

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**

**DESEMPENHO PRODUTIVO E REPRODUTIVO DE
CAPRINOS MACHOS ALIMENTADOS COM DIETA
CONTENDO GRÃOS DE LINHAÇA**

Autor: Egon José Fuck

Orientador: Prof. Dr. Gentil Vanini de Moraes

Co-orientador: Prof. Dr. Francisco de Assis F. de Macedo

“Tese apresentada, como parte das exigências para obtenção do título de DOUTOR EM ZOOTECNIA, no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá – Área de Concentração em Produção Animal”.

Maringá
Estado do Paraná
Junho - 2006

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
(Biblioteca Central - UEM, Maringá – PR., Brasil)

F951e Fuck, Egon José
Desempenho produtivo e reprodutivo de caprinos machos alimentados com dieta contendo grãos de linhaça / Egon José Fuck. - Maringá, PR : [s.n.], 2006. 76 f.

Orientador : Prof. Dr. Gentil Vanini de Moraes.
Tese(doutorado) - Universidade Estadual de Maringá. Centro de Ciências Agrárias, 2006.

1. Caprinos - Dieta alimentar - Linhaça(sementes).
2. Caprinos - Espermatogênese. 3. Caprinos histomorfometria testicular. 4. Caprinos - Desenvolvimento corporal. 5. Caprinos - Rendimento da carcaça. 6. Caprinos - Perfil de ácidos graxos - 6. Ácidos graxos poliinsaturados. 8. Ômega 3. I. Universidade Estadual de Maringá. Centro de Ciências Agrárias. II. Título.

CDD 21.ed.636.391

*"Conhecimento não é aquilo que você sabe,
mas o que você faz com aquilo que sabe."*

Aldous Huxley

*"Aquele que conhece os outros é sábio;
aquele que conhece a si mesmo é iluminado.
Aquele que vence os outros é forte;
aquele que vence a si mesmo é poderoso.
O sábio não se exhibe, e por isso brilha.
Ele não faz se notar, por isso é notado.
Ele não se elogia, e por isso tem mérito.
E porque não está competindo,
ninguém no mundo pode competir com ele."*

Tao Te King

Ao Deus Universal, que mesmo aos laicos, faz-nos acreditar na divindade pela perfeição aos mínimos detalhes da vida.

A meus pais, que com sua eterna preocupação, esperam que os filhos encontrem a paz, a harmonia e a felicidade próspera.

A minha família Eliane, Ana Carolina e Gabriel, que se posicionam como alicerce emocional para todas as fases da minha vida.

Dedico.

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. *Gentil Vanini de Moraes*, meu orientador, pois, “*ser orientador não é coisa de um dia. São atos, palavras e atitudes, que solidificam no tempo e não se apagam mais, o que o torna especial. A você que soube transmitir seus conhecimentos, suas experiências, compreender minhas ausências, apoiar-me em minhas dificuldades, e presentear-me com sua amizade meu maior agradecimento e meu profundo respeito*”.

A *Eliane*, minha esposa, por tudo, especialmente por nossos filhos Ana Carolina e Gabriel. Como sempre, as palavras não são suficientes para agradecer.

Ao Prof. Dr. *Francisco de Assis Fonseca de Macedo*, co-orientador, pela colaboração no desenvolvimento da tese.

A Prof^a. *Tânia Maria Segatelli*, pelos ensinamentos dos métodos histomorfométricos utilizados no presente no trabalho.

Ao Prof. *Selwyn Arlington Headley*, por ter colaborado no processamento dos testículos para análise histomorfométrica.

Aos **funcionários do Laboratório de Nutrição Animal**, pelas análises bromatológicas dos alimentos.

Ao **Departamento de Química**, pela atenção e disponibilidade nas análises de perfil de ácidos graxos por cromatografia.

Aos **funcionários do Laboratório de Reprodução Animal (Zeni) e da Fazenda Experimental da UEM (Nélson e Ezulpério)**, em Iguatemi, pelo apoio e dedicação no desenvolvimento deste projeto.

A acadêmica **Marcela Mataveli**, pela colaboração nas análises das patologias dos espermiogramas.

A empresa **Santa Lydia**, pela concessão do eletro-ejaculador para pequenos ruminantes durante o andamento da pesquisa.

Ao **Programa de Pós Graduação em Zootecnia da UEM**, pela oportunidade.

Ao **CNPq**, pelo suporte financeiro para o desenvolvimento desta pesquisa.

A minha equipe do **Hospital Veterinário S.O.S. ANIMAL**, pela retaguarda nos momentos de minha ausência.

