidos do respectivo erro padrão da média.

3 - Fonte comercial de ácidos graxos poliinsaturados - Uniquímica LTDA.

Na Tabela 4 é apresentada a composição calculada das rações experimentais utilizadas no presente experimento.

TABELA 4. Rações experimentais à base de milho e farelo de soja contendo 0 ou 2% de diferentes óleos utilizadas para suínos de 70 aos 100 kg

Ingrediente	Nível de Óleo (%)	
	0	2
Milho (8,5 %PB)	77,535	71,555
Farelo de Soja (45%PB)	19,182	20,350
Caolim	0,705	3,538
Óleo*	0,000	2,000
Fosfato bicálcico	1,325	1,340
Calcário calcítico	0,600	0,580
Sal comum iodado	0,302	0,304
Premix mineral ¹	0,100	0,100
Premix vitamínico ²	0,100	0,100
Lisina HCL (78%)	0,084	0,060
DL-Metionina (98%)	0,047	0,053
BHT	0,020	0,020
TOTAL	100,00	100,00
Valores calculados³		
Proteína Bruta (%)	15,500	15,500
ED (Kcal/Kg)	3,350	3,350
Cálcio (%)	0,650	0,650
P Disponível (%)	0,342	0,342
Lisina Total (%)	0,810	0,810
Treonina Total (%)	0,597	0,598
Triptofano Total (%)	0,175	0,179
Met+Cis Totais (%)	0,590	0,590

* Óleo de soja; Óleo de canola; Óleo de linhaça ou Óleo comercial (Uniquímica LTDA).

1 - **Minerais:** Cu 30.0g; Zn 160.0g; I 1.9g; Fe 100.0g; Mn 70.0g; Veículo q.s.p. 1000.0g.

2 - **Vitaminas:** Vit.A 8.000.000 U.I.; Vit.D3, 1.200.000 U.I.; Vit. E, 20.0g; K3, 2.5g; Vit.B1, 1.0g; Vit.B2, 4.0g; Vit.B6, 2.0g; Vit. B12, 20mg; Niacina, 25.0g; Ácido Pantotênico 10.0g; Biotina, 50mg; Ácido Fólico, 600mg; Vit.C, 50.0g; Antioxidante, 125mg; Veículo q.s.p. 1000.0g.

3 - Rostagno et al. (2000).

Os valores analisados das rações experimentais são apresentados na tabela abaixo.

TABELA 5. Matéria Seca (MS), Proteína Bruta (PB), Cálcio (Ca), Fósforo (P), Extrato Etéreo (EE), Fibra Detergente Neutro (FDN) e Fibra Detergente Ácido (FDA) das rações experimentais utilizadas no experimento 1¹

Componente	Tratamento				PUFA ²
	Sem Óleo	Óleo de Soja	Óleo de Canola	Óleo de Linhaça	
MS (%)	88,28	88,92	88,91	89,48	88,82
PB (%)	13,28	14,06	13,08	13,47	14,25
Ca (%)	0,66	0,69	0,66	0,65	0,72
P (%)	0,49	0,52	0,52	0,49	0,53
EE (%)	3,75	5,93	5,29	5,82	5,73
FDN (%)	11,00	9,41	10,64	8,60	9,04
FDA (%)	2,40	2,80	2,89	2,88	2,95

1 - Valores analisados no Laboratório de pesquisa animal do DZO/UFLA, conforme Silva (1998). 2 - Fonte comercial de ácidos graxos poliinsaturados - Uniquímica LTDA.

Nas Tabelas 6 e 7 são apresentados o perfil de ácidos graxos e uma série de outros parâmetros relacionados a esse perfil, dos diversos óleos utilizados nas rações experimentais.

TABELA 6. Perfil de ácidos graxos dos óleos utilizados nas rações experimentais^{1,2}

Ácido Graxo	Óleo de Soja	Óleo de Canola	Óleo de Linhaça	PUFA ³
C14:0	0,02	0,01	0,00	0,05
C16:0	11,42	4,28	6,95	2,01
C18:0	0,96	1,04	5,89	0,02
C16:1 n7	0,10	0,19	0,13	0,00
C18:1 n9	15,64	62,11	14,99	54,82
C18:1 n7	3,95	1,75	4,68	19,41
C20:1 n9	0,24	1,14	0,17	0,07
C18:2 n6	41,42	17,88	16,44	21,93
C18:3 n6	5,52	0,00	0,00	0,44
C18:3 n3	4,99	6,90	43,39	0,02
C20:4 n6	0,00	0,00	0,00	0,09
C20:5 n3	0,00	0,00	0,00	0,03
C22:4 n6	0,00	0,00	0,00	0,00
C22:6 n3	0,04	0,10	0,00	0,70

1 - Valores expressos como média das porcentagens de área de pico dos cromatogramas.

2 - Análises realizadas por cromatografia gasosa (GLC), no laboratório de Química Orgânica do DQI/UFLA.

3 - Fonte comercial de ácidos graxos poliinsaturados - Uniquímica LTDA.

TABELA 7. Ácidos graxos n3, n6, n7 e n9, relação n6/n3, relação poliinsaturados/saturados (P/S), ácidos graxos monoinsaturados (MUFA), ácidos graxos saturados (SFA) e ácidos graxos poliinsaturados (PUFA) encontrados nos óleos utilizados nas rações do experimento 1^{1,2}

Variável	Tratamento			
	Óleo de Soja	Óleo de Canola	Óleo de Linhaça	PUFA ³
N6/n3	9,33	2,55	0,37	29,94
P/S	4,19	4,66	4,65	11,15
SFA	12,40	5,33	12,84	2,08
MUFA	19,93	65,19	19,97	74,30
PUFA	51,97	24,88	59,83	23,21
Ag n3	5,03	7,00	43,39	0,75
Ag n6	46,94	17,88	16,44	22,46
Ag n7	4,05	1,94	4,81	19,41
Ag n9	15,88	63,25	15,16	54,89

1 - Valores expressos como média das porcentagens de área de pico dos cromatogramas.

2 - Análises realizadas por cromatografia gasosa (GLC), no laboratório de Química Orgânica do DQI/UFLA.

3 - Fonte comercial de ácidos graxos poliinsaturados - Uniquímica LTDA.

4.1.2 Características de carcaça

Após o abate, as carcaças quentes eram pesadas e resfriadas a 4°C por 24 horas para os procedimentos de avaliação através de medidas e/ou dissecação. No momento da avaliação eram retiradas amostras de cerca de 150g dos músculos Longissimus Lombar (*longissimus lumborum*) e Biceps Femoral (*biceps femoris*). Também foram colhidas amostras de tecido adiposo das

regiões dorsal, lateral do abdomen e lateral da coxa. O músculo longíssimo lombar (lombo) faz parte do grupo muscular eretor da espinha (*erector spinae*) e o bíceps femoral (pernil) localiza-se na região caudo-lateral da coxa. As amostras de tecido muscular foram identificadas, embaladas e armazenadas em freezer a -20°C até o procedimento das análises.

Foram feitas as seguintes medidas: peso da meia carcaça esquerda resfriada, área de olho de lombo (entre a última vértebra torácica e a primeira lombar), espessura de toucinho na altura da última costela a 6,5 cm da linha dorsal (posição P2), rendimento de carcaça, comprimento total da carcaça (do atlas à sínfise púbica) e relação carne/gordura. Essas medidas foram todas feitas segundo o Método Brasileiro de Classificação de Carcaças (ABCS, 1973). No presente experimento, um animal por repetição (8 por tratamento) teve a carcaça dissecada para determinação das porcentagens de gordura e de carne magra.

4.1.3 Análises bioquímicas do sangue e dos tecidos

4.1.3.1 Colesterol total e triacilgliceróis no sangue, Colesterol total no fígado, no tecido adiposo e no músculo

No presente experimento, amostras de sangue de 8 animais por tratamento, sendo um por repetição, foram colhidas no início, na metade e no final do período experimental. As amostras foram colhidas com EDTA 4% e submetidas a centrifugação para separação do plasma.

O colesterol total do sangue foi determinado pelo método enzimático da colesterol oxidase (Alain et al., 1974) através de “Kits” (ANALISA¹). Os triacilgliceróis também foram medidos através de método enzimático

colorimétrico utilizando-se kits apropriados (ANALISA¹) conforme Fossati & Prencipe (1982).

Amostras de fígado foram obtidas de um animal por repetição no experimento 1 (8 por tratamento). Os lipídeos totais do fígado foram quantificados por extração em Soxhlet conforme Silva (1998) e para determinação do colesterol total, 50 mg de tecido foram submetidas à extração lipídica com clorofórmio:metanol (2:1) conforme Folch et al. (1957). O colesterol total no extrato lipídico do fígado foi determinado por método enzimático conforme feito para o sangue.

O colesterol no tecido adiposo e nos músculo longíssimo lombar e bíceps femoral foi obtido por método químico colorimétrico utilizando ácido acético glacial e ácido sulfúrico, após extração lipídica com clorofórmio:metanol (2:1), de acordo com o procedimento de Bohac et al. (1988), adaptado por Bragagnolo & Rodriguez-Amaya (1995).

4.1.3.2 Perfil de ácidos graxos dos óleos utilizados nas rações experimentais e do músculo longíssimo lombar

O perfil de ácidos graxos foi obtido por cromatografia gasosa (GLC. *Gas Liquid Chromatography*). Foram determinados 14 ácidos graxos (C14:0 a C22:6), utilizando com padrão PUFA-2 (*Animal Source*) da SUPELCO. A obtenção dos ésteres metílicos dos ácidos graxos foi baseada na metodologia descrita por Hartman & Lago (1973), a qual se baseou na utilização de 5g de amostra para tecidos e 0,25g para as fontes lipídicas. Os lipídeos da amostra foram extraídos por clorofórmio:metanol (2:1) após homogeneização em homogeneizador de tecido tipo Politron. O extrato lipídico era saponificado com

¹ Analisa Comércio e Indústria s/A.

NaOH 0,5M em metanol e submetido à esterificação com uma solução de cloreto de amônio em metanol e ácido sulfúrico em banho fervente. Após a esterificação, os ésteres metílicos eram extraídos com hexano, evaporados em atmosfera de nitrogênio (N₂) e armazenados para posterior injeção no cromatógrafo. Para a injeção, os ésteres foram resuspenso em hexano e um 1 µl da solução foi injetado manualmente no aparelho. O aparelho utilizado foi um cromatógrafo a gás Shimadzu GC-17A V3, equipado com detector de ionização de chama e coluna capilar de polietilenoglicol DB-Wax (30m de comprimento; 0,25 mm de diâmetro interno; 0,25 µm de espessura). O gás de arraste usado foi o nitrogênio, em um fluxo de 0,9 ml/minuto. As condições de análise cromatográfica foram as seguintes:

- Temperatura inicial da coluna: 180 °C (5 minutos);
- Temperatura final da coluna: 230 °C, aquecida a 3°C/min;
- *Split* na razão de 1:10;
- Temperatura do injetor: 230 °C;
- Temperatura do detector: 250 °C.

4.1.4 Características físico-químicas e composição da carne

4.1.4.1 Cor

A coloração foi determinada por método objetivo empregando o sistema CIE L*a*b* (*Centre International de l'Eclairage*, onde L* representa luminosidade, a* representa o teor de vermelho e b* representa o teor de amarelo), com o auxílio de um cromômetro (*Minolta Chromometer CR 200b*) calibrado para o padrão branco ladrilho (Bressan, 1998). Amostras do músculo *longissimus* foram descongeladas e em seguida preparadas pela retirada dos

tecidos adiposo e conjuntivo da parte externa. Essas amostras foram divididas em pedaços de aproximadamente 2,5 cm para que fosse executada a leitura em três pontos distintos de cada pedaço. Foram utilizados os valores médios das leituras de cada índice para análise estatística.

4.1.4.2 Perda de peso por cozimento

Para determinação da perda de peso por cozimento foram empregadas as mesmas amostras utilizadas para análise de cor. As amostras foram pesadas, envolvidas individualmente em papel e colocadas para tratamento térmico em chapa pré-aquecida a 150 °C. Com o auxílio de um termômetro era verificada a temperatura interna que, quando alcançava 35 °C as amostras eram viradas. Quando a temperatura interna alcançava 72 °C, as amostras eram retiradas da chapa e resfriadas à temperatura ambiente. A perda de peso por cozimento foi calculada por diferença de peso das amostras antes do cozimento e depois do resfriamento (AMSA, 1978).

4.1.4.3 Força de cisalhamento

Para verificar a textura ou maciez, medida através da força de cisalhamento, foram aproveitadas as amostras utilizadas para análise da perda de peso por cozimento. De cada fatia de tecido foram retirados quatro cubos no sentido das fibras, isentos de gordura e/ou fâscias visíveis. A força de cisalhamento foi medida por método objetivo através de secção dos cubos no sentido perpendicular às fibras com o uso do equipamento Instron modelo 1122, ao qual foi acoplado o acessório Warner-Bratzler, com uma escala de 0 a 50 Kgf (Bratzler, 1994).

4.1.4.4 Composição centesimal

Foram determinadas as porcentagens de umidade, proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE) e matéria mineral (cinzas) nos músculos longíssimo dorsal e bíceps femoral. Para determinação da umidade, em estufa a 105 °C por 18 horas, as amostras foram pesadas e pré-secas em estufa de ventilação forçada a 60 ± 5 °C por 48 horas ou liofilizadas também por 48 horas. A proteína bruta foi quantificada pelo método de análise do nitrogênio total (Kjeldahl) e as cinzas foram determinadas pela queima da amostra em mufla a 550 °C (AOAC., 1995). A porcentagem de extrato etéreo foi determinada pela extração com éter etílico sulfúrico em extrator Soxhlet por 24 horas (Silva, 1998).

4.2 Experimento 2

Com o objetivo de avaliar os efeitos do óleo de canola nos níveis de 2,0%, 2,5%, 3,0% e 3,5%, foi conduzido o experimento descrito a seguir.

4.2.1 Animais e Rações

4.2.1.1 Animais

Foram utilizados 66 animais, machos castrados, híbridos comerciais, sendo 33 com peso médio inicial de $73,65 \pm 1,56$ kg (período 1) e 33 pesando em média $88,51 \pm 1,11$ kg (período 2). Estes foram distribuídos em 4 tratamentos, sendo 16 animais por tratamento e 4 repetições de dois animais por repetição em cada período. Dois animais, sendo um de cada faixa de peso, foram abatidos no início como testemunhas. Ao atingirem $107,47 \pm 2,37$ kg no período

1 e $107,12 \pm 1,72$ kg no período 2. todos os animais foram abatidos. O período 1 teve uma duração média de 34 dias e o período 2, de 18 dias.

4.2.1.2 Rações

Neste experimento foram testados 4 níveis do óleo de canola, 2,0%; 2,5%; 3,0% e 3,5%, adicionados em rações formuladas à base de milho e farelo de soja para animais de alto pontecial genético em fase de terminação (Rostagno et al., 2000).

O óleo de canola foi escolhido para este experimento por ter proporcionado bons resultados em termos de características de carcaça e de carne, juntamente com o óleo de linhaça. Por este último ser de mais difícil obtenção, optou-se pelo óleo de canola. As rações foram fornecidas “*ad libitum*” e o consumo, medido ao final do período experimental. A composição calculada das rações experimentais é apresentada na Tabela 8.

TABELA 8. Rações experimentais contendo diferentes níveis de óleo de canola utilizadas para suínos em fase de terminação

Ingrediente	Nível de óleo de canola (%)			
	2	2,5	3,0	3,5
Milho (8,5%PB)	72,300	70,800	69,250	67,800
Farelo de Soja (45%PB)	22,600	22,850	23,150	23,400
Óleo de canola	2,000	2,500	3,000	3,500
Fosfato bicálcico	1,200	1,200	1,205	1,210
Caolim	0,700	1,450	2,200	2,900
Calcário calcítico	0,650	0,650	0,650	0,640
Sal comum iodado	0,300	0,300	0,300	0,300
Premix mineral ¹	0,100	0,100	0,100	0,100
Premix vitamínico ²	0,100	0,100	0,100	0,100
DL-Metionina (98%)	0,020	0,022	0,025	0,026
BHT	0,020	0,020	0,020	0,020
Lisina HCL (78%)	0,015	0,010	0,010	0,010
TOTAL	100,00	100,00	100,00	100,00
Valores calculados³				
Proteína Bruta (%)	16,527	16,509	16,514	16,505
ED (Kcal/Kg)	3,451	3,450	3,450	3,451
Cálcio (%)	0,650	0,651	0,652	0,650
P Disponível (%)	0,321	0,320	0,320	0,320
Lisina Total (%)	0,841	0,841	0,845	0,849
Treonina Total (%)	0,641	0,640	0,641	0,640
Triptofano Total (%)	0,195	0,196	0,197	0,197
Met+Cis Totais (%)	0,590	0,590	0,591	0,590

1 - **Minerais:** Cu 30.0g; Zn 160.0g; I 1.9g; Fe 100.0g; Mn 70.0g; Veículo q.s.p. 1000.0g.

2 - **Vitaminas:** Vit.A 8.000.000 U.I.; Vit.D3, 1.200.000 U.I.; Vit. E, 20.0g; K3, 2.5g; Vit.B1, 1.0g; Vit.B2, 4.0g; Vit.B6, 2.0g; Vit. B12, 20mg; Niacina, 25.0g; Ácido Pantotênico 10.0g; Biotina, 50mg; Ácido Fólico, 600mg; Vit.C, 50.0g; Antioxidante, 125mg; Veículo q.s.p. 1000.0g.

3 - Rostagno et al. (2000).

O valores referentes às análises laboratoriais do milho, do farelo de soja e das rações experimentais utilizados no presente experimento são apresentados nas Tabelas 9 e 10.

TABELA 9. Matéria Seca (MS), Proteína Bruta (PB), Cálcio (Ca), Fósforo (P), Extrato Etéreo (EE), Fibra Detergente Neutro (FDN) e Fibra Detergente Ácido (FDA) do milho e do farelo de soja utilizados nas rações experimentais¹

Componente	Milho	Farelo de Soja
MS (%)	86,65	87,83
PB (%)	8,33	44,52
Ca (%)	0,11	0,34
P (%)	0,25	0,60
EE (%)	4,25	3,06
FDN (%)	12,35	11,71
FDA (%)	1,74	6,03

1 - Valores analisados no Laboratório de pesquisa animal do DZO/UFLA, conforme Silva (1998).

TABELA 10. Matéria Seca (MS), Proteína Bruta (PB), Cálcio (Ca), Fósforo (P), Extrato Etéreo (EE), Fibra Detergente Neutro (FDN) e Fibra Detergente Ácido (FDA) das rações experimentais¹

Componente	Nível de óleo de canola (%)			
	2	2,5	3,0	3,5
MS (%)	87,24	87,97	87,44	87,59
PB (%)	15,79	16,64	16,02	17,02
Ca (%)	0,64	0,63	0,65	0,58
P (%)	0,55	0,45	0,57	0,53
EE (%)	5,46	6,27	5,92	6,95
FDN (%)	13,37	13,46	13,55	17,06
FDA (%)	5,65	3,36	4,83	5,00

1 - Valores analisados no Laboratório de pesquisa animal do DZO/UFLA, conforme Silva (1998).

4.2.2 Características de Carcaça

Após o abate, as carcaças quentes foram pesadas e resfriadas a 4°C por 24 horas para os procedimentos de avaliação. No momento da avaliação eram retiradas amostras de cerca de 150g dos músculos Longíssimo Lombar (*longissimus lumborum*). As amostras de tecido muscular foram identificadas, embaladas e armazenadas em *freezer* a -20°C até as análises.

Foram feitas as seguintes medidas: peso da meia carcaça esquerda resfriada, área de olho de lombo (entre a última vértebra torácica e a primeira lombar), espessura de toucinho na altura da última costela, a 6.5 cm da linha dorsal (posição P2), rendimento de carcaça, comprimento total da carcaça (do atlas à sínfise púbica) e relação carne/gordura. Essas medidas foram feitas de acordo com o Método Brasileiro de Classificação de Carcaças (ABCS, 1973).

4.2.3 Análises bioquímicas do sangue e dos tecidos

4.2.3.1 Colesterol total, colesterol nas lipoproteínas e triacilgliceróis no sangue, colesterol total no fígado e no músculo

Amostras de sangue foram colhidas de dois animais ou de uma repetição por tratamento em cada período. Foram realizadas cinco colheitas, em intervalos regulares do início do experimento ao dia do abate, sendo no período 1 a cada 4 dias e no período 2 a cada 7 dias, aproximadamente. As amostras foram colhidas com EDTA 4% e submetidas a centrifugação para separação do plasma, com exceção da última colheita, em que não se utilizou anticoagulante, obtendo-se, por conseguinte, o soro.

O colesterol total do sangue foi determinado pelo método enzimático da colesterol oxidase (Alain et al., 1974) através de “Kits” (ANALISA¹). Os triacilgliceróis também foram medidos através de método enzimático colorimétrico, utilizando-se kits apropriados (ANALISA¹) conforme Fossati & Prencipe (1982).

O colesterol nas frações HDL, LDL+VLDL, LDL e VLDL foi obtido por diferença a partir do colesterol total, após a precipitação seletiva, pelo ácido fosfotungístico das lipoproteínas que contêm apo-B. O colesterol em LDL foi também obtido subtraindo-se do total o colesterol em VLDL (TG, triglicérides x 0,25) e o colesterol em HDL conforme Allan et al. (2000), adaptado de Friedewald et al. (1972), e conforme a equação: $LDL-c = [Colesterol\ Total] - [HDL-c] - [(TG) \times 0,25]$.

As lipoproteínas foram fracionadas no plasma por cromatografia de filtração em gel tipo FPLC (*Fast Protein Liquid Chromatography*), em um aparelho modelo 600 da Waters, usando-se uma coluna Superose 6 10/30 da

Pharmacia, conforme Fazio et al. (1997). Resumidamente, uma alíquota de 100 µl de soro de cada dois animais por tratamento e por período, após filtrada em membrana de 0,45 µm, foi injetada na coluna e separada com tampão contendo NaCl 0,15M, Na₂HPO₄ 0,01M e EDTA 0,1mM e pH 7,5, a um fluxo de 0,25 ml/minuto. Quarenta frações de 0,5 ml foram coletadas e o colesterol determinado em cada fração.

O colesterol foi determinado nas frações por um ensaio em microplacas de 96 poços, conforme Fazio et al. (1997). Uma alíquota de 100 µl de cada fração, separada por FPLC, foi retirada e misturada na proporção 1:1 com o reagente de cor para colesterol. Após um período de incubação de 20 minutos, a 37°C, a absorvância a 490 nm foi lida em leitor de microplacas (*Molecular Devices*, modelo Spectra Max Plus).

Amostras de fígado foram obtidas de 2 animais por tratamento por período. Os lipídeos totais do fígado foram quantificados por extração em Soxhlet, conforme Silva (1998) e para determinação do colesterol total, 50 mg de tecido foram submetidas à extração lipídica conforme Folch et al. (1957). O colesterol total no extrato lipídico do fígado foi determinado por método enzimático colorimétrico.

O colesterol no músculo longíssimo lombar foi obtido por método químico colorimétrico utilizando ácido acético glacial e ácido sulfúrico, após extração, de acordo com Bohac et al. (1988), adaptado por Bragagnolo & Rodriguez-Amaya (1995).

¹ Analisa Comércio e Indústria s/A.

4.2.3.2 Índice de substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBA)

Para determinação das substâncias reativas ao TBA, 5 gramas de músculo longíssimo oriundas do segundo experimento foram submetidas à extração com 50 ml de clorofórmio:metanol (2:1) e o extrato foi transferido para um balão volumétrico de 100 ml. Desse extrato, uma alíquota de 5 ml foi misturada a 5 ml de ácido tricloroacético a 10%. Após centrifugação, 4ml do sobrenadante foram misturados a 1,25ml de uma solução de TBA a 0,75% em ácido acético glacial e HCl. Após o tubo ter sido submetido a banho fervente por 10 minutos, a coloração róseo-avermelhada formada foi lida em espectrofotômetro a 530 nm. Um branco foi conduzido paralelamente às amostras e o resultado foi expresso em termos de absorvância (Instituto Adolfo Lutz, 1985).

4.2.4 Características físico-químicas da carne

4.2.4.1 pH final (24 horas *post mortem*)

Medido com o auxílio de um potenciômetro portátil digital, marca Digimed, modelo DM-20, com sensibilidade para 0,01 unidades de pH, cujo eletrodo era introduzido no músculo longíssimo lombar da meia carcaça resfriada, 24 horas após o abate. Foram tomadas três medidas, ou seja, em três pontos do referido músculo, e utilizados para análise os valores médios.

4.2.4.2 Composição centesimal

Foram determinadas as porcentagens de umidade, proteína bruta (PB), extrato ctéreo (EE) e cinzas no músculo longíssimo dorsal da mesma forma como descrito para o experimento 1.

4.5 Modelos estatísticos e análise estatística

O delineamento utilizado no experimento 1 foi o em blocos casualizados (DBC), em um esquema fatorial 5 x 2 (5 tratamentos x 2 sexos), com 4 repetições de 2 animais por repetição, analisado conforme o modelo estatístico abaixo:

$$Y_{ijk} = \mu + T_i + S_j + (T*S)_{ij} + B_k + e_{ijk};$$

Sendo:

Y_{ijk} = Efeito do Tratamento i e do Sexo j no bloco k:

μ = Constante associada a todos os dados:

T_i = Efeito do tratamento i;

S_j = Efeito do sexo j;

$(T*S)_{ij}$ = Efeito da interação do Tratamento i e do Sexo j;

B_k = Efeito do bloco k;

e_{ijk} = erro associado a cada observação.

Para as variáveis relativas ao perfil de ácidos graxos, colesterol da gordura intramuscular do músculo longíssimo lombar e colesterol no tecido adiposo, o fator sexo não foi considerado, já que foram submetidas à análise

laboratorial somente amostras provenientes de animais do sexo masculino, tendo sido utilizado, para análise, o modelo:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + B_j + e_{ij}$$

Sendo:

Y_{ij} = Efeito do Tratamento i no bloco j ;

μ = Constante associada a todos os dados;

T_i = Efeito do tratamento i ;

B_j = Efeito do bloco j ;

e_{ij} = erro associado a cada observação.

O experimento 2 foi realizado por um delineamento em blocos casualizados (DBC), em um esquema fatorial 4x2 (4 níveis de óleo x 2 períodos experimentais), com 4 repetições de 2 animais por repetição. As análises estatísticas foram feitas segundo os modelos a seguir:

$$Y_{ijk} = \mu + N_i + P_j + (N*P)_{ij} + e_{ijk}$$

Sendo:

Y_{ij} = efeito do nível de óleo i , no período experimental j , na repetição k ;

μ = constante associada a todos os dados;

N_i = efeito do nível de óleo i ;

p_j = efeito do período experimental j ;

$(N*P)_{ij}$ = efeito da interação do nível de óleo i e do período experimental j ;

e_{ij} = erro associado a cada observação.

Para as variáveis de sangue, tais como colesterol total, triglicérides e colesterol nas lipoproteínas, os dois períodos experimentais foram analisados em separado. As análises foram feitas na forma de parcelas sub-divididas (*Split plot*) no tempo. Quando houve efeitos de colheita, estes foram avaliados pelos contrastes entre as médias das diferentes colheitas através do teste de Scheffé. O modelo para estas análises foi o descrito abaixo:

$$Y_{ijk} = \mu + T_i + e_{ij} + C_k + (T*C)_{ik} + e_{ijk}$$

Sendo:

Y_{ijk} = Efeito do Tratamento i, na repetição j, na colheita k:

μ = Constante associada a todos os dados:

T_i = Efeito do tratamento i:

e_{ij} = Erro associado à interação entre tratamento i e repetição j.

C_k = Efeito da colheita k:

$(T*C)_{ik}$ = Efeito da interação entre tratamento i e colheita k.

e_{ijk} = erro associado a cada observação.

Todas as análises foram feitas utilizando o pacotes estatísticos SAS (INSTITUT INC., 1995) e SAEG (Euclides, 1993). Análise de variância, análise de regressão e os testes de comparações múltiplas de Student-Newman-Keuls (SNK), de Scott-Knott e de Scheffé foram utilizados quando necessário para comparação entre as médias.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Experimento 1

5.1.1 Desempenho

Os resultados relativos a ganho de peso médio diário (GPMD), consumo diário de ração (CDR) e conversão alimentar (CA) dos animais que receberam rações contendo 2% de diferentes óleos são apresentados na Tabela 11.

TABELA 11. Ganho de peso médio diário (GPMD), Consumo diário de ração (CDR) e Conversão alimentar (CA) de suínos dos 70 aos 100 kg recebendo rações contendo diferentes tipos de óleo¹

Tratamento	GPMD (g)	CDR (Kg)	CA
Sem óleo	770	2,75	3,58
Óleo de Soja	760	2,65	3,52
Óleo de Canola	800	2,76	3,46
Óleo de Linhaça	830	2,75	3,32
PUFA ²	700	2,47	3,58
Macho	776,96 A	2,82 A	3,63
Fêmea	723,78 B	2,53 B	3,49
CV (%)	15,08	12,46	13,29

1 - Valores seguidos de letras diferentes na mesma coluna diferem para $P < 0,05$

2 - Fonte comercial de ácidos graxos poliinsaturados - Uniquímica LTDA

Os valores apresentados mostram que não houve interação significativa entre sexo e os diferentes tratamentos para nenhuma das variáveis estudadas, assim como não houve diferenças entre os tratamentos. No entanto, os machos castrados apresentaram valores significativamente maiores ($P < 0,05$) para ganho de peso médio diário e consumo diário de ração, sendo que a conversão alimentar não foi afetada pelo fator sexo.

Diferenças normalmente são observadas no desempenho, nas características de carcaça e nas exigências nutricionais das três classes sexuais consideradas na produção de suínos, sendo elas machos inteiros, machos castrados e fêmeas (Donzele et al., 2001).

Segundo Noblet & Quiniou (2001), as modificações hormonais decorrentes da castração dos machos leva a redução da taxa de acréscimo diário de proteínas corporais e aumenta a deposição de lipídeos quando estes são alimentados *ad libitum*. A castração também leva a redução das necessidades diárias de lisina, aumento das necessidades energéticas e diminuição da relação lisina (Lis)/energia digestível (ED) em comparação com os animais intactos e essas diferenças se evidenciam a partir dos 70 kg (Noblet & Quiniou, 2001). Vários autores ainda afirmam que as fêmeas apresentam melhor eficiência alimentar que os machos castrados (Donzele et al., 2001).

O maior consumo de alimento dos machos castrados evidenciado neste trabalho pode ser explicado pela maior exigência em energia digestível e o ganho de peso significativamente maior resultou em um ganho em lipídeos corporais.

5.1.2 Características de carcaça

Nas Tabelas 12 e 13 são apresentados os valores referentes às variáveis de características de carcaça de suínos alimentados dos 70 aos 100 kg com rações contendo 2% de diferentes óleos.

TABELA 12. Rendimento de carcaça (RC), comprimento de carcaça (CC), espessura de toucinho (ET), relação carne: gordura (RCG) e área de olho de lombo (AOL) de suínos dos 70 aos 100 kg recebendo rações contendo diferentes tipos de óleo¹

Tratamento	RC (%)	CC (Cm)	ET (mm)	RCG	AOL (Cm ²)
Sem Óleo	82,54	92,58	30,70	1,19	32,50 B
Óleo de Soja	82,71	91,15	31,52	1,27	34,02 B
Óleo de Canola	83,07	93,31	29,41	1,24	35,44 B
Óleo de Linhaça	83,08	92,38	25,45	1,55	39,46 A
PUFA ²	84,79	92,77	25,98	1,35	35,14 B
Macho	82,89	92,30	30,34	1,21A	35,68
Fêmea	83,58	92,57	26,88	1,42B	35,93
CV (%)	3,10	2,93	22,22	19,50	9,45

1 - Valores seguidos de letras diferentes na mesma coluna diferem para P < 0,05.

2 - Fonte comercial de ácidos graxos poliinsaturados - Uniquímica LTDA.

Para todas as características de carcaça estudadas não houve interação entre sexo e tratamento.

Para comprimento de carcaça, rendimento de carcaça e espesura de toucinho, não houve nenhum efeito dos tratamentos, bem como efeito de sexo, porém as fêmeas apresentaram maiores valores médios de relação carne:gordura que os machos castrados.

Os resultados aqui apresentados são plenamente justificados se considerarmos o que se encontra na literatura. Vários autores, dentre eles Boggs & Merkel (1993), estudando comparativamente as curvas de crescimento de machos inteiros, machos castrados e fêmeas, admitem que estas últimas apresentam maior eficiência de síntese de tecido magro em relação aos machos castrados, já que elas apresentam-se em uma posição intermediária em termos de precocidade. Sabe-se que os animais mais precoces amadurecem fisiologicamente mais cedo e em uma mesma idade cronológica apresentam maior deposição lipídica, já que o tecido adiposo é de crescimento mais tardio que o tecido muscular.

Os animais tratados com óleo de linhaça apresentaram maior área de olho de lombo em comparação com os que foram alimentados com outras fontes lipídicas.

Esses resultados não estão de acordo com aqueles relatados por Matthews et al. (2000) e Riley et al. (2000), que trabalharam com níveis que variaram de 0 a 10% de semente integral de linhaça na ração de suínos em crescimento e terminação. Esses autores não encontraram diferenças significativas em relação às variáveis de desempenho e características de carcaça estudadas. Da mesma maneira, Rey et al. (2001), que estudaram a adição de 2% de óleo de girassol, óleo de oliva ou uma mistura de óleo de girassol mais óleo de linhaça para animais em terminação, não verificaram diferenças significativas no desempenho e nas características de carcaça.

Para os animais tratados com óleo de linhaça nesse experimento, considerando o consumo médio diário de 2.75 kg de ração e a composição do óleo em termos de ácido *alfa*-linolênico (43%), podemos estimar um consumo total de cerca de 23,65g ou 1.16g por 100g de ração por dia desse ácido. Esses valores possivelmente não foram alcançados pelos autores consultados, tais

como Matthews et al. (2000) e Riley et al. (2000), dentre outros. Esses autores trabalharam com semente integral de linhaça, que possui cerca de 35% lipídeos, dos quais cerca da metade é ácido *alfa*-linolênico (Riley et al., 2000).

Enser et al. (2000) alimentaram suínos dos 25 aos 95 Kg com rações contendo de 1,9 a 4g/Kg de ácido *alfa*-linolênico e somente observaram alterações significativas no perfil de ácidos graxos de diversas partes da carcaça. Vale ressaltar que a ração que recebeu a adição de óleo de linhaça nesse experimento continha cerca de 8,6g/kg de ácido *alfa*-linolênico, tendo esses valores sido capazes de promover os efeitos observados.

Vários autores, incluindo os citados por Niot et al. (1997), têm demonstrado que os ácidos graxos poliinsaturados apresentam papel regulatório importante em termos de transcrição gênica, inibindo ou estimulando a síntese de uma série de enzimas importantes no metabolismo lipídico. O complexo ácido graxo sintetase e a apoproteína A-I (Apo A-I), por exemplo, podem ter a síntese diminuída no fígado por ação de certos ácidos graxos, dentre os quais o ácido *alfa*-linolênico apresenta maior potência (Niot et al., 1997).

Os estudos que indicam redução da capacidade lipogênica de alguns tecidos por ácidos graxos de cadeia longa foram, na sua maioria, realizados *in vitro* ou em animais de laboratório, mas isso talvez poderia explicar a maior síntese protéica ou menor deposição lipídica nos animais que consumiram níveis mais altos de ácido *alfa*-linolênico. Os baixos níveis de ácido *alfa*-linolênico, bem como de EPA (C20:5n-3) e de DHA (C22:6n-3), encontrados no óleo PUFA, provavelmente são os responsáveis pelos menores valores de área de olho de lombo apresentados pelos animais que receberam este óleo, em comparação com os animais tratados com óleo de linhaça.

TABELA 13. Porcentagem de carne (PC) e porcentagem de gordura (PG) da carcaça de suínos dos 70 aos 100 kg recebendo rações contendo diferentes tipos de óleo¹

Tratamento	PC (%)	PG (%)
Sem Óleo	50,10 B	29,06
Óleo de Soja	50,86 AB	31,27
Óleo de Canola	51,30 AB	28,31
Óleo de Linhaça	54,42 A	25,79
PUFA ²	51,18 AB	28,34
Macho	50,27 A	29,18
Fêmea	52,86 B	27,92
CV (%)	5,64	12,76

1 - Valores seguidos de letras diferentes na mesma coluna diferem para $P < 0,05$.

2 - Fonte comercial de ácidos graxos poliinsaturados - Uniquímica LTDA.

Com relação à porcentagem de carne magra na carcaça (Tab.13), as fêmeas apresentaram valores maiores que os apresentados pelos machos castrados. Esses resultados concordam com as observações de Boggs & Merkel (1993) e Donzele et al. (2001).

Ainda para esta variável, foi verificado que os animais que receberam ração contendo óleo de linhaça apresentaram maior porcentagem de carne magra em comparação com os que receberam ração sem a adição de óleo.

Com suínos não foram encontrados resultados semelhantes na literatura. porém Rosa (1999), comparando três fontes lipídicas para frangos de corte, encontrou menores níveis de extrato etéreo e, conseqüentemente, maior porcentagem de carne nos músculos peitorais de aves tratadas com óleo de linhaça, em comparação com óleo de soja no nível de 2%. Esse mesmo autor

observou níveis menores de lipídeos na coxa de frangos tratados com 1% e 3% de óleo de linhaça, em relação aos mesmos níveis de óleo de soja.

Os resultados encontrados para porcentagem de carne na carcaça confirmam as hipóteses apresentadas também para área de olho de lombo.

5.1.3 Características Físico-químicas e Composição da Carne

Os valores de perda de peso por cozimento e força de cisalhamento são apresentados na Tabela 14.

TABELA 14. Perda de peso por cozimento (PPC) e Força de cisalhamento (FC) do músculo longíssimo lombar de suínos dos 70 aos 100 Kg recebendo rações contendo diferentes tipos de óleo¹

Tratamento	PPC (%)	FC (KgF)
Sem Óleo	28,36	2,90
Óleo de Soja	25,79	2,54
Óleo de Canola	24,96	2,31
Óleo de Linhaça	27,47	2,77
PUFA ²	25,09	2,73
Macho	24,63 A	2,58
Fêmea	28,04 B	2,72
CV (%)	15,13	22,83

1 - Valores seguidos de letras diferentes na mesma coluna diferem para $P < 0,05$.

2 - Fonte comercial de ácidos graxos poliinsaturados - Uniquímica LTDA.

Não foram observadas diferenças significativas entre os diversos tratamentos para perda de peso por cozimento e força de cisalhamento, bem como interação entre sexo e tratamento para as duas variáveis, porém foram observados maiores valores médios de perda de peso por cozimento para as fêmeas.

Os valores observados para perda de peso por cozimento (PPC) são inferiores aos obtidos por Silveira (1997), que variaram de 27,17% a 36,62%. Bressan (1998) observou uma média de 27,2% em carne de frango. Segundo Forest et al. (1979), os valores de PPC das carnes de diferentes espécies situam-se entre 20% e 40%. Ainda de acordo com Forest et al. (1979) a capacidade de retenção de água está relacionada à integridade das fibras musculares e à quantidade de proteínas no músculo. A capacidade de retenção de água é um indicativo importante do potencial de rendimento industrial da carne (Forest et al., 1979; Silveira, 1997).

Em músculos de capivaras (Jardim, 2001), foi verificada menor capacidade de retenção de água para fêmeas, a qual o autor atribui à maior quantidade de gordura e à menor quantidade de proteína no músculo das fêmeas. Aqui as fêmeas apresentaram valores de proteína no músculo longíssimo numericamente inferiores aos apresentados pelos machos. Isso possivelmente pode ter afetado a capacidade de retenção de água.

Os valores médios de força de cisalhamento estão dentro da faixa encontrada por Silveira (1997), que relata valores de 2,24 a 3,01Kgf em lombo suíno. Segundo Forest et al. (1979), a maciez está relacionada com as proteínas que formam o estroma conjuntivo de sustentação do músculo, tais como o colágeno e a elastina, e também com o diâmetro das fibras musculares.

Os valores referentes aos índices de luminosidade (L*), Vermelho (a*) e Amarelo (b*) são apresentados na Tabela 15.

TABELA 15. Índices de Luminosidade (L*), Vermelho (a*) e Amarelo (b*) do músculo longíssimo lombar de suínos dos 70 aos 100 kg recebendo rações contendo diferentes tipos de óleo¹

L*Tratamento	Macho	Fêmea	Média ± DP
Sem Óleo	44,29	46,29 ^a	45,29 ± 1,00
Óleo de Soja	45,63	46,89 ^a	46,26 ± 0,63
Óleo de Canola	45,38	44,58 ^b	44,98 ± 0,40
Óleo de Linhaça	47,63 ^A	43,27 ^{Bb}	45,45 ± 2,18
PUFA ²	45,29	44,61 ^b	44,95 ± 0,34
Média ± DP	45,64 ± 1,09	45,12 ± 1,30	45,38
A*Tratamento			
Sem Óleo	10,56	10,44	10,50 ± 0,06
Óleo de Soja	11,26	11,09	11,17 ± 0,08
Óleo de Canola	10,72	13,64	12,18 ± 1,46
Óleo de Linhaça	10,48	11,79	11,13 ± 0,65
PUFA ²	10,46	11,07	10,76 ± 0,30
Média ± DP	10,69 ± 0,29	11,60 ± 1,10	11,14
b* Tratamento			
Sem Óleo	- 1,06	-0,07	-0,56 ± 0,49
Óleo de Soja	0,17	0,99	0,58 ± 0,41
Óleo de Canola	-0,47	-0,12	-0,29 ± 0,17
Óleo de Linhaça	0,33	-0,14	0,09 ± 0,23
PUFA ²	-0,55	0,86	0,16 ± 0,70
Média ± DP	-0,32 ± 0,50	0,30 ± 0,50	-0,01

1 - Valores indicados por diferentes letras maiúsculas na mesma linha ou minúsculas na mesma coluna diferem para $P < 0,05$ pelo teste de Scott-Knott.