A todos **os professores** ao longo da minha formação acadêmica: Colégio Sagrado Coração de Jesus (primário e ginásio), Colégio Agrícola de Camboriú (Segundo Grau Técnico), do Centro de Ciências Agroveterinárias da UDESC de Lages/SC (Faculdade de Veterinária), da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da UNESP de Botucatu/SP (Residência em Reprodução Animal e Obstetrícia) e da Universidade Estadual de Maringá (Mestrado em Produção Animal). A semente plantada no início foi regada ao longo de todo esse tempo e tornou-se uma árvore, que tem como objetivos dar muitos frutos.

E enfim, agradeço, sem demagogia, a colaboração e amizade daqueles que, mesmo não nomeados, direta ou indiretamente, através do convívio nestes anos de formação acadêmica ou pelo desempenho cortês de suas funções, tornaram o caminho mais agradável. São estes os *AMIGOS*, os *FAMILIARES*, os *COLEGAS* e os *FUNCIONÁRIOS*.

BIOGRAFIA DO AUTOR

EGON JOSÉ FUCK, filho de Mário Osmar Fuck e Justina Grein Fuck, nasceu em Monte Castelo, Santa Catarina, no dia 19 de setembro de 1968.

Em março de 1992, concluiu o curso de Medicina Veterinária pelo Centro de Ciências Agroveterinárias da Universidade do Estado de Santa Catarina, em Lages/SC.

Em março de 1993, concluiu a residência em Medicina Veterinária na área de Reprodução Animal e Obstetrícia pela Universidade do Estado de São Paulo (Unesp) – Campus de Botucatu/SP.

Em setembro de 1994, fundou a Clínica Veterinária S.O.S. ANIMAL, atual Hospital Veterinário S.O.S. ANIMAL, onde exerce a função de Diretor clínico.

Em março de 1999, iniciou o Programa de Pós Graduação em Zootecnia, em nível de Mestrado, na área de concentração em Produção Animal, na Universidade Estadual de Maringá, realizando estudos na área de Reprodução Animal.

Em julho de 2001, obteve o título de Mestre, defendendo a dissertação intitulada “Uso da Gonadotrofina Sérica de égua prenhe (eCG) em receptoras de embriões para avaliar o incremento da progesterona endógena no dia da inovulação, e sua correlação com a taxa de prenhez”.

Em março de 2003, iniciou o Programa de Pós Graduação em Zootecnia, em nível de Doutorado, na área de concentração em Produção animal, na Universidade Estadual de Maringá, realizando estudos na área de Reprodução Animal.

Em fevereiro de 2006 submeteu-se a qualificação e foi aprovado perante a banca do Programa de Pós Graduação em Zootecnia.

No dia 30 de junho de 2006, submeteu-se à banca para defesa da tese de Doutorado intitulado “**Desempenho produtivo e reprodutivo de caprinos machos alimentados com dieta contendo grãos de linhaça**” e foi aprovado por unanimidade.

ÍNDICE

	Página
ÍNDICE DE TABELAS.....	ix
TABELAS DO APÊNDICE.....	xi
RESUMO.....	01
ABSTRACT.....	02
I. INTRODUÇÃO.....	03
Literatura citada.....	11
II. OBJETIVOS GERAIS.....	16
III. Desempenho reprodutivo de caprinos machos alimentados com dieta contendo grãos de linhaça.....	17
Resumo.....	17
Abstract.....	18
Introdução.....	18
Material e métodos.....	22
Resultados e discussão.....	28
Conclusões.....	36
Agradecimentos.....	37
Literatura citada.....	37
IV. Inclusão de grãos de linhaça na dieta de caprinos sobre o desenvolvimento corporal, os níveis bioquímicos de colesterol e frações, o rendimento de carcaça e o perfil de ácidos graxos no músculo <i>Longissimus</i> <i>dorsi</i>	42
Resumo.....	42
Abstract.....	43
Introdução.....	43
Material e métodos.....	47
Resultados e discussão.....	51

Conclusões.....	59
Agradecimentos.....	59
Literatura citada.....	60
V. CONCLUSÕES GERAIS.....	64
VI. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	65
VII. APÊNDICES.....	67