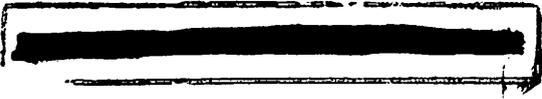
2 - Fonte comercial de ácidos graxos poliinsaturados - Uniquímica LTDA.
Média ± DP = Média ± Desvio Padrão.

Valores mais altos de L* significam cor mais clara e brilhante e valores mais baixos significam cor mais escura.

No presente trabalho, para os índices de luminosidade medidos por L*, houve interação entre sexo e tratamento. Quando desmembrada a interação, verificou-se que dentro de tratamentos o músculo proveniente dos animais machos que receberam ração contendo óleo de linhaça apresentou maior índice de luminosidade em comparação com o das fêmeas submetidas ao mesmo tratamento. Com relação ao sexo, as fêmeas submetidas aos tratamentos sem óleo ou contendo óleo de soja apresentaram níveis mais altos que as demais.

Os maiores índices de luminosidade podem estar relacionados com menor capacidade de retenção de água. O menor conteúdo protéico ou o abaixamento mais rápido do pH podem resultar em menor capacidade do músculo em segurar a água em seu interior e, conseqüentemente, a maior umidade da superfície leva a maior brilho ou luminosidade. Os machos, e sobretudo os tratados com óleo de linhaça, por apresentarem maior massa muscular, são mais susceptíveis aos efeitos da redução rápida do pH. As fêmeas que apresentaram músculos com maior luminosidade apresentaram também níveis mais baixos de proteínas no referido músculo. Esses resultados estão de acordo com as informações obtidas de Kauffman & Marsh (1994).

Silveira (1997), estudando variações no processo de abate, encontrou valores entre 49,05 e 50,21 para luminosidade, portanto valores superiores aos encontrados neste trabalho. Os valores aqui encontrados podem ter resultado de maior porcentagem de extrato etéreo no músculo dos animais tratados com ração sem óleo, com óleo de soja, e também dos machos em relação às fêmeas, mesmo que essas diferenças não tenham sido significativas, conforme será demonstrado. Os valores de pH, se tivessem sido obtidos nesse caso, possivelmente seriam úteis na interpretação dos resultados de coloração.



Conforme Sarantopoulos & Pizzinatto (1990), as condições de abate, sobretudo o manejo pré-abate, têm um papel fundamental no desenvolvimento e na estabilidade da cor das carnes. Dentre uma série de fatores, como raça, susceptibilidade ao "stress" e outros, o conteúdo de glicogênio no músculo é fator determinante da velocidade de redução do pH no período *post mortem*, que determina as atividades aeróbicas e anaeróbicas da fibra muscular. Diante disso, o consumo mitocondrial de oxigênio determina a disponibilidade de oxigênio para interagir com a mioglobina na formação dos pigmentos normais das carnes.

Com relação aos índices de vermelho (a^*), não houve diferenças, bem como interação entre sexo e tratamento. Valores mais positivos de a^* indicam uma coloração vermelha tendendo ao roxo. Valores mais negativos indicam cor que tende ao verde. Estes estão acima dos relatados na literatura para as carnes suína e de aves, que são consideradas brancas, em relação à carne bovina, por exemplo. Silveira (1997) descreve valores que variam de 5,5 a 5,94 para carne suína. De acordo com Forest et al. (1979) os índices de vermelho costumam aumentar com a idade dos animais devido ao aumento na quantidade de pigmentos como hemoglobina e citocromos.

Para o teor de amarelo (b^*) também não houve diferenças significativas entre tratamentos, entre sexos ou interação. Valores mais positivos de b^* indicam coloração amarelada e negativos, coloração azulada. Esses teores ficaram bem abaixo dos encontrados na literatura. O valor b^* caracteriza os pigmentos carotenóides presentes na gordura da carne (Jardim, 2001) e, talvez, os baixos valores apresentados tenham resultado da baixa quantidade de gordura presente no músculo estudado.

Os teores de umidade, de proteína bruta e de cinzas nos músculos longíssimo dorsal e biceps femoral são apresentados nas Tabelas 16 e 17.

TABELA 16. Teores de umidade (UM), proteína bruta (PB) e cinzas do músculo longíssimo lombar (CINZ) de suínos dos 70 aos 100Kg recebendo rações contendo diferentes tipos de óleo¹

Tratamento	UM (%)	PB (%)	CINZ (%)
Sem Óleo	74,06	25,61 ^a	1,08AB
Óleo de Soja	75,57	25,84 ^a	0,93A
Óleo de Canola	75,05	29,60B	1,10B
Óleo de Linhaça	75,66	30,14B	1,08B
PUFA ²	75,06	29,20B	1,01AB
Macho	74,76	29,24	1,06
Fêmea	75,40	26,91	1,03
CV (%)	2,40	12,87	9,68

1 - Valores indicados por letras diferentes na mesma coluna diferem para P<0,05 pelo teste de Scott-Knott.

2 - Fonte comercial de ácidos graxos poliinsaturados - Uniquímica LTDA.

TABELA 17. Teores de umidade (UM), proteína bruta (PB) e cinzas do músculo bíceps femoral (CINZ) de suínos dos 70 aos 100Kg recebendo rações contendo diferentes tipos de óleo¹

Tratamento	UM (%)	PB (%)	CINZ (%)
Sem óleo	74,59	21,85B	1,10
Óleo de Soja	75,29	20,26 ^a	1,06
Óleo de Canola	75,52	20,11 ^a	1,02
Óleo de Linhaça	74,94	21,20B	0,95
PUFA ²	75,18	21,55B	1,07
Macho	75,36	20,97	1,00
Fêmea	74,84	21,01	1,07
CV (%)	1,39	6,42	10,63

1 - Valores indicados por letras diferentes na mesma coluna diferem para P<0,05 pelo teste de Scott-Knott.

2 - Fonte comercial de ácidos graxos poliinsaturados - Uniquímica LTDA.

Nenhuma diferença foi observada entre os diferentes tratamentos, assim como não houve nenhuma interação entre sexo e tratamento para os teores de umidade. Estes valores encontram-se dentro das faixas observadas na literatura.

Os animais tratados com 2% óleo de canola, óleo de linhaça ou óleo comercial (PUFA) apresentaram maiores níveis de proteína no músculo longíssimo em comparação com os que receberam óleo de soja ou ração sem adição de óleo. No músculo bíceps femoral, os animais tratados com óleo de linhaça, óleo comercial (PUFA) e os que receberam ração sem óleo apresentaram níveis significativamente ($P < 0,05$) mais elevados de proteína.

Os níveis de proteína apresentados por estes músculos são ligeiramente superiores aos valores encontrados para as diversas carnes, que variam de 20,0% a 22,0% em amostras com teor de umidade variando de 74% a 76% (Jardim, 2001; Souza, 2001). No caso do músculo longíssimo, os níveis de proteínas estão inversamente relacionados com os níveis de extrato etéreo, ou seja, os animais que apresentaram maiores valores para proteína apresentaram níveis mais baixos de lipídeos (Tabela 18) no referido músculo, apesar de estes últimos não terem sido estatisticamente diferentes ($P > 0,05$). Para o músculo bíceps femoral, essa relação inversa não foi observada.

Os resultados obtidos sugerem que, no músculo longíssimo lombar, o crescimento em termos de tecido magro ocorreu em detrimento da deposição lipídica e em resposta a fontes de energia com diferentes composições em ácidos graxos. O acréscimo de tecido magro em suínos, sobretudo nas fases de crescimento e terminação, é dependente de uma série de fatores, conforme argumentam Boggs & Merkel (1993); Donzcle et al. (2001); Pettigrew & Esnaola (2001) e Schinckel (2001). Esses autores citam um elenco de fatores importantes na promoção de um aumento na síntese protéica muscular líquida,

dentre eles o consumo de energia, a relação energia: proteína, o consumo de lisina, a relação lisina: proteína e a relação lisina:energia.

Quanto à porcentagem de cinzas (Tabela 16), verificou-se que os animais que receberam ração contendo óleo de canola ou óleo de linhaça apresentaram conteúdo de cinzas (matéria mineral) significativamente maior no músculo longíssimo que aqueles tratados com óleo de soja. Esses achados tiveram uma relação direta com o que se encontrou para porcentagem de proteína, ou seja, os animais que receberam óleo de linhaça e óleo de canola apresentaram mais proteína e mais cinzas no lombo. Isso provavelmente contribuiu para a maior área de olho de lombo apresentada por estes animais.

As porcentagens de lipídeos totais e de colesterol na gordura intramuscular dos músculos longíssimo e bíceps são apresentadas na Tabela 18.

TABELA 18. Teores de extrato etéreo do músculo longíssimo lombar (EEL), colesterol do músculo longíssimo lombar (CL), extrato etéreo do músculo bíceps femoral (EEB) e colesterol do músculo bíceps femoral (CB) de suínos dos 70 aos 100 kg recebendo rações contendo diferentes tipos de óleo¹

Tratamento	EEL (%)	CL (mg/100g)	EEB (%)	CB (mg/100g)
Sem Óleo	0,88	29,34	3,89	30,06
Óleo de Soja	0,72	31,82	3,37	27,16
Óleo de Canola	0,66	42,90	2,87	29,82
Óleo de Linhaça	0,57	33,74	3,62	25,82
PUFA ²	0,66	39,61	4,17	26,35
Macho	0,75	35,48	4,37 A	27,12
Fêmea	0,64	-	2,79 B	28,96
CV (%)	53,29	28,68	30,07	18,97

1 - Valores indicados por letras diferentes na mesma coluna diferem para $P < 0,05$.

2 - Fonte comercial de ácidos graxos poliinsaturados - Uniquímica LTDA.

O conteúdo de lipídeos totais (Tab. 18), medidos como porcentagem de extrato etéreo, nos músculos longíssimo e biceps foi semelhante entre os diferentes tratamentos, porém os machos apresentaram um conteúdo significativamente maior de extrato etéreo na gordura intramuscular do músculo biceps em relação às fêmeas. Conforme discutido anteriormente, vários autores concordam com o fato de haver maior deposição de gordura em partes da carcaça de machos castrados nas fases próximas ao abate (Boggs & Merkel, 1993; Donzele et al., 2001). Os valores obtidos para lipídeos totais foram inferiores aos reportados por Bragagnolo & Rodriguez-Amaya (2002).

Os níveis de colesterol na gordura intramuscular (Tabela 18) dos dois músculos analisados não diferiram com relação aos tratamentos e ao sexo. Esses valores encontram-se abaixo dos encontrados por Bragagnolo & Rodriguez-Amaya (2002) para lombo (42,0 mg/100g) e para pernil (49,0 mg/100g) suínos.

5.1.4 Perfil de ácidos graxos da gordura intramuscular

Foram analisados 14 ácidos graxos, no músculo longíssimo lombar, de acordo com o padrão próprio para análise de produtos de origem animal. Serão discutidos aqui os resultados mais relevantes de acordo com o contexto da qualidade da carne e dos aspectos metabólicos envolvidos. Somente amostras de animais machos foram testadas porque não foram encontradas diferenças significativas no perfil de ácidos graxos da carne devidas ao sexo em suínos (Kondracki, 2000). Os principais ácidos graxos, bem como as outras variáveis que compõem o perfil da gordura intramuscular, são apresentados nas Tabelas 19 e 20.

TABELA 19. Perfil de ácidos graxos encontrado na gordura intramuscular do músculo Longíssimo lombar dos animais tratados dos 70 aos 100 kg com diferentes tipos de óleo.^{1,2}

Ácido graxos	Tratamento				PUFA ³
	Sem óleo	Óleo de Soja	Óleo de Canola	Óleo de Linhça	
C14:0	0,94	0,38	1,22	1,10	1,25
C16:0	21,53	24,75	22,97	17,49	21,75
C18:0	9,73	9,92	1,11	9,31	1,51
C16:1n-7	4,14	4,03	2,63	3,39	3,52
C18:1n-9	49,80	37,28	40,46	32,83	59,92
C20:1n-9	0,58	0,40	0,61	0,45	0,44
C18:3n-3	0,22	0,36	0,80	7,43	1,32
C20:5n-3	0,00	0,00	0,17	0,25	0,10
C22:6n-3	0,00	0,00	0,24	0,23	0,09
C18:3n-6	0,00	0,00	0,08	0,16	0,08
C20:4n-6	2,28	1,96	1,38	2,13	1,13

1 - Valores médios de 4 animais machos castrados por tratamento.

2 - Valores expressos como média das porcentagens das áreas de pico dos cromatogramas.

3 - Fonte comercial de ácidos graxos poliinsaturados - Uniquímica LTDA.

TABELA 20. Ácidos graxos n3, n6, n7 e n9, relação poliinsaturados/saturados (P/S), ácidos graxos monoinsaturados (MUFA) e ácidos graxos poliinsaturados (AgPS) encontrados na gordura intramuscular do músculo Longíssimo lombar dos animais tratados dos 70 aos 100 kg com diferentes tipos de óleo^{1,2}

Variável	Tratamento				PUFA ³
	Sem óleo	Óleo de Soja	Óleo de Canola	Óleo de Linhaça	
Ag n-3	0,25	0,36	1,25	7,92	1,45
Ag n-6	12,40	12,83	10,71	11,84	10,91
Ag n-7	6,50	6,84	6,04	6,95	7,05
Ag n-9	50,09	37,72	40,92	33,28	60,25
MUFA	56,46	44,57	46,96	40,12	58,38
AgPS	12,65	13,10	11,73	19,76	8,80
P/S	0,37	0,37	0,31	0,56	0,47

1 - Valores médios de 4 animais machos castrados por tratamento.

2 - Valores expressos como média das porcentagens das áreas de pico dos cromatogramas

3 - Fonte comercial de ácidos poliinsaturados – Uniquímica LTDA.

Os resultados relativos ao perfil de ácidos graxos se referem aos animais alimentados dos 70 aos 100 Kg com diferentes óleos, no nível de 2%.

Os ácidos graxos saturados, representados principalmente pelo ácido palmítico (C16:0), que variou de 17,49% a 24,75%, não diferiram entre os tratamentos. O total de ácidos graxos saturados ficou, em média, um pouco abaixo dos valores apresentados pelos animais testemunhas (abatidos no início do experimento) (Tabelas 1A e 2A).

Os ácidos graxos monoinsaturados, representados principalmente pelo ácido oléico (C18:1 n-9), em termos de conteúdo total ou individual também não

apresentaram valores diferentes para os tratamentos efetuados. Os níveis de ácido oléico variaram de 37,28%, nos animais tratados com óleo de soja, a 59,92% naqueles que receberam óleo comercial (PUFA), os quais apresentaram níveis muito superiores aos dos animais testemunhas (37,31%). Segundo Bragagnolo (2001), o teor médio de ácidos graxos monoinsaturados no lombo suíno está em torno de 49% e Bragagnolo (1997) encontrou 40,08% de ácido oléico (C18:1 n-9) também no lombo suíno. Riley et al. (2000), trabalhando com semente integral de linhaça nos níveis de 0, 1%, 2% e 3% durante 65 dias, para suínos em crescimento e terminação, não encontraram diferenças para conteúdo de ácido oléico no músculo. Da mesma maneira, Matthews et al. (2000), que utilizaram semente de linhaça nos níveis de 5% e 10% não verificaram alterações significativas nos níveis de C18:1 n-9. Esses achados, associados a outras observações dos autores supracitados e aos resultados encontrados, nos levam a sugerir que a capacidade dos tecidos de sintetizar o ácido oléico a partir do ácido esteárico não se altera com o fornecimento de ácido oléico na dieta. A dieta sem óleo proporcionou níveis numericamente mais altos de ácido oléico (C18:1 n-9) no músculo (49,80%) que a dieta que continha óleo de canola, sendo este o óleo mais rico em C18:1 n-9 (62,11%).

Dentre os ácidos graxos poliinsaturados, uma incorporação significativa ($P < 0.05$) de ácido linoléico (C18:2 n-6), conforme se observa na tabela 21, ocorreu no músculo dos animais que receberam ração contendo óleo de soja, em comparação com os que receberam óleo comercial (PUFA). Para os demais tratamentos, não houve diferenças significativas. Houve uma relação direta entre o consumo e a incorporação de ácido linoléico nos tecidos se observarmos a composição dos óleos utilizados nas rações experimentais, principalmente com relação ao óleo de soja, que apresentava 41,42% de C18:2 n-6. Os níveis de ácido linoléico não apresentaram relação com os níveis de ácido araquidônico,

sugerindo que a converção se mantém relativamente constante apesar de as fontes utilizadas nas rações serem diferentes.

O ácido linoléico, segundo uma série de trabalhos citados por Warnants et al. (2001), é incorporado com grande facilidade, inclusive apresentando um potencial de incorporação superior ao do ácido *alfa*-linolênico. Isso pode ser verificado observando-se as constantes associadas às equações apresentadas na Tabela 2.

Para o ácido *alfa*-linolênico (C18:3 n-3) foram encontrados valores de 0,22%, nos animais que receberam ração sem óleo, até 7,43% nos alimentados com ração contendo óleo de linhaça, o que sugere um perfil semelhante ao das fontes utilizadas nas rações. Se considerarmos um consumo de 8,6g de C18:3 n-3 por kg de ração pelos animais tratados com 2% de óleo de linhaça, através da equação apresentada por Warnants et al. (2001) chega-se a um valor de 7,60% de ácido *alfa*-linolênico na gordura intramuscular. Pode-se observar que este valor está próximo do observado na análise do tecido.

A relação n6/n3, como observado na Tabela 21, foi significativamente mais baixa na gordura intramuscular dos animais tratados com óleo de canola, óleo de linhaça e óleo comercial (PUFA), em comparação com aqueles que receberam ração suplementada com óleo de soja. O músculo proveniente dos animais tratados com ração contendo os óleos de canola, de linhaça ou PUFA apresentou uma relação n-6/n-3 mais próxima da recomendada para o consumo humano que é em torno de 6 (Bragagnolo & Rodriguez-Amaya, 2002). A relação poliinsaturados/saturados (P/S) não se alterou em resposta aos diferentes tratamentos, mas o tratamento que proporcionou a melhor relação (0,56) foi o com óleo de linhaça. A relação ideal está em torno de 0,7 (Bragagnolo & Rodriguez-Amaya, 2002).

Os ácidos graxos poliinsaturados da série n-3 de cadeia mais longa como o C20:5 n-3 (EPA) e o C22:6 n-3 (DHA), só foram detectados nos animais tratados com óleo de canola ou óleo de linhaça. Os animais que receberam óleo de linhaça apresentaram níveis médios de 0,25% para EPA e 0,23 para DHA. Os maiores níveis de EPA detectados nos animais tratados com óleo de linhaça e canola seguiram os efeitos observados para o ácido *alfa*-linolênico. Como se sabe, este último é dessaturado e alongado até EPA nos tecidos animais. Os animais alimentados com o óleo PUFA apresentaram quantidades desprezíveis de EPA, possivelmente pelo baixo conteúdo em ácido *alfa*-linolênico apresentado por este óleo. Segundo Warnants et al. (2001), os suínos transformam o ácido *alfa*-linolênico preferencialmente em EPA e essa informação se confirma quando se verifica o trabalho de Matthews et al. (2000). Esses autores alimentaram suínos na fase de terminação com ração contendo 10% de semente integral de linhaça, rica em ácido *alfa*-linolênico, e obtiveram níveis de 2,0% de EPA contra 0,7% de DHA na gordura intramuscular.

TABELA 21. Teores de ácido linoléico (C18:2 n-6) e relação entre ácidos graxos *ômega*-6 e *ômega*-3 (n-6/n-3) no músculo longíssimo lombar de suínos dos 70 aos 100Kg recebendo rações contendo diferentes tipos de óleo¹

Tratamento	C18:2 n-6 (%)	Relação n-6/n3
Sem Óleo	7,40 AB	38,45 AB
Óleo de Soja	10,72 A	57,94 A
Óleo de Canola	9,15 AB	12,93 B
Óleo de Linhaça	6,47 AB	7,75 B
PUFA ²	2,20 B	5,75 B
CV (%)	47,60	88,34

1 - Valores indicados por letras diferentes na mesma coluna diferem para P<0,05.

2 - Fonte comercial de ácidos graxos poliinsaturados - Uniquímica LTDA.

5.1.5 Lipídeos do sangue, do fígado e do tecido adiposo

Em animais alimentados dos 70 aos 100 Kg com diferentes fontes lipídicas, a colesterolemia variou de 85,52 a 142,11 mg/dL para todos os tratamentos, em ambos os sexos, nas três colheitas realizadas (Tabela 22). Os níveis de colesterol total no sangue no início, no meio e no final do experimento não diferiram significativamente. É provável que a semelhança em termos de proporções de alguns ácidos graxos ômega-3 (n-3) e ômega-6 (n-6) nas fontes ou o nível baixo de consumo desses ácidos nos diferentes tratamentos tenham sido os responsáveis pelo ocorrido. Na literatura encontra-se que os efeitos dos ácidos graxos poliinsaturados no colesterol total do sangue são conflitantes (Grundy, 1996).

TABELA 22. Colesterol total (mg/dL) no sangue de suínos tratados com diferentes tipos de óleo dos 70 aos 100 kg

Tratamento	Inicial	15º Dia	Final
Sem Óleo	91,19	83,38	128,84
Óleo de Soja	98,97	79,69	133,35
Óleo de Canola	96,15	96,67	125,39
Óleo de Linhaça	91,57	82,64	153,58
PUFA ¹	91,45	99,29	149,94
Macho	94,10	91,14	142,11
Fêmea	93,62	85,52	134,32
CV (%)	17,26	19,27	34,71

1 - Fonte comercial de ácidos graxos poliinsaturados - Uniquímica LTDA.

Assim como ocorreu para o colesterol total, não houve efeito de tratamento nem de sexo para os níveis de triacilgliceróis no sangue (Tabela 3A), nas colheitas realizadas.

Os níveis de lipídeos hepáticos, extrato etéreo e colesterol total, bem como os níveis de colesterol no tecido adiposo, foram semelhantes entre os animais tratados com diferentes tipos de óleo. Estes dados são apresentados na Tabela 23. O mesmo fato ocorreu para colesterol total e extrato etéreo no fígado dos animais tratados com níveis crescentes de óleo de canola.

TABELA 23. Extrato etéreo (EE), colesterol do fígado (CF) e colesterol do tecido adiposo (CTA) de suínos dos 70 aos 100 Kg alimentados com diferentes fontes lipídicas

Tratamento	EE ¹ (%)	CF ¹ (mg/100g)	CTA ² (mg/100g)
Sem óleo	14,69	519,23	155,37
Óleo de Soja	11,00	493,98	121,95
Óleo de Canola	12,96	486,48	144,29
Óleo de Linhaça	13,29	452,64	131,48
PUFA	12,42	464,98	173,70
Macho	12,28	462,70	145,35
Fêmea	13,45	504,21	-
CV	19,99	25,25	22,67

1 - Valores expressos em base de Matéria Seca.

2 - Valores expressos da forma como analisado.

5.2 Experimento 2

5.2.1 Desempenho

Foram testados efeitos de diferentes níveis (2,0%; 2,5%; 3,0% e 3,5%) de óleo de canola na ração para animais de 70 a 100kg (Período 1) e de 85 a 100kg (Período 2) sobre as variáveis de desempenho, obtendo-se os resultados apresentados nas Tabelas 24, 25 e 26.

TABELA 24. Ganho de peso médio diário (GPMD, g) de suínos dos 70 aos 100 kg e dos 85 aos 100 kg recebendo rações contendo diferentes níveis de óleo de canola

Período	Nível de óleo (%)				Média dos Períodos
	2,0	2,5	3,0	3,5	
70 a 100Kg	1025,74	1081,90	968,40	1051,35	1031,84
85 a 100Kg	956,20	1007,27	976,31	946,89	971,66
Média dos Níveis	990,97	1044,58	972,35	999,12	1001,75
CV (%) = 7,54					

TABELA 25. Consumo diário de ração (CDR, Kg) de suínos dos 70 aos 100kg e dos 85 aos 100Kg recebendo rações contendo diferentes níveis de óleo de canola

Período	Nível de óleo (%)				Média dos Períodos
	2,0	2,5	3,0	3,5	
70 a 100 kg	3,32	3,34	3,30	3,38	3,33
85 a 100 kg	3,38	3,51	3,18	3,46	3,38
Média dos Níveis	3,35	3,42	3,24	3,42	3,35
CV (%) = 8,49					

TABELA 26. Conversão alimentar (CA) de suínos dos 70 aos 100kg e dos 85 aos 100Kg recebendo rações contendo diferentes níveis de óleo de canola

Período	Nível de óleo (%)				Média dos Períodos
	2,0	2,5	3,0	3,5	
70 a 100 kg	3,23	3,09	3,39	3,22	3,23 A
85 a 100 kg	3,54	3,47	3,28	3,64	3,48 B
Média dos Níveis	3,38	3,28	3,33	3,43	3,35
CV (%) = 7,34					

1 - Valores seguidos de letras diferentes na mesma coluna diferem para $P < 0,05$.

Observou-se somente efeito de período para conversão alimentar e para as demais variáveis, tais como ganho médio diário e consumo de ração, não se observaram diferenças com relação a tratamentos, período ou interação entre período e tratamento. Os animais tratados dos 70 aos 100kg apresentaram melhor ($P < 0,05$) conversão alimentar em comparação com os que foram alimentados dos 85 aos 100kg. Essa observação encontra amparo em uma série de autores, segundo os quais, a medida que o animal se aproxima dos 100kg de peso vivo a conversão alimentar piora, a velocidade de ganho de peso diminui e a deposição lipídica se acentua (Schinckel, 2001; Donzele et al., 2001).

5.2.2 Características de carcaça

As características de carcaça foram avaliadas no experimento que testou o efeito de diferentes níveis (2,0%; 2,5%; 3,0% e 3,5%) de óleo de canola na ração, para animais de 70 a 100Kg (Período 1) e de 85 a 100Kg (Período 2).

Nenhuma diferença significativa foi encontrada para rendimento de carcaça, que apresentou valores médios de 82,16% e 82,32% nos períodos 1 e 2 respectivamente. Da mesma forma, o comprimento de carcaça, que variou de 93,16 cm a 96,96 cm nos dois períodos, não diferiu significativamente. A espessura de toucinho no ponto P2 também não se mostrou diferente, apresentando valores de 13,90 mm a 22,26 mm. Os valores médios de área de olho de lombo variaram de 40,80 cm² a 47,93 cm² nos animais de 70 a 100Kg e de 43,98 cm² a 49,70cm² nos tratados de 85 a 100Kg, respectivamente, sem diferenças entre tratamentos ou entre períodos. A relação carne:gordura variou de 1,87 a 4,42 para os diferentes tratamentos nos dois períodos estudados, mas não se observou nenhuma diferença significativa com relação a essa variável ($P>0,05$).

5.2.3 Características Físico-químicas e composição da Carne

Diversas características relacionadas à qualidade da carne foram avaliadas através da adição de níveis crescentes (2,0%; 2,5%; 3,0% e 3,5%) de óleo de canola na ração de suínos de 70 aos 100 kg e dos 85 aos 100 kg. Os valores de pH, bem como a composição centesimal do músculo longíssimo, são apresentados na Tabela 27.

TABELA 27. Valores de pH, teores de umidade, proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE) e cinzas do músculo longíssimo lombar de suínos dos 70 aos 100 kg recebendo rações contendo diferentes níveis de óleo de canola

Variável/Período	Nível de óleo (%)				Média Período
	2,0	2,5	3,0	3,5	
PH					
70 a 100 kg	5,52	5,48	5,43	5,51	5,48A
85 a 100 kg	5,66	5,58	5,57	5,67	5,62B
Média Nível	5,59	5,53	5,50	5,59	5,55
CV (%) = 1,39					
Umidade (%)					
70 a 100 kg	74,33	74,70	74,28	75,19	74,62
85 a 100 kg	74,25	76,20	75,06	75,56	75,26
Média Nível	74,29	75,45	74,67	75,37	74,94
CV (%) = 1,27					
PB (%)					
70 a 100 kg	20,24	19,57	21,28	21,45	20,63
85 a 100 kg	22,31	20,37	21,44	21,04	21,29
Média Nível	21,27	19,97	21,36	21,24	20,96
CV (%) = 5,46					
EE (%)					
70 a 100 kg	3,00	3,70	2,72	2,10	2,88
85 a 100 kg	3,66	2,70	2,82	3,35	3,13
Média Nível	3,33	3,20	2,77	2,72	3,00
CV (%) = 28,02					
Cinzas (%)					
70 a 100 kg	1,18	1,08	1,09	1,10	1,11
85 a 100 kg	1,15	1,05	1,11	1,00	1,08
Média Nível	1,17	1,07	1,10	1,05	1,10
CV (%) = 5,97					

O pH final, 24 horas *post mortem*, medido no músculo longíssimo, conforme Tabela 27, apresentou valores mais elevados na carne dos animais alimentados dos 85 aos 100kg em comparação com os que receberam os tratamentos no período de 70 a 100 kg. Os primeiros apresentaram valores médios de 5,62 unidades de pH, contra 5,49 apresentado pelos últimos. Esses valores, de uma forma geral, são aceitáveis tendo em vista a qualidade. O valor de pH final constitui uma medida importante em termos de qualidade tecnológica por interferir diretamente na capacidade de retenção de água e na perda de peso por cozimento. Características organolépticas são também influenciadas pelo pH (Bouton et al., 1971). Quando o pH declina rapidamente, atingindo valores próximos do ponto isoelétrico (PI=5,0 a 5,1) das proteínas musculares, a solubilidade destas, e conseqüentemente a capacidade de retenção de água, diminuem, fazendo com que a carne se torne defeituosa, apresentando o que se chama PSE (*Pale, soft and exudative meat*). Se a queda for muito lenta, ou não ocorrer, teremos uma carne seca, dura e escura (DFD, *Dry, Firm and Dark meat*). Coma (2001) descreveu os principais fatores que interferem no pH final da carne, dentre eles o stress pré-abate, o stress durante o abate e o tempo de jejum são os principais. Todos estes fatores influenciam o nível de glicogênio muscular, e como se sabe, o pH é reduzido pela formação de ácido láctico por glicólise anaeróbica.

Pelos resultados observados no presente trabalho, admite-se a possibilidade de que o stress pré-abate e o tempo de jejum tenham provocado esta variação no pH.

No músculo proveniente dos animais alimentados com diferentes níveis de óleo de canola, não se observou nenhuma diferença com relação aos teores de umidade e de extrato etéreo (Tabela 27). Porém, os níveis de proteína na matéria seca foram maiores no músculo dos animais tratados dos 85 aos 100Kg, em comparação com os que receberam os tratamentos dos 70 aos 100Kg. Os

primeiros apresentaram valores de médios de 86,09% e os últimos, 81,39%. Apesar das diferenças nos valores de proteína na matéria seca, os valores de proteína bruta na matéria natural (Tabela 27) não sofreram influência dos níveis de óleo nem dos períodos estudados.

Ocorreu um efeito linear ($P < 0,05$) de tratamento para teor de cinzas no músculo dos animais que receberam diferentes níveis de óleo de canola, ou seja, a porcentagem de matéria mineral reduziu à medida que se aumentou o nível de óleo na ração independentemente do período analisado (Figura 2). Possivelmente, os teores de umidade, mesmo não tendo sido diferentes ($P > 0,05$), foram os responsáveis pela redução relativa dos teores de cinzas, já que para os valores de cinzas expressos em base de matéria seca não houve diferença ($P > 0,05$).

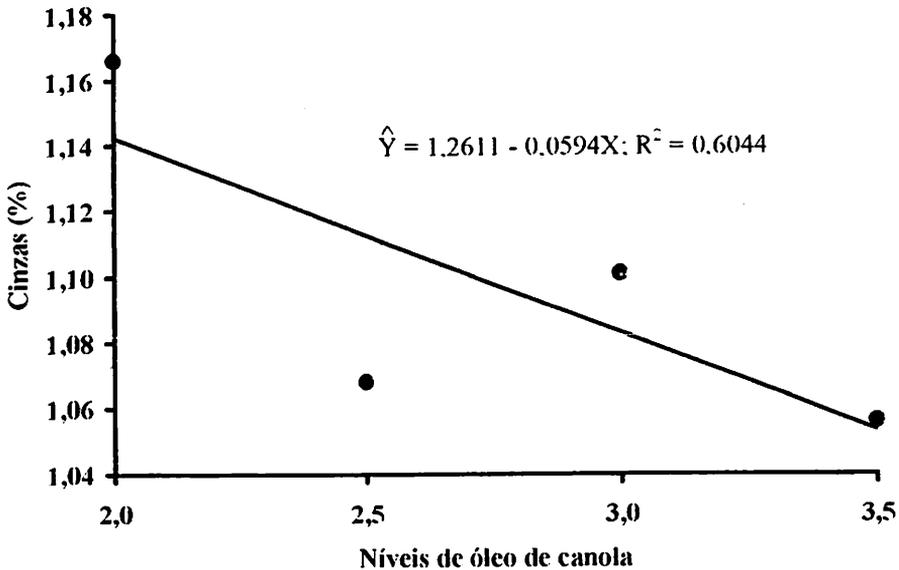


FIGURA 2. Efeito de níveis crescentes de óleo de canola sobre o teor de cinzas no músculo longíssimo lombar de suínos dos 70 aos 100 kg.

Nenhum resultado semelhante foi encontrado na literatura, porém Pimenta (2001), trabalhando com níveis crescentes (2%, 4%, 6% e 8%) de duas fontes lipídicas para leitões pós-desmame, verificou uma maior porcentagem de cinzas na carcaça dos animais que receberam 4% de gordura de coco. Nos tratamentos utilizando óleo de soja não houve efeito dos níveis.

Os animais tratados por um período mais prolongado (70 aos 100Kg) apresentaram níveis mais altos de colesterol no músculo, conforme observado na Tabela 28.

TABELA 28. Teores de colesterol (mg/100g) no músculo longíssimo lombar de suínos dos 70 aos 100Kg recebendo rações contendo diferentes níveis de óleo de canola¹

Período	Nível de Óleo (%)				Média dos Períodos
	2,0	2,5	3,0	3,5	
70 a 100 kg	39,98	40,15	40,12	30,70	37,74 A
85 a 100 kg	35,09	22,85	20,94	25,19	26,02 B
Média dos níveis	37,53	31,50	30,53	27,94	31,88
CV (%) = 27,87					

1 - Valores seguidos por letras diferentes na mesma coluna diferem para $P < 0,05$.

Bragagnolo & Rodriguez-Amaya (2002) verificaram teores mais altos de colesterol em termos percentuais em lombo suíno contendo menos gordura, em comparação com as amostras que tinham extrato etéreo mais elevado. Esses autores acreditam que as membranas funcionais do tecido muscular apresentam proporcionalmente mais colesterol que o tecido adiposo intramuscular. Apesar de não ter havido diferença significativa no conteúdo de lipídeos no músculo dos

animais dos dois períodos experimentais, é possível que a porcentagem de gordura tenha interferido no teor de colesterol.

Foram avaliados os níveis de peroxidação lipídica, nas amostras armazenadas em freezer a -20°C , através da determinação das substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBA). Não foi observado nenhum efeito de tratamento nem de período sobre essa variável. Essa medida, como indicativo de qualidade, é muito importante para inferir sobre a chamada vida de prateleira do produto. A determinação dos peróxidos ou das substâncias reativas ao TBA se torna ainda mais necessária quando a carne é oriunda de animais alimentados com rações contendo óleos ricos em ácidos graxos poliinsaturados (Warnants et al., 2001). Os mesmos autores, citando vários outros, argumentam que as carnes contendo níveis aumentados de ácidos graxos poliinsaturados e seus produtos derivados, sobretudo os produtos cárneos curados ou fermentados, sofrem danos oxidativos que redundam em defeitos graves das características organolépticas.

Diversos autores, dentre eles Bucley et al. (1995) e Weber & Antipatis (2001), preconizam a utilização de antioxidantes sintéticos, e principalmente vitamina E na ração, quando esta contém óleo rico em ácidos graxos poliinsaturados. No presente trabalho foi utilizado o BHT (Butil hidroxitolueno) na ração, e pelos índices encontrados de substâncias reativas aos TBA, medidos em termos de absorvância, acredita-se que houve um efeito protetor do antioxidante porque os valores encontrados foram muito baixos (0,008 a 0,032).

Tarladgis et al. (1964), que propuseram um método para detecção de rancidez oxidativa em alimentos através da determinação de substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico, sugerem a utilização de uma curva padrão com concentrações crescentes de dialdeído malônico purificado para estimar a concentração deste no alimento. Não foi possível a obtenção de dados para esta

curva, porém, pelos valores de absorvância, verifica-se que estes realmente foram baixos.

As amostras de tecido utilizadas para a análise de substâncias reativas ao TBA foram armazenadas a -20°C , por um período de 45 a 60 dias. Warnants et al. (2001) observaram que carnes armazenadas a -18°C por até 6 meses não apresentaram problemas na análise sensorial. Crackel et al. (1988) verificaram que o antioxidante mais efetivo na proteção contra danos oxidativos em carnes processadas foi o TBHQ (Terbutil hidroxiquinona) a 0,02%. No entanto, Gonzales et al. (1992) testaram os antioxidantes BHT, BHA (Butileno hidroxi-anisol) e TBHQ (Terbutil Hidroxiquinona) em rações para ratos contendo óleos e verificaram níveis significativos de peróxidos em diversos tecidos, inclusive no fígado dos animais.

5.2.4 Lipídeos do sangue e do fígado

Os animais que receberam óleo de canola em 4 níveis (2%, 2,5%, 3,0% e 3,5%) foram também avaliados quanto aos lipídios do sangue nas quatro colheitas realizadas (Tabelas 29, 30, 31 e 32). Cada período (70 a 100 kg e 85 a 100 kg) foi analisado separadamente, e quando houve efeito de colheita, avaliaram os contrastes (Teste de Scheffé) entre as médias de cada colheita.

No período de 70 aos 100Kg, houve efeito de colheita para colesterol total (CT), VLDL, HDL, LDL+VLDL, LDL e relação LDL/HDL. Para colesterol total e para colesterol em VLDL, os valores encontrados na última colheita (Final) foram significativamente superiores aos encontrados na primeira colheita (Inicial), porém esses efeitos observados nenhuma influência sofreram dos tratamentos empregados.

No período de 85 aos 100 kg, os valores médios de colesterol em LDL foram afetados pela colheita, sem nenhuma influência dos tratamentos ou interação entre tratamentos e colheita.

TABELA 29. Níveis de colesterol total (mg/dL) de suínos alimentados com diferentes níveis de óleo de canola dos 70 aos 100 kg e de 85 aos 100 kg

Período	Nível de óleo (%)							
	2,0		2,5		3,0		3,5	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
70-100 kg	68,36	103,92	77,94	117,25	68,69	111,57	54,59	114,30
85-100 kg	65,82	85,41	85,00	102,09	75,56	101,99	119,75	87,05
Média	67,09	94,66	81,47	109,67	72,13	106,78	87,17	100,67
CV (%) = 15,79								

TABELA 30. Níveis de colesterol em HDL (mg/dL) de suínos alimentados com diferentes níveis de óleo de canola dos 70 aos 100 kg e de 85 aos 100kg

Período	Nível de óleo (%)							
	2,0		2,5		3,0		3,5	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
70-100 kg	30,12	39,29	39,24	44,11	21,70	38,44	35,06	37,56
85-100 kg	36,43	46,08	36,81	46,79	41,28	57,13	38,91	42,33
Média	33,27	42,68	38,02	45,45	31,49	97,57	36,98	39,94
CV (%) = 20,98								

TABELA 31. Níveis de colesterol em LDL (mg/dL) de suínos alimentados com diferentes níveis de óleo de canola dos 70 aos 100 kg e de 85 aos 100 kg¹

Período	Nível de óleo (%)							
	2,0		2,5		3,0		3,5	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
70-100 kg	29,70	35,31	27,18	39,42	35,99	51,94	14,08	51,96
85-100 kg	22,00	18,63	27,71	29,50	15,46	26,12	68,83	31,67
Média	25,85	26,97	27,44	34,46	25,72	39,03	41,45	41,81
CV (%) = 38,74								

1 - Valores obtidos de acordo com Friedewald et al. (1972), adaptado por Allan et al. (2000).

TABELA 32. Níveis de colesterol em VLDL (mg/dL) de suínos alimentados com diferentes níveis de óleo de canola dos 70 aos 100 kg¹

Período	Nível de óleo (%)							
	2,0		2,5		3,0		3,5	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
70-100 kg	8,53	29,37	11,47	33,72	11,00	21,18	10,53	24,78
85-100 kg	10,38	20,70	20,47	25,49	18,82	18,74	12,00	13,04
Média	9,45	25,03	15,97	29,60	14,91	19,96	11,26	18,91
CV (%) = 34,90								

1 - Valores obtidos de acordo com Friedewald et al. (1972) adaptado por Allan et al. (2000).

Apesar de não ter havido nenhum efeito significativo dos tratamentos no perfil de lipoproteínas plasmáticas, houve uma variação muito grande para os

níveis de VLDL, que podem ter sido afetados pelo estado metabólico do animal antes da colheita do sangue, já que estes não estavam em jejum. O tempo entre a alimentação e a colheita de sangue interfere fortemente nos níveis de colesterol total e suas frações, o que possivelmente afetou os resultados aqui apresentados.

De acordo com Luhman et al. (1992), os níveis de triacilgliceróis no sangue reduzem significativamente após 4 horas de jejum, mas não variam significativamente em torno de uma hora após a alimentação. Ao contrário, Allan et al. (2000) e Allan et al. (2001) não recomendam a utilização da trigliceridemia pós-prandial para cálculo das concentrações de colesterol nas lipoproteínas devido às grandes variações nas concentrações de triglicérides.

Os perfis das lipoproteínas, separadas por cromatografia de filtração em gel, são apresentados nas Figuras 3, 4, 5 e 6.