ÍNDICE DE TABELAS

	Página
I. INTRODUÇÃO	03
Tabela 1 - Evolução do rebanho caprino no Brasil e na Região Sul do país, de 1990 a 1998 (x 1000).....	03
Tabela 2 – Variação do rebanho caprino no Brasil, Região Nordeste e na Região Sul do país, de 1999 a 2004 (x 1000).....	04
II. ARTIGO I - “Desempenho reprodutivo de caprinos machos alimentados com dieta contendo grãos de linhaça”.....	17
Tabela 1 - Composição percentual e química das rações experimentais (% MS).....	23
Tabela 2 - Teores médios dos ácidos graxos ($\omega 6$: $\omega 3$) das rações experimentais.....	24
Tabela 3 . Composição do diluente Leite em pó desnatado para caprinos.....	26
Tabela 4 . Análise das variáveis observadas e intervalos de confiança <i>Bootstrap</i> para a diferença de médias dos dados de avaliação do Perímetro Escrotal (PE) e do peso testicular (PT) de caprinos tratados com grão de linhaça e controle no período de dezembro de 2004 a junho de 2005	29
Tabela 5 . Análise das variáveis observadas e intervalos de confiança <i>Bootstrap</i> para a diferença de médias dos dados de coleta de sêmen de caprinos tratados com grão de linhaça e dieta controle no período de dezembro de 2004 a junho de 2005.....	30
Tabela 6 . Análise das variáveis observadas e intervalos de confiança <i>Bootstrap</i> para a diferença de médias dos dados de contagem de células <i>Leydig</i> e os teores de testosterona sanguínea de caprinos tratados com grão de linhaça e dieta controle no período de dezembro de 2004 a junho de 2005.....	31

Tabela 7. Teste <i>t</i> e teste F para verificação de igualdade de médias e para verificação de igualdade de variância média da taxa de prenhez das cabras Saanen inseminadas com pool de sêmen à fresco de machos caprinos tratados com grão de linhaça e dieta controle no período de dezembro de 2004 a junho de 2005.....	32
III. ARTIGO II - “Inclusão de grãos de linhaça na dieta de caprinos sobre o desenvolvimento corporal, os níveis bioquímicos de colesterol e frações, o rendimento de carcaça e o perfil de ácidos graxos no músculo <i>Longissimus dorsi</i> ”	42
Tabela 1- Composição percentual e química das rações experimentais (% MS).....	48
Tabela 2- Teores médios dos ácidos graxos ($\omega 6$: $\omega 3$) das rações experimentais.....	49
Tabela 3. Análise das variáveis médias observadas e intervalos de confiança médio <i>Bootstrap</i> para a diferença de médias dos dados das variáveis bioquímicas obtidas do sangue de caprinos machos tratados com grão de linhaça e dieta controle no período de dezembro de 2004 a junho de 2005.....	52
Tabela 4. Análise das variáveis observadas e intervalos de confiança <i>Bootstrap</i> para a diferença de médias dos dados de avaliação de peso e rendimento de carcaça obtidas de caprinos machos tratados com grão de linhaça e dieta controle no período de dezembro de 2004 a junho de 2005.....	53
Tabela 5. Análise das variáveis observadas e intervalos de confiança <i>Bootstrap</i> para a diferença de médias dos dados de avaliação das carcaças obtidas de caprinos tratados com grão de linhaça e dieta controle no período de dezembro de 2004 a junho de 2005.....	54
Tabela 6. Teste <i>t</i> e teste F para verificação de igualdade de médias e para verificação de igualdade de variância média da conversão alimentar dos caprinos alimentados com grão de linhaça e dieta controle no período de dezembro de 2004 a junho de 2005.....	59

TABELAS DO APÊNDICE

	Página
Tabelas do Apêndice do Artigo I	67
Tabela 1A. Teste F para verificação de igualdade de variância dos dados de avaliação de peso e perímetro escrotal (PE) de caprinos tratados com grão de linhaça e dieta controle.....	68
Tabela 2A. Teste <i>t</i> para verificação de igualdade de médias dos dados de avaliação de peso e perímetro escrotal (PE) de caprinos tratados com grão de linhaça e controle.....	68
Tabela 3A. Teste F para verificação de igualdade de variância dos dados de coleta de sêmen de caprinos tratados com grão de linhaça e dieta controle.....	69
Tabela 4A. Teste <i>t</i> para verificação de igualdade de médias dos dados de coleta de sêmen de caprinos tratados com grão de linhaça e dieta controle.....	70
Tabela 5A. Teste F para verificação de igualdade de variância dos dados de contagem de células de <i>Leydig</i> e os teores de testosterona sanguínea de caprinos tratados com grão de linhaça e dieta controle.....	71
Tabela 6A. Teste <i>t</i> para verificação de igualdade de médias dos dados de contagem de células de <i>Leydig</i> e os teores de testosterona sanguínea de caprinos tratados com grão de linhaça e dieta controle.....	71