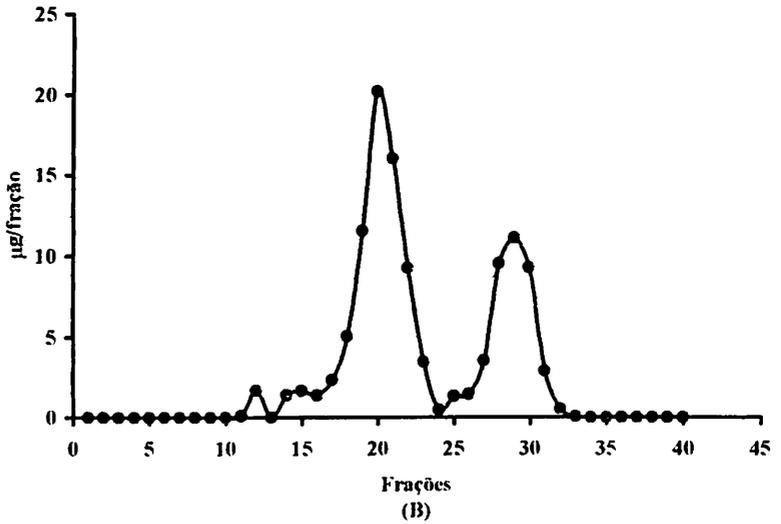
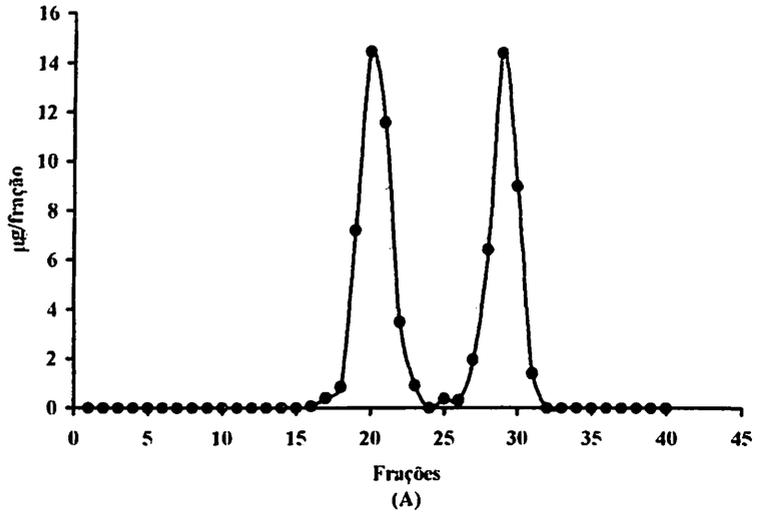


FIGURA 3. Perfil de lipoproteínas de suínos alimentados dos 70 aos 100 kg com ração contendo 2,0% de óleo de canola. A - 70 aos 100 kg, onde as frações de 16 a 23 correspondem a LDL e de 24 a 31 correspondem a HDL. B - 85 aos 100 kg, onde as frações de 11 a 24 correspondem a LDL e de 25 a 33 correspondem a HDL.

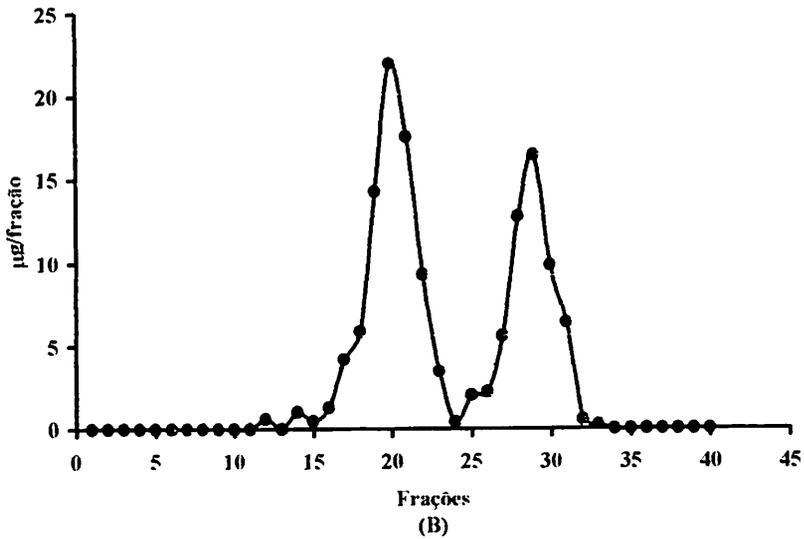
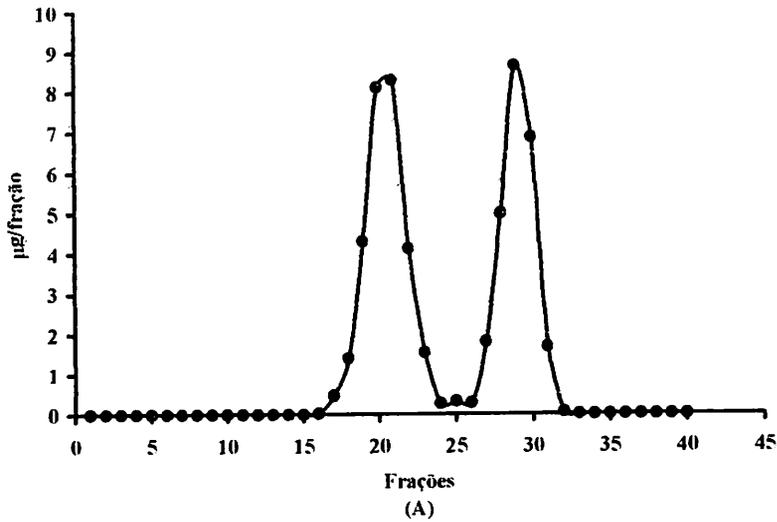


FIGURA 4. Perfil de lipoproteínas de suínos alimentados dos 70 aos 100Kg com ração contendo 2,5% de óleo de canola. A - 70 aos 100kg, onde as frações de 16 a 24 correspondem a LDL e de 25 a 32 correspondem a HDL B - 85 aos 100 kg, onde as frações de 12 a 24 correspondem a LDL e de 25 a 33 correspondem a HDL.

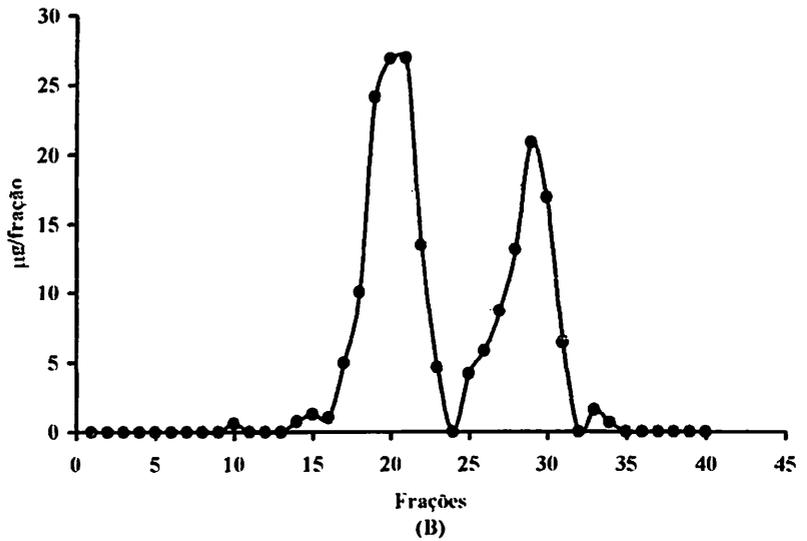
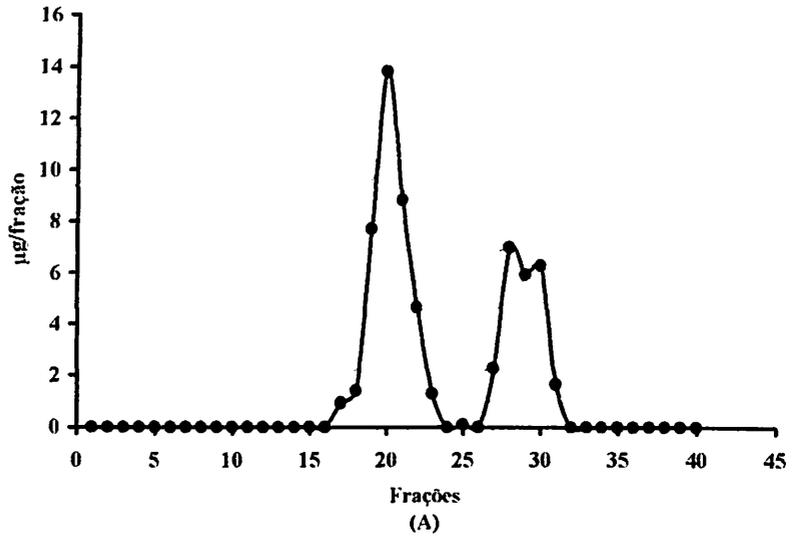


FIGURA 5. Perfil de lipoproteínas de suínos alimentados dos 70 aos 100Kg com ração contendo 3,0% de óleo de canola. A - 70 aos 100kg, onde as frações de 16 a 24 correspondem a LDL e de 25 a 32 correspondem a HDL B - 85 aos 100 kg, onde as frações de 14 a 24 correspondem a LDL e de 25 a 34 correspondem a HDL.

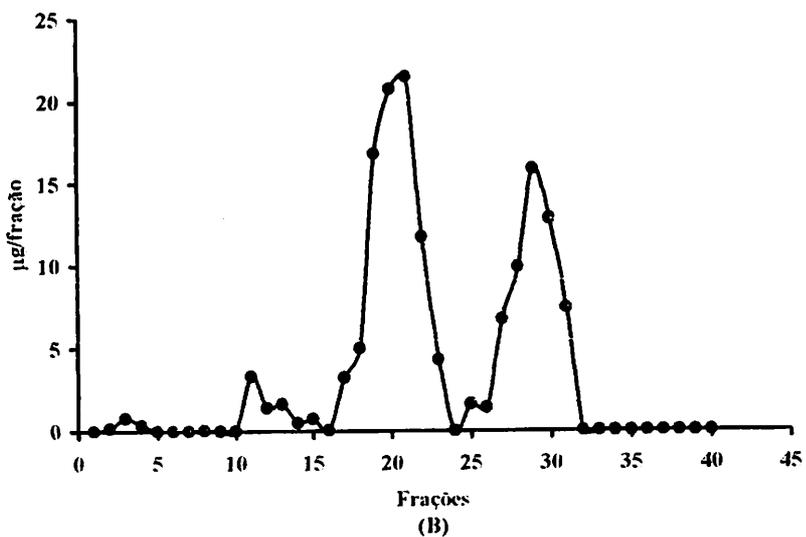
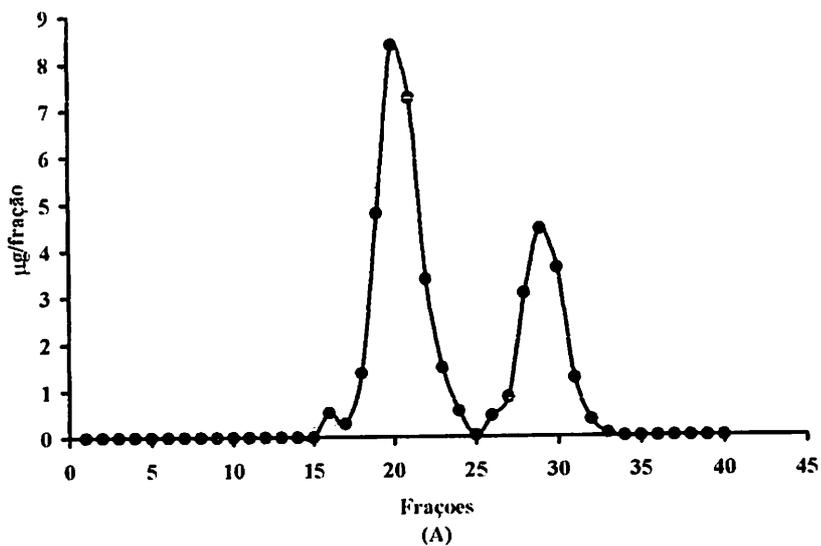


FIGURA 6. Perfil de lipoproteínas de suínos alimentados dos 70 aos 100Kg com ração contendo 3,5% de óleo de canola. A - 70 aos 100 Kg, onde as frações de 16 a 24 correspondem a LDL e de 25 a 32 correspondem a HDL B - 85 aos 100 kg, onde as frações de 11 a 24 correspondem a LDL e de 25 a 31 correspondem a HDL.

Em geral, considera-se que o primeiro pico corresponde às lipoproteínas de menor densidade, os quais, por terem um tamanho maior, eluem primeiro da coluna em comparação com as de maior densidade. Assumiu-se, então, que o primeiro pico corresponde a LDL e o segundo, a HDL. Os dados foram obtidos de animais submetidos a 12 horas de jejum, provavelmente por isso não se observa um pico específico para VLDL. Os perfis são semelhantes nos diferentes tratamentos e nos dois períodos estudados em termos qualitativos e em termos quantitativos.

Perfis semelhantes aos apresentados neste trabalho foram obtidos por Holvoet et al. (1998) para suínos miniatura adultos recebendo uma dieta normal, a base de milho e favelo de soja. Para animais submetidos a diferentes fontes ou níveis de lipídeos, não se observaram, na literatura, resultados que pudessem ser comparados.

Allan et al. (2001) trabalharam com gordura de leite, óleo de peixe, azeite de oliva e gordura de coco, todos no nível de 4%, e encontraram uma série de diferenças no colesterol total e nas lipoproteínas, inclusive resultados que reforçam o fato de ocorrerem diferenças importantes no metabolismo de lipoproteínas entre o suíno e o homem, como, por exemplo, o aumento significativo nos níveis de colesterol em HDL em animais que receberam gordura de coco, azeite de oliva ou gordura de leite em comparação com os que receberam dieta controle ou contendo óleo de peixe. Fato semelhante foi observado por Pimenta (2001), que obteve um efeito quadrático para colesterol total e colesterol em LDL em leitões alimentados com diferentes níveis de gordura de coco.

Os resultados apresentados discordam dos obtidos por Pimenta (2001) que observou um aumento linear nos níveis de colesterol em LDL em leitões pós-desmame tratados com níveis crescentes (2%, 4%, 6%, 8%) de óleo de soja.

Esse autor não encontrou diferenças com relação aos níveis de colesterol em HDL.

Da mesma forma que Allan et al. (2001), Pimenta (2001) encontrou níveis mais altos de triacilgliceróis no sangue dos animais alimentados com gordura de coco em comparação com os que receberam óleo de soja.

Os níveis de lipídeos hepáticos, extrato etéreo e colesterol total, foram semelhantes entre os animais tratados com níveis crescentes de óleo de canola.

6 CONCLUSÕES

Conclui-se que a ração contendo óleo de linhaça (2%), em relação às outras fontes, favoreceu o aumento da porcentagem de carne magra da carcaça e da área de olho de lombo, provavelmente por este óleo apresentar uma composição mais favorável, visando a digestão e utilização da energia para a síntese de tecido magro em detrimento da lipogênese. Também pode-se concluir que o perfil de ácidos graxos da carne seguiu o que foi fornecido pelos óleos contidos nas rações.

Pode-se concluir que o óleo de canola nos níveis de 2,0%, 2,5%, 3,0% e 3,5%, em rações isoenergéticas e isolisínicas para suínos na fase de terminação, não afetou significativamente as variáveis de desempenho, as características de carcaça, os parâmetros de qualidade da carne e o perfil lipídico do sangue.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALAIN, C. A.; POON, L. S.; CHAN, C. S. G.; RICHMOND, W.; FU, P. C. **Clinical Chemistry**, v. 20, p. 470, 1974.

ALLAN, F. J.; JOHNSON, R. N.; McNUTT, P. V.; JAMES, K. A. C.; THOMPSON, K. G.; MANKTELOW, B. W. Determination of fasting and postprandial lipoprotein cholesterol concentrations in pigs: a comparison methods. **Nutrition Research**, Tarrytown, v. 20, n. 11, p. 1623-1631, Nov. 2000.

ALLAN, F. J.; THOMPSON, K. G.; JAMES, K. A. C.; MANKTELOW, B. W.; KOOLAARD, J. P.; JOHNSON, R. N.; McNUTT, P. V. Serum lipoprotein cholesterol and triglyceride concentrations in pigs fed diets containing fish oil, milkfat, olive oil and coconut oil. **Nutrition Research**, Tarrytown, v. 21, n. 5, p. 785-795, May 2001.

AMSA. **Guidelines for cooking and sensory evaluation of meat**. Chicago: AMSA. 1978.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CRIADORES DE SUÍNOS. **Método brasileiro de classificação de carcaças**. Rio Grande do Sul: ABCS, 1973. 17 p. (Publicação Técnica, n. 2.)

ASSOCIATION OF THE OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official Methods of Analysis** of the association of the official analytical chemists. 16. ed. Washington, 1995. 117 p.

BERTOLONI, W.; SILVEIRA, E. T. F. Composição química da carne suína. I. Eficácia do sistema HENNESSY GP4 de tipificação na determinação da capacidade de retenção de água, gordura intramuscular e pigmentos totais na carne suína. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE VETERINÁRIOS ESPECIALISTAS EM SUÍNOS. 10., 1999, Belo Horizonte. **Anais....** Belo Horizonte: ABRAVES, 1999. p. 25-40.

BOGGS, D. L.; MERKEL, R. A. Growth, development, and fattening of meat animals. In: _____. **Live animal carcass evaluation and selection manual**. 4. ed. Dubuque: Kendall/Hunt, 1993. p. 3-14.

BOUTON, P. E.; HARRIS, P. V.; SHORTHOSE, W. R. Effect of ultimate pH upon the water-holding capacity and tenderness of mutton. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 36, n. 3, p. 435-439, Apr. 1971.

BRAGAGNOLO, N. Aspectos comparativos entre carnes segundo a composição de ácidos graxos e teor de colesterol. In: **CONFERÊNCIA INTERNACIONAL VIRTUAL SOBRE QUALIDADE DA CARNE SUÍNA**, 2., 2001, Concórdia. Disponível em: <<http://www.conferencia.uncnet.br/pork>>. Acesso em: 06 de dez. 2001.

BRAGAGNOLO, N. **Fatores que influenciam o nível de colesterol, lipídeos totais e composição de ácidos graxos em camarão e carne**. 1997. 123 p. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP.

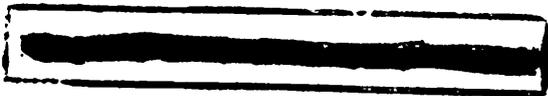
BRAGAGNOLO, N.; RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. Teores de colesterol em carne suína e bovina e efeito do cozimento. **Ciências e Tecnologia dos Alimentos**, Campinas, v. 15, p. 11-17, 1995.

BRAGAGNOLO, N.; RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. Teores de colesterol, lipídeos totais e ácidos graxos em cortes de carne suína. **Ciências e Tecnologia dos Alimentos**, Campinas, v. 22, n. 1, p. 98-104, 2002.

BRATZLER, L. J. Característica organoléptica de la carne In: PRICE, J. F.; SCHWEIGERT, B. S. **Ciencia de la carne y de los productos carnicos**. Tradução de Fuente J. L. 2. ed. Zaragoza: Acribia, 1994. Cap. 3, p. 125-138.

BRESSAN, M. C. **Efeito dos fatores pré e pós abate sobre a qualidade da carne de peito de frango**. 1998. 201 p. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP.

BROWN, M. S.; GOLDSTEIN, J. L. A receptor-mediated pathway for cholesterol homeostasis. **Science**, Washington, v. 232, n. 4746, p. 34-47, Apr. 1986.



BRUSS, M. L. Lipids and Ketones. In: KANEKO, J. J.; HARVEY, J. W.; BRUSS, M. L. **Clinical biochemistry of domestic animals**. 5. ed. San Diego: Academic Press, 1997. p. 83-115.

BUCKLEY, D. J.; MORRISSEY, P. A.; GRAY, J. I. Influence of dietary vitamin E on the oxidative stability and quality of pig meat. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 73, n. 10, p. 3122-3130, Oct. 1995.

CALDER, P. C. Immunoregulatory and antiinflammatory effects of n-3 polyunsaturated fatty acids. **Brazilian Journal of Medical Biology Research**, Ribeirão Preto, v 31, n. 4, p. 467-485, Apr. 1998.

CAREY, G.B. The swine as a model for studying exercise-induced changes in lipid metabolism. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v 29, n. 11, p. 1437-1443, 1997.

CHAMPE, P. G.; HARVEY, R. A. **Bioquímica ilustrada**. 2. ed. Porto Alegre: Artes Médicas. 1996. 446 p.

CHAPMAN, M.J.; GOLDSTEIN, S. Comparison of the serum low density lipoprotein and its apoprotein in the pig, rhesus monkey and baboon with that in man. **Atherosclerosis**. v. 25. n. 2-3, p. 267-291, Dec. 1976.

COMA, J. Meat quality in pigs: effect of nutrition and feeding. **Pig News and Information**, Wallingford, v. 22, n. 3, p. 87-99, Sept. 2001.

CRACKEL, R. L.; GRAY, J. I.; BOOREN, A. M.; PEARSON, A. M.; BUCKLEY, D. J. Effect of antioxidants on lipid stability in restructured beef steaks. **Journal of Food Science**, Chicago. v. 53, n. 2, p. 656-657, Mar./Apr. 1988.

DAVIDSON, M. H.; HUNNINGHAKE, D.; MAKI, K. C.; KWITEROVICH JR., P. O.; KAFONEK, S. Comparison of the effects of lean red meat vs lean white meat on serum lipid levels among free-living persons with hypercholesterolemia. **Archives of Internal Medicine**, Chicago, v. 159. n. 12, p. 1331-1338, June 1999.

DING, S. T.; SCHINCKEL, A. P.; WEBER, T. E.; MERSMANN, H. J. Expression of porcine transcription factors genes related to fatty acid metabolism in different tissues and genetic populations. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 78, n. 8, p. 2127-2134, Aug. 2000.

DONZELE, J. L.; ABREU, M. L. T.; ORLANDO, U. A. D. Exigências nutricionais e qualidade de carcaça de suínos de diferentes sexos. In: CONFERÊNCIA INTERNACIONAL VIRTUAL SOBRE QUALIDADE DA CARNE SUÍNA, 2., 2001, Concórdia. Disponível em: <<http://www.conferencia.uncnet.br/pork>>. Acesso em: 06 de dez. 2001.

DUPONT, J. Lipids. In: BROWN, M. L. (Ed.). **Present knowlegde in nutrition**. 6. ed. Washington: ILSI, 1990. p. 56-66.

ELLIS, N. R.; ISBELL, H. S. Soft pork studies. 2. The influence of the character of the ration upon the composition of the body fat of the hogs. **Journal of Biological Chemistry**, Baltimore, v. 29, p. 219-238, 1926.

ENSER, M.; RICHARDSON, R. I.; WOOD, J. D.; GIL, B. P.; SHEARD, P. R. Feeding linseed to increase the n-3 PUFA of pork: fatty acid composition of muscle, adipose tissue, liver and sausages. **Meat Science**. Amsterdam, v. 55, n. 2, p. 201-212, June 2000.

EUCLIDES, R. F. **Manual de utilização do programa SAEG (Sistema de Análises Estatística e Genética)**, Viçosa: UFV/CPD. 1993.

FAIDLEY, T. D.; LUHMAN, C. M.; GALLOWAY, S. T.; FOLEY, M. K.; BEITZ, D. C. Effect of dietary fat source on lipid composition and plasma lipid concentration in pigs. **Journal of Nutrition**, Bethesda, v. 120, n. 10, p. 1126-1133. Oct. 1990.

FÁVERO, J. A. Importância do processo de tipificação na melhoria de carcaças de suínos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2001. p. 158-163.

FAZIO, S.; BABENID, V. R.; MURRAY, A. B.; HARTY, A. H.; CARTER, K. J.; GLEAVER, L. A.; ATKINSON, J. B.; LINTON, M. F. Increased atherosclerosis in mice reconstructed with apolipoprotein full macrophages.

Proceedings of the National Academic of Science of the United states of America, Washington, v. 94, n. 9, p. 4647-4652, Apr. 1997.

FERNANDEZ, M. L.; McNAMARA, D. J. Dietary fat saturation and chain length modulate guinea pig hepatic cholesterol metabolism . **Journal of Nutrition**, Bethesda, v. 124, n. 3, p. 331-339, Mar. 1994.

FERREIRA, J. M.; BRAGA, M. S.; SOUSA, R. V.; CAMPOS, E. J.; VIEIRA, E. C. Composição em ácidos graxos da gordura na carcaça de frangos de corte sob dietas com diferentes fontes de energia. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 51, n. 2, p. 201-206, abr. 1999.

FIALHO, E. T.; LIMA, J. A. F.; SOUSA, R. V.; CANTARELLI, V. S.; COSTA, L. B. Avaliação da digestibilidade de nutrientes em ingredientes para suínos através de ensaios metabólicos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA. 39., 2002, Recife. **Anais...** Recife: UFRPE, 2002. p. 358-361.

FOGLIA, T. A.; CARTWRIGHT, A. L.; GYURIK, R. J.; PHILIPS, J. G. Fatty acid turnover rates in the adipose tissue of the growing chicken (*Gallus domesticus*). **Lipids, Champaign**, v. 29, n. 7, p. 497-502, July 1994.

FOLCH, J.; LEES, M.; STANLEY, G. H. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. **Journal of Biological Chemistry**, Baltimore, v. 226, n. 1, p. 497-509, May 1957.

FOSSATI, P.; PRENCIPE, L. Serum triglycerids determined colorimetrically with an enzyme that produces hydrogen peroxide. **Clinical Chemistry**, Washington, v. 28, n. 10, p. 2077-2080, Oct. 1982.

FORD, R. B. Canine Hyperlipidemia. In: ETTINGER, S. J.; FELDMAN, E. C. **Textbook of veterinary internal medicine**. 4. cd. Los Angeles: Saunders. 1995. v. 2, p. 1414-1419.

FORREST, J. C.; ABERLE, E. D.; HEDRICK, H. B.; JEDGE, M. D.; MERKEL, R. A. **Fundamentos de ciência de la carne**. Zaragoza: Acribia. 1979. 364p.

GARCIA, P. T.; CASAL, J. J. Contribution of poultry lipids to current recommendations for an optimum lipid dietary intake. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF MEAT SCIENCE AND TECHNOLOGY, 45., 1999. Yokohama. *Anais...* Yokohama: ICOMST, 1999.

GARCIA, R. C.; OLIVEIRA, H. C. F. Fisiologia das lipoproteínas. In: QUINTÃO, E. (Ed.). *Colesterol e aterosclerose*. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1992. p. 1-30.

GARG, M. L.; THOMSON, A. B. R.; CLANDININ, M. T. Effect of dietary fish oil on tissue lipid metabolism. In: CHANDRA, R. K. (Ed.). **Health effects of fish and fish oils**. St. John's: ARTS Biomedical Publishers and Distributors, 1989. p. 53-79.

GONZALES, M. J.; GRAY, J. I.; SHEMMEL, R. A.; DUGAN JR, L.; WELCH, C. W. Lipid peroxidation products are elevated in fish oil diets even in the presence of added antioxidants. *Journal of Nutrition*, Bethesda, v. 122, n. 11, p. 2190-2195, Nov. 1992.

GRIFFIN, B. A.; PACKARD, C. J. Metabolism of VLDL and LDL subclasses. *Current Opinion in Lipidology*, London, v. 5, p. 200-206, 1994.

GRUMMER, R. R. Etiology of lipid-related metabolic disorders in periparturient dairy cows. *Journal of Dairy Science*, Champaign, v. 76, n. 12, p. 3882-3893, Dec. 1993.

GRUNDY, S. M. Dietary Fat. In: ZIEGLER, E. E.; FILER JR., L. J. (Ed.). **Present knowledge in nutrition**. 7. ed. Washington: ILSI, 1996. p. 44-57.

HARTMAN, N. L.; LAGO, R. C. A. Rapid preparation of fatty acid methyl esters from lipids. *Laboratory Practice*, London, v. 22, n. 9, p. 475-476, Sept. 1973.

HAYES, K. C.; PRONCZUK, A.; KHOSLA, P. A rationale for plasma cholesterol modulation by dietary fatty acids: modeling the human response in animals. *Journal of Nutritional Biochemistry*, Woburn, v. 6, n. 7, p. 188-194, July 1995.

HOLVOET, P.; THEILMEIER, G.; SHIVALKAR, B.; FLAMENG, W.; COLLEN, D. LDL hypercholesterolemia is associated with accumulation of oxidized LDL, atherosclerotic plaque growth, and compensatory vessel enlargement in coronary arteries of miniature pigs. **Arteriosclerosis Thrombosis and Vascular Biology**, Philadelphia, v. 18, n. 3, p. 415-422, Mar. 1998.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz. Métodos químicos e físicos para análise de alimentos.** 3. ed. São Paulo, 1985. 533 p.

JARDIM, N. S. **Sexo e diferentes pesos ao abate na qualidade da carne de capivara (*Hydrochaeris hydrochaeris* L 1766).** 2001. 119 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG

JONES, B. Feline Hyperlipidemia. In: ETTINGER, S. J.; FELDMAN, E. C. **Textbook of veterinary internal medicine.** 4. ed. Los Angeles: Saunders, 1995. v. 2, p. 1410-1414.

KAUFFMAN, R. G.; MARSH, B. B. Características de calidad del músculo como alimento. In: _____. **Ciencia de la carne y de los productos carnicos.** 2. ed. Zaragoza: Acribia, 1994. p. 317-336.

KONARZEWSKI, M. Future of meat: message from our evolutionary past. **Pig news and Information**, Wallington, v. 22, n. 4, p. 115-118, Dec. 2001.

KONDRACKI, S. Effect of breed, Sex and feeding intensity on fatty acid composition of longissimus dorsi muscle. **Pigs News and Information**, Wallingford, v. 21, p. 105N-108N, 2000.

LEHNINGER, A. L.; NELSON, D. L.; COX, M. M. **Princípios de Bioquímica.** 2. ed. São Paulo: Sarvier Editora de Livros Médicos, 1995. 839 p.

LEIBTSEDER, J. The effect of nutrition on the composition of animal fat. **Animal Research and Development**, Tubingen, v. 45, n. 1, p. 46-58, 1997.

LESKANICH, C. O.; NOBLE, R. C. Manipulation of the n-3 polyunsaturated fatty acid composition of avian eggs and meat. **World's Poultry Science Journal**, Wallingford, v. 53, n. 2, p. 155-183, June 1997.

LOEB, W. F. Lipoproteins. In: KANEKO, J. J.; HARVEY, J. W.; BRUSS, M. L. **Clinical biochemistry of domestic animals**. 5. ed. San Diego: Academic Press, 1997. p. 845-855.

LOTTEMBERG, A. M. P. Dieta na hipercolesterolemia. In: QUINTÃO, E. (Ed.) **Colesterol na aterogênese**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1992. p. 177-193.

LUHMAN, C. M.; FAIDLEY, T. D.; BEITZ, D. C. Post prandial lipoprotein composition in pigs fed diets differing in type and amount of dietary fat. **Journal of Nutrition**, Bethesda, v. 122, n. 1, p. 120-127, Jan. 1992.

MARINETTI, G. V. Cholesterol, Lipoproteins, and Atherosclerosis. In: MARINETTI, G. V. (Ed.). **Disorders of lipid metabolism**. New York: Plenum Press, 1990a. p. 121-134.

MARINETTI, G. V. Dietary management of elevated blood lipids. In: MARINETTI, G. V. (Ed.). **Disorders of lipid metabolism**. New York: Plenum Press, 1990b. p. 135-168.

MARINETTI, G. V. Disorders of lipoprotein metabolism: Dislipoproteinemias. In: MARINETTI, G. V. (Ed.). **Disorders of lipid metabolism**. New York: Plenum Press, 1990c. p. 75-120.

MARTINS, C. Fatos e perspectivas mundiais na oferta e demanda da carne suína. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE VETERINÁRIOS ESPECIALISTAS EM SUÍNOS, 10., 1999. Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: ABRAVES, 1999. p. 53-61.

MATHEWS, K. R.; HOMER, D. B.; THIES, F.; CALDER, P. C. Effect of whole linseed (*Linum usitatissimum*) in the diet of finishing pigs on growth performance and on the quality and fatty acid composition of various tissues. **British Journal of Nutrition**, London, v. 83, n. 6, p. 637-643, June 2000.

MAW, S. J.; FOWLER, V. R.; HAMILTON, M.; PETCHEY, A. M. Physical characteristics of pig fat and their relation to fatty acid composition. **Meat Science**, Amsterdam, v. 50, n. 1, p. 1-6, 2002.

MCNEEL, R. L.; DING, S. T.; O'BRIAN SMITH; MERSMANN, H. J. Effect of feed restriction on adipose tissue transcript concentrations in genetically lean and obese pigs. **The Journal of Animal Science**, Champaign, v. 78, n. 4, p. 934-942, Apr. 2000.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of swine**. 10. ed. rev. Wasington: National Academy Press, 1998. 58 p.

NICOLOSI, R. J. Dietary fat saturation effects on low-density-lipoprotein concentrations and metabolism in various animal models. **American Journal of Clinical Nutrion**, Bethesda, v. 65, n. 5, p. 1615s-1516s, May 1997.

NIOT, I.; POIRIER, H.; BESNARD, P. H. Regulation of gene expression by fatty acids: Special reference to fatty acid-binding protein (FABP). **Biochimie**, Paris, v. 79, n. 2/3, p. 129-133. Feb./Mar. 1997.

NOBLET, J.; QUINIOU, N. Principais fatores de variação das necessidades de aminoácidos dos suínos em crescimento. In: WOKSHOP LATINO-AMERICANO AJINOMOTO BIOLATINA, 1., 2001, Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu, 2001. p. 134-142.

OLSON, R. E. Discovery of the lipoproteins, their role in fat transport and their significance as risk factors. **Journal of Nutrion**, Bethesda, v. 128, p. 439S-443S, Feb. 1998.

PEDROSO, J. F. Óleos e gorduras na alimentação animal. In: SIMPÓSIO SOBRE INGREDIENTES NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL, 2001, Campinas. **Anais...** Campinas, 2001. p. 199-218.

PENZ JÚNIOR, A. M.; VIOLA, E. S. Nutrição In: SOBESTIANSKY, J.; WENTZ, I.; SILVEIRA, P. R. S.; SESTI, L. A. C. **Suinocultura, produção, manejo e saúde do rebanho**. Brasília: Embrapa, 1998. p. 11-26.

- PETTIGREW, J. E.; ESNAOLA, M. A. Swine nutrition and pork quality: a review. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 79, p. 316-342, 2001. Supplement.
- PIMENTA, M. E. S. G. **Fontes e níveis de lipídeos em rações de leitões pós-desmame**. 2001. 97 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.
- RAMSAY, T. G.; EVOCK-CLOVER, C. M.; STEELE, N. C.; AZAIN, M. J. Dietary conjugated linoleic acid alters fatty acid composition of pig skeletal muscle and fat. **The Journal of Animal Science**, Champaign, v. 79, n. 8, p. 2152-2161, Aug. 2001.
- RILEY, A.; ENSER, M.; NUTE, G. R.; WOOD, J. D. Effects of dietary linseed on nutritional value and other quality aspects of pig muscle and adipose tissue. **Animal Science**, Edinburgh, v. 71, n. 3, p. 483-500, Dec. 2000.
- REY, A. I.; LÓPEZ-BOTE; KERRY, J. P.; LYNCH, P. B.; BUCLEY, D. J.; MORRISSEY, P. Effects of dietary vegetable oil inclusion and composition on the susceptibility of pig meat to oxidation. **Animal Science**, Edinburgh, v. 72, n. 3, p. 457-463, June 2001.
- ROSA, F. C. **Teor de ácidos graxos poliinsaturados ômega-3 no peito e na coxa de frangos de corte alimentados com rações contendo três fontes de óleo**. 1999. 93 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.
- ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; DONZELE, J. L.; GOMES, P. C.; FERREIRA, A. S.; OLIVEIRA, R. F. M.; LOPES, D. C. **Tabelas brasileiras para aves e suínos - composição de alimentos e exigências nutricionais**. Viçosa: UFV. 2000. 141p.
- SANDSTROM, B.; BUGEL, S.; LAURIDSEN, C.; NIELSEN, F.; JENSEN, C.; SKIBSTED, L. H. Cholesterol-lowering potential in human subjects of fat from pigs fed rapessed oil. **British Journal of Nutrition**, London, v. 84, n. 2, p. 143-50, Aug. 2000.
- SARANTOPOULUS, C. G. L.; PIZZINATTO, A. Fatores que afetam a cor das carnes. **Coletânea do ITAL**, Campinas, v. 20, n. 1, p. 1-12, jan./jun. 1990.

SAS INSTITUTE. **SAS language and producers: usagc**. Version 6. Cary NC, 1995. 373 p.

SCHINCKEL, A. P. Fatores que afetam o crescimento de tecido magro de suínos. In: II CONFERÊNCIA INTERNACIONAL VIRTUAL SOBRE QUALIDADE DA CARNE SUÍNA, 2., 2001, Concórdia. Disponível em: <<http://www.conferencia.uncnet.br/pork>>. Acesso em: 06 de dez. 2001.

SCHLAG, B.; WINKLER, L.; WAHRENBERG, K.; PRANGE, H.; DARGEL, R. Untersuchungen zum lipoproteinstatus des fetalen minischweines. **Biomedica Biochimica Acta**, Berlin, v. 42, n. 5, p. 465-469, 1983.

SCOLLAN, N. D.; CHAI, N.; KURT, E. Manipulating the fatty acid composition of muscle and adipose tissue in beef cattle. **British Journal of Nutrition**, London, v. 85, n. 1, p. 115-124, Jan. 2001.

SEIQUER, I.; MANAS, M.; MARTINEZ-VICTORIA, E.; BALLESTA, M. C. MATAIX, J. The influence of dietary fat source (sunflower oil or olive oil) on LDL composition and serum lipid levels in miniature swine (*Sus scrofa*). **Comparative Biochemistry and Physiology B-Biochemistry & Molecular Biology**, Oxford, v. 111, n. 2, p. 163-169. June 1995.

SEPECHT-OVERHOLT, S.; ROMANS, J. R.; MARCHELLO, M. J.; IZARD, R. S.; CREWS, M. G.; SIMON, D. M.; COSTELLO, W. J.; EVENSON, P. D. Fatty acid composition of commercially manufactured omega-3 enriched pork products, haddock, and mackerel. **The Journal of Animal Science**, Champaign, v. 75, n. 9, p. 2335-2343, Sept. 1997.

SESSLER, A. M.; NTAMBI, J. M. Polyunsaturated fatty acid regulation of gene expression. **Journal of Nutrition**, Bethesda, v. 128, n. 6, p. 923-926, June 1998.

SESTI, L. A. C.; SOBESTIANSKY, J. Aspectos da produtividade. In: SOBESTIANSKY, J.; WENTZ, I.; SILVEIRA, P. R. S.; SESTI, L. A. C. **Suinocultura intensiva produção, manejo e saúde do rebanho**. Brasília: Embrapa. 1998. p. 27-43.

SILVA, D. J. **Análise de alimentos, métodos químicos e biológicos**. Viçosa: E. UFV. 1998. 166 p.

SILVEIRA, E. T. F. **Técnicas de abate e seus efeitos na qualidade da carne suína.** 1997. 226 p. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

SOUZA, X. R. **Efeitos de grupos genéticos, sexo e peso ao abate na qualidade de carne de cordeiros em crescimento.** 2001. 119 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

SPADY, D.K.; DIETSKY, J.M. Dietary saturated triacylglycerols suppress hepatic low density lipoprotein receptor activity in the hamster. **Proceedings of the National Academy of Science, New York**, v. 82, n.10, p. 4526-4530, Oct. 1985.

STEWART, J. W.; KAPLAN, M. L.; BEITZ, D. C. Pork with a high content of polyunsaturated fatty acids lowers LDL cholesterol in women. **American Journal of Clinical Nutrition**, Bethesda, v. 74, n. 2, p. 179-87, Aug. 2001.

STRYER, L. **Bioquímica.** 4. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1996. 1000 p.

SWINKELS, D.W.; DEMAKER, P.N. Comparative studies on low density lipoprotein subfractions from pig and man. **Comparative Biochemistry and physiology**, Bethesda, v. 90, n. 2, p. 297-300, Feb. 1988.

TARLADGIS, B. G.; PEARSON, A. M.; DUGAN, L. J. Chemistry of the 2-thiobarbituric acid test for determination of oxidative rancidity in foods. II - Formation of the TBA-Malondialdehyde complex without acid-heat treatment. **Journal of Science Food and Agriculture**, London, v. 15, n. 9, p. 602-607. Sept. 1964.

TUITOEK, K.; YOUNG, L. G.; LANGE, C. F. M.; KERR, B. J. The effect of reducing excess dietary amino acids on growing-finishing pig performance: an evaluation of the ideal protein concept. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 75, n. 7, p. 1575-1583, July 1997.

VIEIRA, E. C. Enfoque médico sobre o consumo de carne suína. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE VETERINÁRIOS ESPECIALISTAS EM

SUÍNOS, 10., 1999. Belo Horizonte. Anais... Belo Horizonte: ABRAVES, 1999, p. 20-24.

WANG, H.; HUNTER, F.; BLACK, D. D. Effect of feeding diets of varying fatty acid composition on apolipoprotein expression in newborn swine. **American Journal of Physiology**, Bethesda, v. 275, n. 4, p. 645-651, Oct. 1998.

WARNANTS, N.; VAN OECKEL, M. J.; DE PAEPE, M. Fat in pork: image, dietary modification and pork quality. **Pig news and information**, v. 22, n. 4, p. 107-113, 2001.

WARNANTS, N.; VAN OECKEL, M. J.; BOUCQUÉ, C. V. Incorporation of dietary polyunsaturated fatty acids in pork tissues and its implications for the quality of the end products. **Meat Science**, Wallington, v. 44, n. 1/2, p. 125-144, Dec. 1996.

WARNANTS, N.; VAN OECKEL, M. J.; BOUCQUÉ, C. V. Incorporation of dietary polyunsaturated fatty acids into pork fatty tissues. **Journal of Animal Science**, Champaing, v. 77, n. 9, p. 2478-2490, Sept. 1999.

WATSON, T. D. G; BARRIE, J. Lipoprotein metabolism and hyperlipidaemia in the dog and cat: A review. **Journal of Small Animal Practice**, London, v. 34, n. 10, p. 479-487, Oct. 1993.

WEBER, G. M.; ANTIPATIS, C. Qualidade da carne suína e dieta de vitamina E. In: II CONFERÊNCIA INTERNACIONAL VIRTUAL SOBRE QUALIDADE DA CARNE SUÍNA. 2., 2001. Concórdia. Disponível em: <<http://www.conferencia.uncnet.br/pork>>. Acesso em: 06 de dez. 2001.

WILLET, W. Diet and health: what should we eat? **Science**, Washington, v. 264, p. 532-537, 1994.

WINDHORST, H. H. Padrões globais da produção e da comercialização de carne suína. In: CONFERÊNCIA INTERNACIONAL VIRTUAL SOBRE QUALIDADE DA CARNE SUÍNA. 2., 2001. Concórdia. Disponível em: <<http://www.conferencia.uncnet.br/pork>>. Acesso em: 06 de dez. 2001.

YAQOOB, P.; SHERRINGTON, E. J.; JEFFERY, N. M.; SANDERSON, P.; HARVEY, D. J.; NEWSHOLME, E. A.; CALDER, P. C. Comparison of the effects of a range of dietary lipids upon serum and tissue lipid composition in the rat. **International Journal Biochemistry Cell Biology**, Oxford, v. 27, n. 3, p. 297-310, Mar. 1995.

ANEXOS

	Pag.
ANEXO A	
TABELA 1A. Perfil de ácidos graxos encontrado na gordura intramuscular do músculo Longíssimo lombar dos animais testemunhas (controles) abatidos no início do período experimental (70 Kg)	118
TABELA 2A. Totais de ácidos graxos n3, n6, n7 e n9, relação n6/n3, relação poliinsaturados/saturados (P/S), ácidos graxos saturados (SFA), ácidos graxos monoinsaturados (MUFA) e ácidos graxos poliinsaturados (PUFA) encontrados na gordura intramuscular do músculo Longíssimo lombar dos animais testemunhas (controles) abatidos no início do período experimental (70 kg)	119
TABELA 3A. Triacilgliceróis (mg/dL) no sangue de suínos tratados com diferentes tipos de óleo dos 70 aos 100 kg	120
TABELA 4A. Análise de variância para ganho de peso médio diário (GPMd) de suínos dos 70 aos 100 kg alimentados com rações contendo diferentes tipos de óleo	120
TABELA 5A. Análise de variância para consumo diário de ração (CDR) de suínos dos 70 aos 100 kg alimentados com rações contendo diferentes tipos de óleo	121
TABELA 6A. Análise de variância para conversão alimentar (CA) de suínos dos 70 aos 100 kg alimentados com rações contendo diferentes tipos de óleo	121
TABELA 7A. Análise de variância para ganho de peso médio diário (GPMd) de suínos dos 70 aos 100 kg e dos 85 aos 100 kg alimentados com rações contendo diferentes níveis de óleo de canola	122

TABELA 8A. Análise de variância para consumo diário de ração (CDR) de suínos dos 70 aos 100 kg e dos 85 aos 100 kg alimentados com rações contendo diferentes níveis de óleo de canola	122
TABELA 9A. Análise de variância para conversão alimentar (CA) de suínos dos 70 aos 100 kg e dos 85 aos 100 kg alimentados com rações contendo diferentes níveis de óleo de canola.....	123
TABELA 10A. Análise de variância para rendimento de carcaça (RC) de suínos dos 70 aos 100 kg alimentados com rações contendo diferentes tipos de óleo.....	123
TABELA 11A. Análise de variância para comprimento de carcaça (CC) de suínos dos 70 aos 100 kg alimentados com rações contendo diferentes tipos de óleo	124
TABELA 12A. Análise de variância para espessura de toucinho (ET) de suínos dos 70 aos 100 kg alimentados com rações contendo diferentes tipos de óleo	124
TABELA 13A. Análise de variância para relação carne:gordura (RCG) de suínos dos 70 aos 100 kg alimentados com rações contendo diferentes tipos de óleo	125
TABELA 14A. Análise de variância para área de olho de lombo (AOL) de suínos dos 70 aos 100 kg alimentados com rações contendo diferentes tipos de óleo	125
TABELA 15A. Análise de variância para porcentagem de carne na carcaça (PC) de suínos dos 70 aos 100 kg alimentados com rações contendo diferentes tipos de óleo	126
TABELA 16A. Análise de variância para porcentagem de gordura na carcaça (PG) de suínos dos 70 aos 100 kg alimentados com rações contendo diferentes tipos de óleo	126

TABELA 17A. Análise de variância para perda de peso por cozimento (PPC) do músculo Longíssimo lombar de suínos dos 70 aos 100 kg alimentados com rações contendo diferentes tipos de óleo	127
TABELA 18A. Análise de variância para força de cisalhamento (FC) do músculo longíssimo Lombar de suínos dos 70 aos 100 kg alimentados com rações contendo diferentes tipos de óleo .	127
TABELA 19A. Análise de variância para índice de luminosidade (L*) do músculo Longíssimo lombar de suínos dos 70 aos 100 kg alimentados com rações contendo diferentes tipos de óleo .	128
TABELA 20A. Análise de variância para índice de vermelho (a*) do músculo Longíssimo lombar de suínos dos 70 aos 100 kg alimentados com rações contendo diferentes tipos de óleo .	128
TABELA 21A. Análise de variância para índice de amarelo (b*) do músculo Longíssimo lombar de suínos dos 70 aos 100 kg alimentados com rações contendo diferentes tipos de óleo .	129
TABELA 22A. Análise de variância para umidade do músculo Longíssimo lombar de suínos dos 70 aos 100 kg alimentados com rações contendo diferentes tipos de óleo	129
TABELA 23A. Análise de variância para umidade do músculo bíceps femoral de suínos dos 70 aos 100 kg alimentados com rações contendo diferentes tipos de óleo	130
TABELA 24A. Análise de variância para proteína bruta do músculo longíssimo lombar de suínos dos 70 aos 100 kg alimentados com rações contendo diferentes tipos de óleo .	130
TABELA 25A. Análise de variância para proteína bruta do músculo bíceps femoral de suínos dos 70 aos 100 kg alimentados com rações contendo diferentes tipos de óleo	131

TABELA 26A. Análise de variância para teor de cinzas do músculo longíssimo lombar de suínos dos 70 aos 100 kg alimentados com rações contendo diferentes tipos de óleo .	131
TABELA 27A. Análise de variância para cinzas do músculo bíceps femoral de suínos dos 70 aos 100 kg alimentados com rações contendo diferentes tipos de óleo	132
TABELA 28A. Análise de variância para extrato etéreo do músculo longíssimo lombar de suínos dos 70 aos 100 kg alimentados com rações contendo diferentes tipos de óleo .	132
TABELA 29A. Análise de variância para colesterol no músculo longíssimo lombar de suínos dos 70 aos 100 kg alimentados com rações contendo diferentes tipos de óleo	133
TABELA 30A. Análise de variância para extrato etéreo no músculo bíceps femoral de suínos dos 70 aos 100 kg alimentados com rações contendo diferentes tipos de óleo	133
TABELA 31A. Análise de variância para colesterol no músculo bíceps femoral de suínos dos 70 aos 100 kg alimentados com rações contendo diferentes tipos de óleo	134
TABELA 32A. Análise de variância para valores de pH 24 <i>post mortem</i> do músculo longíssimo lombar de suínos dos 70 aos 100 kg e dos 85 aos 100 kg alimentados com rações contendo diferentes níveis de óleo de canola	134
TABELA 33A. Análise de variância teor de umidade do músculo longíssimo lombar de suínos dos 70 aos 100 kg e dos 85 aos 100 kg alimentados com rações contendo diferentes níveis de óleo de canola	135
TABELA 34A. Análise de variância para proteína bruta na matéria natural do músculo longíssimo lombar de suínos dos 70 aos 100 kg e dos 85 aos 100 kg alimentados com rações contendo diferentes níveis de óleo de canola	135

TABELA 35A. Análise de variância para proteína bruta na matéria seca do músculo longíssimo lombar de suínos dos 70 aos 100 kg e dos 85 aos 100 kg alimentados com rações contendo diferentes níveis de óleo de canola	136
TABELA 36A. Análise de variância para extrato etéreo do músculo longíssimo lombar de suínos dos 70 aos 100 kg e dos 85 aos 100 kg alimentados com rações contendo diferentes níveis de óleo de canola	136
TABELA 37A. Análise de variância e regressão para cinzas no músculo longíssimo lombar de suínos dos 70 aos 100 kg e dos 85 aos 100 kg alimentados com rações contendo diferentes níveis de óleo de canola	137
TABELA 38A. Análise de variância para colesterol no músculo longíssimo lombar de suínos dos 70 aos 100 kg e dos 85 aos 100 kg alimentados com rações contendo diferentes níveis de óleo de canola	137
TABELA 39A. Análise de variância para índice de substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBA) do músculo longíssimo lombar de suínos dos 70 aos 100 kg e dos 85 aos 100 kg alimentados com rações contendo diferentes níveis de óleo de canola	138
TABELA 40A. Análise de variância para porcentagem de ácido linoléico (C18:2n-6) no músculo longíssimo lombar de suínos dos 70 aos 100 kg alimentados com rações contendo diferentes tipos de óleo	138
TABELA 41A. Análise de variância para relação entre ácidos graxos n-6:n-3 no músculo longíssimo lombar de suínos dos 70 aos 100 kg alimentados com rações contendo diferentes tipos de óleo	139

TABELA 42A. Análise de variância para colesterol total (Inicial) do sangue de suínos dos 70 aos 100 kg alimentados com rações contendo diferentes tipos de óleo	139
TABELA 43A. Análise de variância para colesterol total (15° dia) do sangue de suínos dos 70 aos 100 kg alimentados com rações contendo diferentes tipos de óleo	140
TABELA 44A. Análise de variância para colesterol total (Final) do sangue de suínos dos 70 aos 100 kg alimentados com rações contendo diferentes tipos de óleo	140
TABELA 45A. Análise de variância para triglicérides (Inicial) do sangue de suínos dos 70 aos 100 kg alimentados com rações contendo diferentes tipos de óleo	141
TABELA 46A. Análise de variância para triglicérides (15° dia) do sangue de suínos dos 70 aos 100 kg alimentados com rações contendo diferentes tipos de óleo	141
TABELA 47A. Análise de variância para colesterol total no sangue de suínos dos 70 aos 100 kg alimentados com rações contendo diferentes níveis de óleo de canola	142
TABELA 48A. Análise de variância para colesterol total no sangue de suínos dos 85 aos 100 kg alimentados com rações contendo diferentes níveis de óleo de canola	142
TABELA 49A. Análise de variância para colesterol em HDL no sangue de suínos dos 70 aos 100 kg alimentados com rações contendo diferentes níveis de óleo de canola	143
TABELA 50ª. Análise de variância para colesterol em HDL no sangue de suínos dos 85 aos 100 kg alimentados com rações contendo diferentes níveis de óleo de canola	143

TABELA 51A. Análise de variância para colesterol em LDL no sangue de suínos dos 70 aos 100 kg alimentados com rações contendo diferentes níveis de óleo de canola	144
TABELA 52A. Análise de variância para colesterol em LDL no sangue de suínos dos 85 aos 100 kg alimentados com rações contendo diferentes níveis de óleo de canola	144
TABELA 53A. Análise de variância para colesterol em VLDL no sangue de suínos dos 70 aos 100 kg alimentados com rações contendo diferentes níveis de óleo de canola	145
TABELA 54A. Análise de variância para colesterol em VLDL no sangue de suínos dos 85 aos 100 kg alimentados com rações contendo diferentes níveis de óleo de canola	145
TABELA 55A. Análise de variância para extrato etéreo do fígado de suínos dos 70 aos 100 kg alimentados com rações contendo diferentes tipos de óleo	146
TABELA 56A. Análise de variância para colesterol do fígado de suínos dos 70 aos 100 kg alimentados com rações contendo diferentes tipos de óleo	146

TABELA 1A. Perfil de ácidos graxos encontrado na gordura intramuscular do músculo Longíssimo lombar dos animais testemunhas (controles) abatidos no início do período experimental (70 Kg)^{1,2}

Ácido Graxo	Valor (%) ³
C14:0	0,17
C16:0	24,03
C18:0	11,01
C16:1 n7	3,32
C18:1 n9	37,31
C18:1 n7	3,59
C20:1 n9	0,48
C18:2 n6	10,91
C18:3 n6	0,12
C18:3 n3	0,33
C20:4 n6	2,52
C20:5 n3	0,00
C22:4 n6	0,48
C22:6 n3	0,16

1 - Valores médios de 4 animais machos castrados com peso médio de 66,25 ± 6,41 Kg.

2 - Análises realizadas por cromatografia gasosa (GLC) no laboratório de Química Orgânica do DQI/UFLA.

3 - Valores expressos como média das porcentagens das áreas de pico dos cromatogramas

TABELA 2A. Totais de ácidos graxos n3, n6, n7 e n9, relação n6/n3, relação poliinsaturados/saturados (P/S), ácidos graxos saturados (SFA), ácidos graxos monoinsaturados (MUFA) e ácidos graxos poliinsaturados (PUFA) encontrados na gordura intramuscular do músculo Longíssimo lombar dos animais testemunhas (controles) abatidos no início do período experimental (70 kg)^{1,2}

Variável	Valor ³
Ag n3	0,49
Ag n6	14,03
Ag n7	6,91
Ag n9	37,79
N6/n3	28,63
P/S	0,41
SFA	35,21
MUFA	44,70
PUFA	14,52

1 - Valores médios de 4 animais machos castrados com peso médio de 66,25 ± 6,41 kg.

2 - Análises realizadas por cromatografia gasosa (GLC) no laboratório de Química Orgânica do DQI/UFLA.

3 - Valores expressos como média das porcentagens das áreas de pico dos cromatogramas.

TABELA 3A. Triacilgliceróis (mg/dL) no sangue de suínos tratados com diferentes tipos de óleo dos 70 aos 100 kg

Tratamento	Inicial	15º Dia
Sem Óleo	108,27	100,51
Óleo de Soja	115,06	111,71
Óleo de Canola	98,49	109,17
Óleo de Linhaça	105,27	122,02
PUFA ¹	87,31	117,62
Macho	98,47	105,26
Fêmea	107,29	119,15
CV (%)	19,74	20,65

1 - Fonte comercial de ácidos graxos poliinsaturados - Uniquímica LTDA.

TABELA 4A. Análise de variância para ganho de peso médio diário (GPMD) de suínos dos 70 aos 100 kg alimentados com rações contendo diferentes tipos de óleo

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	Pr>F _c
Bloco (B)	3	0,036204	0,012068	*****
Tratamento (T)	4	0,083362	0,020840	0,2239
Sexo (S)	1	0,108195	0,108195	0,0090
T x S	4	0,030189	0,007547	*****
Erro	27	0,369803	0,013696	
CV (%)	15,08			

***** = Valores muito acima dos demais apresentados.

TABELA 5A. Análise de variância para consumo diário de ração (CDR) de suínos dos 70 aos 100 kg alimentados com rações contendo diferentes tipos de óleo

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	P > F _c
Bloco (B)	3	2,825283	0,941761	0,0004
Tratamento (T)	4	0,487556	0,121889	0,3800
Sexo (S)	1	0,837591	0,837591	0,0107
T x S	4	0,052485	0,013121	*****
Erro	27	3,011932	0,111553	
CV (%)	12,46			

***** = Valores muito acima dos demais apresentados.

TABELA 6A. Análise de variância para conversão alimentar (CA) de suínos dos 70 aos 100 kg alimentados com rações contendo diferentes tipos de óleo

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	P > F _c
Bloco (B)	3	3,435767	1,145256	0,0052
Tratamento (T)	4	0,370752	0,092688	*****
Sexo (S)	1	0,037360	0,037360	*****
T x S	4	0,761808	0,190452	*****
Erro	27	5,835311	0,216122	
CV (%)	13,29			

***** = Valores muito acima do valor apresentado.

TABELA 7A. Análise de variância para ganho de peso médio diário (GPMD) de suínos dos 70 aos 100 kg e dos 85 aos 100 kg alimentados com rações contendo diferentes níveis de óleo de canola

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	P > F
Periodo (P)	1	21733,40535	21733,40535	0,0689
Tratamento (T)	3	16931,36617	5643,78872	0,4236
P x T	3	10340,65522	3446,8850	0,6224
Erro	16	91448,4304	5715,52690	
CV (%)	7,54			

TABELA 8A. Análise de variância para consumo diário de ração (CDR) de suínos dos 70 aos 100 kg e dos 85 aos 100 kg alimentados com rações contendo diferentes níveis de óleo de canola

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	P > F
Periodo (P)	1	0,014504	0,014504	0,6788
Tratamento (T)	3	0,138645	0,046215	0,6447
P x T	3	0,065845	0,021948	0,8466
Erro	16	1,304266	0,081516	
CV (%)	8,49			

TABELA 9A. Análise de variância para conversão alimentar (CA) de suínos dos 70 aos 100 kg e dos 85 aos 100 kg alimentados com rações contendo diferentes níveis de óleo de canola

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	P > F _c
Período (P)	1	0,392704	0,392704	0,0219
Tratamento (T)	3	0,077145	0,025715	0,7400
P x T	3	0,280112	0,093370	0,2449
Erro	16	0,975733	0,060983	
CV (%)	7,34			

TABELA 10A. Análise de variância para rendimento de carcaça (RC) de suínos dos 70 aos 100 kg alimentados com rações contendo diferentes tipos de óleo

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	P > F _c
Bloco (B)	3	26,669340	8,889780	0,2851
Tratamento (T)	4	25,757680	6,439419	*****
Sexo (S)	1	4,726563	4,726563	*****
T x S	4	31,496270	7,874066	0,3425
Erro	27	180,436100	6,682817	
CV (%)	3,10			

***** = Valores muito acima dos demais apresentados.

TABELA 11A. Análise de variância para comprimento de carcaça (CC) de suínos dos 70 aos 100 kg alimentados com rações contendo diferentes tipos de óleo

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	P _r > F _r
Bloco (B)	3	82,818700	27,606230	0,0227
Tratamento (T)	4	20,496520	5,124130	*****
Sexo (S)	1	0,756252	0,756252	*****
T x S	4	50,367510	12,591880	0,1772
Erro	27	199,018800	7,371068	
CV (%)	2,93			

***** = Valores muito acima dos demais apresentados.

TABELA 12A. Análise de variância para espessura de toucinho (ET) de suínos dos 70 aos 100 kg alimentados com rações contendo diferentes tipos de óleo

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	P _r > F _r
Bloco (B)	3	225,277000	75,092320	0,1608
Tratamento (T)	4	242,978500	60,744640	0,2295
Sexo (S)	1	119,025000	119,025000	0,0977
T x S	4	130,622500	32,663120	*****
Erro	27	1091,998000	40,444370	
CV (%)	22,22			

***** = Valores muito acima dos demais apresentados.

TABELA 13A. Análise de variância para relação carne:gordura (RCG) de suínos dos 70 aos 100 kg alimentados com rações contendo diferentes tipos de óleo

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	P > Fc
Bloco (B)	3	0,129280	0,043093	*****
Tratamento (T)	4	0,486840	0,121710	0,1494
Sexo (S)	1	0,466560	0,466560	0,0130
T x S	4	0,056140	0,014035	*****
Erro	27	1,781820	0,065993	
CV (%)	19,50			

***** = Valores muito acima dos demais apresentados.

TABELA 14A. Análise de variância para área de olho de lombo (AOL) de suínos dos 70 aos 100 kg alimentados com rações contendo diferentes tipos de óleo

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	P > Fc
Bloco (B)	3	12,689940	4,229979	*****
Tratamento (T)	4	214,296900	53,574220	0,0046
Sexo (S)	1	15,662520	15,662520	0,2460
T x S	4	76,742480	19,185620	0,1741
Erro	27	300,785100	11,140190	
CV (%)	9,45			

***** = Valores muito acima dos demais apresentados.

TABELA 15A. Análise de variância para porcentagem de carne na carcaça (PC) de suínos dos 70 aos 100 kg alimentados com rações contendo diferentes tipos de óleo

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	P > F _{0,05}
Bloco (B)	3	3,053880	1,017960	*****
Tratamento (T)	4	88,235450	22,058860	0,0483
Sexo (S)	1	67,029240	67,029240	0,0090
T x S	4	5,347711	1,336928	*****
Erro	27	228,915000	8,478334	
CV (%)	5,64			

***** = Valores muito acima dos demais apresentados.

TABELA 16A. Análise de variância para porcentagem de gordura na carcaça (PG) de suínos dos 70 aos 100 kg alimentados com rações contendo diferentes tipos de óleo

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	P > F _{0,05}
Bloco (B)	3	17,414700	5,804900	*****
Tratamento (T)	4	122,966100	30,741520	0,0833
Sexo (S)	1	16,002260	16,002260	0,2822
T x S	4	15,171700	3,792925	*****
Erro	27	358,9555	13,294650	
CV (%)	12,76			

***** = Valores muito acima dos demais apresentados.

TABELA 17A. Análise de variância para perda de peso por cozimento (PPC) do músculo longíssimo lombar de suínos dos 70 aos 100 kg alimentados com rações contendo diferentes tipos de óleo.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	Pr>F _c
Bloco (B)	3	102,724800	34,241580	0,1171
Tratamento (T)	4	70,817910	17,704480	0,3704
Sexo (S)	1	112,118300	112,118300	0,0132
T x S	4	27,386740	6,846685	*****
Erro	26	412,565600	15,867910	
CV (%)	15,13			

***** = Valores muito acima dos demais apresentados.

TABELA 18A. Análise de variância para força de cisalhamento (FC) do músculo longíssimo lombar de suínos dos 70 aos 100 kg alimentados com rações contendo diferentes tipos de óleo

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	Pr>F _c
Bloco (B)	3	1,819100	0,606366	0,2048
Tratamento (T)	4	1,507578	0,376894	0,4163
Sexo (S)	1	0,183146	0,183146	*****
T x S	4	3,880903	0,970225	0,0579
Erro	26	9,625551	0,370213	
CV (%)	22,83			

***** = Valores muito acima dos demais apresentados.

TABELA 19A. Análise de variância para índice de luminosidade (L*) do músculo longíssimo lombar de suínos dos 70 aos 100 kg alimentados com rações contendo diferentes tipos de óleo

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	Pr>Fc
Bloco (B)	3	3,308439	1,102813	*****
Tratamento (T)	4	11,777450	2,944362	*****
Sexo (S)	1	0,104743	0,104743	*****
T x S	4	60,725800	15,181450	0,01763
Erro	26	108,659100	4,179196	
CV (%)	4,47			

***** = Valores muito acima do valor apresentado.

TABELA 20A. Análise de variância para índice de vermelho (a*) do músculo longíssimo lombar de suínos dos 70 aos 100 kg alimentados com rações contendo diferentes tipos de óleo

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	Pr>Fc
Bloco (B)	3	13,432800	4,477600	0,3738
Tratamento (T)	4	11,107640	2,776911	*****
Sexo (S)	1	7,690960	7,690960	0,1843
T x S	4	11,256380	2,814095	*****
Erro	26	107,538200	4,1366086	
CV (%)	18,33			

***** = Valores muito acima dos demais apresentados.

TABELA 21A. Análise de variância para índice de amarelo (b*) do músculo longíssimo lombar de suínos dos 70 aos 100 kg alimentados com rações contendo diferentes tipos de óleo

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	Pr>Fc
Bloco (B)	3	8,276112	2,758704	0,1074
Tratamento (T)	4	5,927944	1,481986	0,3331
Sexo (S)	1	4,029657	4,029657	0,0820
T x S	4	4,093759	1,023440	*****
Erro	26	32,024540	1,231713	
CV (%)	*****			

***** = Valores muito acima dos demais apresentados.

TABELA 22A. Análise de variância para umidade do músculo longíssimo lombar de suínos dos 70 aos 100 kg alimentados com rações contendo diferentes tipos de óleo

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	Pr>Fc
Bloco (B)	3	3,211690	1,070563	*****
Tratamento (T)	4	11,555150	2,888788	*****
Sexo (S)	1	4,002914	4,002914	0,2773
T x S	4	6,527332	1,631833	*****
Erro	26	84,528020	3,251078	
CV (%)	2,40			

***** = Valores muito acima do valor apresentado.

TABELA 23A. Análise de variância para umidade do músculo bíceps femoral de suínos dos 70 aos 100 kg alimentados com rações contendo diferentes tipos de óleo

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	Pr>F _c
Bloco (B)	3	6,090576	2,030192	0,1618
Tratamento (T)	4	4,201428	1,050357	*****
Sexo (S)	1	2,908332	2,908332	0,1150
T x S	4	8,257691	2,064423	0,1427
Erro	26	28,435040	1,093655	
CV (%)	1,39			

***** = Valores muito acima dos demais apresentados.

TABELA 24A. Análise de variância para proteína bruta do músculo longíssimo lombar de suínos dos 70 aos 100 kg alimentados com rações contendo diferentes tipos de óleo

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	Pr>F _c
Bloco (B)	3	45,83151	15,27717	0,3397
Tratamento (T)	4	125,8892	31,47231	0,0460
Sexo (S)	1	47,17130	47,17130	0,0688
T x S	4	49,23706	12,30927	*****
Erro	24	311,8791	12,99496	
CV (%)	12,87			

***** = Valores muito acima dos demais apresentados.

TABELA 25A. Análise de variância para proteína bruta do músculo bíceps femoral de suínos dos 70 aos 100 kg alimentados com rações contendo diferentes tipos de óleo

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	Pr>Fc
Bloco (B)	3	3,480919	1,160306	*****
Tratamento (T)	4	24,47836	6,119591	0,0255
Sexo (S)	1	0,2620471	0,2620471	*****
T x S	4	0,7901762	0,1975440	*****
Erro	24	43,71937	1,821640	
CV (%)	6,42			

***** = Valores muito acima do valor apresentado.

TABELA 26A. Análise de variância para teor de cinzas do músculo longíssimo lombar de suínos dos 70 aos 100 kg alimentados com rações contendo diferentes tipos de óleo

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	Pr>Fc
Bloco (B)	3	1,490840	0,4969466	0,0492
Tratamento (T)	4	2,117114	0,5292786	0,0298
Sexo (S)	1	0,00328328	0,00328328	*****
T x S	4	1,500605	0,3751514	0,0898
Erro	24	3,943109	0,1642962	
CV (%)	9,68			

***** = Valores muito acima dos demais apresentados.

TABELA 27A. Análise de variância para cinzas do músculo bíceps femoral de suínos dos 70 aos 100 kg alimentados com rações contendo diferentes tipos de óleo

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	Pr>Fc
Bloco (B)	3	1,044858	0,348285	0,1711
Tratamento (T)	4	1,479462	0,369865	0,1377
Sexo (S)	1	0,020437	0,020437	*****
T x S	4	0,416511	0,104127	*****
Erro	26	5,018909	0,193034	
CV (%)	10,63			

***** = Valores muito acima dos demais apresentados.

TABELA 28A. Análise de variância para extrato etéreo do músculo longíssimo lombar de suínos dos 70 aos 100 kg alimentados com rações contendo diferentes tipos de óleo

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	Pr>Fc
Bloco (B)	3	0,5092033	0,1697344	*****
Tratamento (T)	4	0,3675913	0,0918978	*****
Sexo (S)	1	0,0777149	0,0777149	*****
T x S	4	1,523982	0,3809954	0,0966
Erro	24	4,113013	0,1713756	
CV (%)	53,29			

***** = Valores muito acima do valor apresentado.

TABELA 29A. Análise de variância para colesterol no músculo longíssimo lombar de suínos dos 70 aos 100 kg alimentados com rações contendo diferentes tipos de óleo

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	Pr>Fc
Bloco (B)	3	1377,107	459,0358	0,0140
Tratamento (T)	4	157,8214	39,45535	*****
Erro	12	1024,237	85,35305	
CV (%)	28,68			

***** = Valores muito acima do valor apresentado.

TABELA 30A. Análise de variância para extrato etéreo no músculo biceps femoral de suínos dos 70 aos 100 kg alimentados com rações contendo diferentes tipos de óleo

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	Pr>Fc
Bloco (B)	3	100,2672	33,42239	0,1349
Tratamento (T)	4	99,16895	24,79224	0,2304
Sexo (S)	1	314,0908	314,0908	0,0001
T x S	4	104,2622	26,06556	0,2093
Erro	26	428,9722	16,49893	
CV (%)	30,07			

TABELA 31A. Análise de variância para colesterol no músculo bíceps femoral de suínos dos 70 aos 100 kg alimentados com rações contendo diferentes tipos de óleo

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	Pr>F _c
Bloco (B)	3	3,715295	1,238432	*****
Tratamento (T)	4	173,5910	43,39775	0,2209
Sexo (S)	1	39,13349	39,13349	0,2498
T x S	4	65,73612	16,43403	*****
Erro	26	734,4033	28,24628	
CV (%)	18,97			

***** = Valores muito acima dos demais apresentados.

TABELA 32A. Análise de variância para valores de pH 24 *post mortem* do músculo longíssimo lombar de suínos dos 70 aos 100 kg e dos 85 aos 100 kg alimentados com rações contendo diferentes níveis de óleo de canola

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	Pr>F _c
Período (P)	1	0,106666	0,106666	0,0007
Tratamento (T)	3	0,035633	0,011877	0,1589
P x T	3	0,002233	0,000744	0,9448
Erro	16	0,096400	0,006025	
CV (%)	1,39			

TABELA 33A. Análise de variância teor de umidade do músculo longíssimo lombar de suínos dos 70 aos 100 kg e dos 85 aos 100 kg alimentados com rações contendo diferentes níveis de óleo de canola

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	Pr>F _c
Período (P)	1	2,489704	2,489704	0,1176
Tratamento (T)	3	5,658379	1,886126	0,1442
P x T	3	2,023012	0,674337	0,5430
Erro	16	14,559800	0,909987	
CV (%)	1,27			

TABELA 34A. Análise de variância para proteína bruta na matéria natural do músculo longíssimo lombar de suínos dos 70 aos 100 kg e dos 85 aos 100 kg alimentados com rações contendo diferentes níveis de óleo de canola

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	Pr>F _c
Período (P)	1	2,561066	2,561066	0,1816
Tratamento (T)	3	7,921483	2,640494	0,1530
P x T	3	5,063433	1,687811	0,3133
Erro	16	21,010000	1,313125	
CV (%)	5,46			

TABELA 35A. Análise de variância para proteína bruta na matéria seca do músculo longíssimo lombar de suínos dos 70 aos 100 kg e dos 85 aos 100 kg alimentados com rações contendo diferentes níveis de óleo de canola

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	Pr>Fc
Período (P)	1	132,587004	132,587004	0,0029
Tratamento (T)	3	77,709079	25,903026	0,1055
P x T	3	71,381712	23,793904	0,1267
Erro	16	172,360800	10,772550	
CV (%)	3,91			

TABELA 36A. Análise de variância para extrato etéreo do músculo longíssimo lombar de suínos dos 70 aos 100 kg e dos 85 aos 100 kg alimentados com rações contendo diferentes níveis de óleo de canola

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	Pr>Fc
Período (P)	1	0,387604	0,387604	0,4712
Tratamento (T)	3	1,663612	0,554537	0,5226
P x T	3	4,137812	1,37927083	0,1641
Erro	16	11,384466	0,711529	
CV (%)	28,02			

TABELA 37A. Análise de variância e regressão para cinzas no músculo longíssimo lombar de suínos dos 70 aos 100 kg e dos 85 aos 100 kg alimentados com rações contendo diferentes níveis de óleo de canola

Fonte Variação	GL	SQ	QM	Pr>Fc
Tratamento	3	0,04390	0,0146333	0,0437
Linear	1	0,0264	0,026403	0,0228
Falta de Ajuste	2	0,01749	0,008749	0,1595
Período	1	0,00735	0,00735	0,2100
Trat*Per	3	0,01055	0,003516	0,5036
Erro	16	0,068933	0,004308	
CV(%)= 5,97		R²= 0,60		

TABELA 38A. Análise de variância para colesterol no músculo longíssimo lombar de suínos dos 70 aos 100 kg e dos 85 aos 100 kg alimentados com rações contendo diferentes níveis de óleo de canola

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	Pr>Fc
Período (P)	1	824,502037	824,502037	0,0052
Tratamento (T)	3	296,448245	98,816081	0,3243
P x T	3	257,790279	85,930093	0,3826
Erro	16	1263,767533	78,985471	
CV (%)	27,87			

TABELA 39A. Análise de variância para índice de substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBA) do músculo longíssimo lombar de suínos dos 70 aos 100 kg e dos 85 aos 100 kg alimentados com rações contendo diferentes níveis de óleo de canola

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	Pr>Fc
Período (P)	1	0,9600	0,9600	0,6204
Tratamento (T)	3	6,0433	2,0144	0,6648
P x T	3	18,7300	6,2433	0,2157
Erro	16	60,2200	3,763775	
CV (%)	98,64			

TABELA 40A. Análise de variância para porcentagem de ácido linoléico (C18:2n-6) no músculo longíssimo lombar de suínos dos 70 aos 100 kg alimentados com rações contendo diferentes tipos de óleo

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	Pr>Fc
Bloco (B)	3	115,883853	38,627951	0,0630
Tratamento (T)	4	166,758393	41,689598	0,0437
Erro	11	130,046963	11,822451	
CV (%)	47,60			

TABELA 41A. Análise de variância para relação entre ácidos graxos n-6:n-3 no músculo longíssimo lombar de suínos dos 70 aos 100 kg alimentados com rações contendo diferentes tipos de óleo

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	Pr>Fc
Bloco (B)	3	1238,903960	412,967987	0,4545
Tratamento (T)	4	6905,545378	1726,386344	0,0354
Erro	10	4362,602623	436,260262	
CV (%)	88,34			

TABELA 42A. Análise de variância para colesterol total (Inicial) do sangue de suínos dos 70 aos 100 kg alimentados com rações contendo diferentes tipos de óleo

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	Pr>Fc
Bloco (B)	3	5765,544	1921,848	0,0009
Tratamento (T)	4	395,9272	98,98180	*****
Sexo (S)	1	2,289615	2,289615	*****
T x S	4	2241,529	560,3823	0,1039
Erro	27	7088,983	262,5549	
CV (%)	17,26			

***** = Valores muito acima dos demais apresentados.

TABELA 43A. Análise de variância para colesterol total (15° dia) do sangue de suínos dos 70 aos 100 kg alimentados com rações contendo diferentes tipos de óleo

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	Pr > Fc
Bloco (B)	3	14914,68	4971,560	0,0000
Tratamento (T)	4	2571,219	642,8046	0,0937
Sexo (S)	1	316,5186	316,5186	0,3053
T x S	4	2093,382	523,3455	0,1570
Erro	27	7828,500	289,9445	
CV (%)	19,27			

TABELA 44A. Análise de variância para colesterol total (Final) do sangue de suínos dos 70 aos 100 kg alimentados com rações contendo diferentes tipos de óleo

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	Pr > Fc
Bloco (B)	3	24839,92	8279,972	0,0186
Tratamento (T)	4	1869,686	467,4216	*****
Sexo (S)	1	0,0273372	0,0273372	*****
T x S	4	3030,639	757,6597	*****
Erro	25	51747,47	2069,899	
CV (%)	34,71			

***** = Valores muito acima do valor apresentado.

TABELA 45A. Análise de variância para triglicérides (Inicial) do sangue de suínos dos 70 aos 100 kg alimentados com rações contendo diferentes tipos de óleo

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	Pr > Fc
Bloco (B)	3	436,5835	145,5278	*****
Tratamento (T)	4	3558,133	889,5333	0,1013
Sexo (S)	1	777,5717	777,5717	0,1812
T x S	4	1706,980	426,7450	0,4079
Erro	27	11145,91	412,8116	
CV (%)	19,74			

***** = Valores muito acima dos demais apresentados.

TABELA 46A. Análise de variância para triglicérides (15° dia) do sangue de suínos dos 70 aos 100 kg alimentados com rações contendo diferentes tipos de óleo

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	Pr > Fc
Bloco (B)	3	8904,872	2968,291	0,0231
Tratamento (T)	4	625,2440	156,3110	*****
Sexo (S)	1	52,21224	52,21224	*****
T x S	4	978,5170	244,6293	*****
Erro	27	21509,79	796,6589	
CV (%)=20,65				

***** = Valores muito acima do valor apresentado.

TABELA 47A. Análise de variância para colesterol total no sangue de suínos dos 70 aos 100 kg alimentados com rações contendo diferentes níveis de óleo de canola

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	Pr>Fc
Tratamento (T)	3	473,779509	157,926503	0,7694
Erro (Rep.*T)	4	1633,173063	408,293266	0,0149
Colheita (C)	3	8854,020609	2951,340203	0,0001
T x C	9	667,982678	74,220298	0,5685
Erro	12	1014,0909	84,50758	
CV (%)	9,76			

TABELA 48A. Análise de variância para colesterol total no sangue de suínos dos 85 aos 100 kg alimentados com rações contendo diferentes níveis de óleo de canola

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	Pt>Fc
Tratamento (T)	3	2721,226713	907,075571	0,2752
Erro (Rep.*T)	4	1937,955425	484,488856	0,2615
Colheita (C)	3	2930,621738	976,873913	0,0706
T x C	9	3467,839037	385,315449	0,3766
Erro	12	3858,20527	321,51711	
CV (%)	18,02			

TABELA 49A. Análise de variância para colesterol em HDL no sangue de suínos dos 70 aos 100 kg alimentados com rações contendo diferentes níveis de óleo de canola

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	Pr>F _c
Tratamento (T)	3	1169,772300	389,924100	0,0635
Erro (Rep.*T)	4	518,794500	129,698637	0,2726
Colheita (C)	3	1308,289125	436,096375	0,0186
T x C	9	867,891125	96,432347	0,4341
Erro	12	1061,169850	88,430821	
CV (%)	24,56			

TABELA 50A. Análise de variância para colesterol em HDL no sangue de suínos dos 85 aos 100 kg alimentados com rações contendo diferentes níveis de óleo de canola

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	Pr>F _c
Tratamento (T)	3	250,350175	83,450058	0,1730
Erro (Rep.*T)	4	119,371875	29,842968	0,7188
Colheita (C)	3	582,571900	194,190633	0,0525
T x C	9	344,167225	38,240802	0,7189
Erro	12	680,611042	56,717535	
CV (%)	17,94			

TABELA 51A. Análise de variância para colesterol em LDL no sangue de suínos dos 70 aos 100 kg alimentados com rações contendo diferentes níveis de óleo de canola

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	Pr>F _c
Tratamento (T)	3	1305,144184	435,048061	0,0992
Erro (Rep.*T)	4	831,770412	207,942603	0,3420
Colheita (C)	3	5209,634559	1736,544853	0,0012
T x C	9	2505,677028	278,408559	0,2000
Erro	12	1996,4963	166,354136	
CV (%)	34,04			

TABELA 52A. Análise de variância para colesterol em LDL no sangue de suínos dos 85 aos 100 kg alimentados com rações contendo diferentes níveis de óleo de canola

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	Pr>F _c
Tratamento (T)	3	1816,938663	605,646221	0,4393
Erro (Rep.*T)	4	2158,350625	539,587656	0,2383
Colheita (C)	3	5309,841063	1769,947021	0,0153
T x C	9	4868,019562	540,891062	0,2202
Erro	12	4054,944917	337,91243	
CV (%)	43,45			

TABELA 53A. Análise de variância para colesterol em VLDL no sangue de suínos dos 70 aos 100 kg alimentados com rações contendo diferentes níveis de óleo de canola

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	Pr>F _c
Tratamento (T)	3	218,438863	72,812954	0,0735
Erro (Rep.*T)	4	43,191125	10,797781	0,7755
Colheita (C)	3	1361,584113	453,861371	0,0001
T x C	9	628,770112	69,863346	0,056
Erro	12	292,487275	24,373940	
CV (%)	26,79			

TABELA 54A. Análise de variância para colesterol em VLDL no sangue de suínos dos 85 aos 100 kg alimentados com rações contendo diferentes níveis de óleo de canola

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	Pr>F _c
Tratamento (T)	3	92,457034	30,819011	0,3599
Erro (Rep.*T)	4	86,624137	21,656034	0,7399
Colheita (C)	3	207,562184	69,187394	0,2453
T x C	9	364,087628	40,454180	0,5368
Erro	12	524,982412	43,748534	
CV (%)	43,02			

TABELA 55A. Análise de variância para extrato etéreo do fígado de suínos dos 70 aos 100 kg alimentados com rações contendo diferentes tipos de óleo

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	Pr>Fc
Bloco (B)	3	10,00742	3,335806	*****
Tratamento (T)	4	57,75952	14,43988	0,0983
Sexo (S)	1	13,59556	13,59556	0,1635
T x S	4	6,249766	1,562442	*****
Erro	27	178,9678	6,628436	
CV (%)	19,99			

***** = Valores muito acima dos demais apresentados.

TABELA 56A. Análise de variância para colesterol do fígado de suínos dos 70 aos 100 kg alimentados com rações contendo diferentes tipos de óleo

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	Pr>Fc
Bloco (B)	3	31263,75	10421,25	*****
Tratamento (T)	4	21528,29	5382,071	*****
Sexo (S)	1	17226,24	17226,24	0,2919
T x S	4	43325,62	10831,40	*****
Erro	27	402536,1	14908,75	
CV (%)	25,25			

***** = Valores muito acima do valor apresentado.