Tabelas do Apêndice do Artigo II	72
Tabela 1B. Teste F para verificação de igualdade de variância dos dados das variáveis bioquímicas obtidas do sangue de caprinos machos tratados com grão de linhaça e dieta controle.....	72
Tabela 2B. Teste t para verificação de igualdade de médias dos dados das variáveis bioquímicas obtidas do sangue de caprinos machos tratados com grão de linhaça e dieta controle.....	72
Tabela 3B. Teste F para verificação de igualdade de variância dos dados de avaliação de peso e rendimento de carcaça obtidas de caprinos machos tratados com grão de linhaça e dieta controle.....	73
Tabela 4B. Teste t para verificação de igualdade de médias dos dados de avaliação de peso e rendimento de carcaça obtidas de caprinos machos tratados com grão de linhaça e dieta controle.....	74
Tabela 5B. Teste F para verificação de igualdade de variância dos dados de avaliação das carcaças obtidas de caprinos machos tratados com grão de linhaça e dieta controle.....	75
Tabela 6B. Teste t para verificação de igualdade de médias dos dados de avaliação das carcaças obtidas de caprinos machos tratados com grão de linhaça e dieta controle.....	76

RESUMO

Objetivou-se avaliar os efeitos dos ácidos graxos poliinsaturados fornecidos pela adição na dieta de semente de linhaça na produção e reprodução de caprinos. Doze animais da raça Bôer e Anglonubiano foram divididos, aleatoriamente, em dois grupos, confinados e submetidos à dieta isoenergética e isoprotéica, com 9,5% de semente de linhaça e uma dieta controle. Os animais foram acompanhados dos 4 aos 12 meses de idade e avaliaram-se o desenvolvimento testicular, espermatogênese, teor sanguíneo de testosterona, fertilidade e histomorfometria, o desenvolvimento corporal, níveis bioquímicos de triglicerídeos, colesterol e frações, rendimento de carcaça e perfil de ácidos graxos no músculo *Longissimus dorsi*. A análise estatística foi realizada pela metodologia de *BootStrap* em um delineamento experimental inteiramente casualizado. As variáveis de reprodução avaliadas foram: 1) o desenvolvimento testicular (circunferência escrotal inicial - CEi, circunferência escrotal final - CEF, e peso testicular); 2) espermatogênese (volume, turbilhão, motilidade, vigor, pH, concentração, patologias maiores e menores e os teores sanguíneos de testosterona); 3) fertilidade (inseminaram-se as fêmeas, previamente sincronizadas, com pool de sêmen à fresco, dos melhores ejaculados de cada grupo e observou-se a taxa de prenhez); e 4) histomorfometria testicular (número de células de Leydig por testículo e por grama de testículo). As variáveis de produção foram: 1) o ganho de peso; 2) rendimento de carcaça; 3) conversão alimentar; 4) teores de triglicerídeos; 5) teor de colesterol/frações sanguíneas e 6) perfil de ácidos graxos na carcaça (lipídeo total, ômega 3, ômega 6, gorduras saturadas, ácidos graxos poliinsaturados, relação ômega-6:ômega-3, relação gorduras saturadas/poliinsaturadas). Todas as variáveis, com exceção dos teores de triglicerídeos e VLDL não apresentaram diferenças ($P>0,05$). Com isto, conclui-se que nas condições em que o experimento foi realizado, a semente de linhaça adicionada na dieta não melhorou o desenvolvimento testicular, a espermatogênese, a fertilidade e também não promoveu melhoria no ganho corporal e perfil de ácidos graxos poliinsaturados das carcaças dos caprinos.

Palavras-chave: ácidos graxos poliinsaturados, caprinos, espermatogênese, linhaça, ômega 3, qualidade de carcaça, reprodução animal, sêmen

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the effects of polyunsaturated acids provided by linseed on production and reproduction of goats, when it was added in the diet. Twelve goats were randomly divided in two groups of goats belonging to the Boer and Anglo-nubian races, in feedlot and submitted to isoenergetic and isoproteic diet with 9.5% of linseed and a control diet. The animals were observed from 4 to 12 months old and the testicular development, spermatogenesis, testosterone blood levels, fertility and histomorphometry, body development, biochemical levels of triglycerides, cholesterol and fractions, carcass yielding and the fatty acids profile in the *Longissimus dorsi* muscle were evaluated. The statistical analysis was accomplished by the *Bootstrap* methodology, using a randomly design experimental. The reproductive variables evaluated were: 1) testicular development (initial scrotal circumference - iSC, final scrotal circumference - fSC, and testicular weight); 2) spermatogenesis (volume, wave motion sperm, progressive motility, vigor, pH, concentration, primary and secondary pathologies and testosterone blood levels); 3) fertility (~~the~~ previously synchronized females were inseminated with a pool of fresh semen **from** ~~of~~ the best ejaculated ones in each group and checked the pregnancy rate); and 4) testicular histomorphometry (number of Leydig cells per testicle and per gram of testicle). The variables of production were: 1) weight gain; 2) carcass yielding; 3) feeding conversion; 4) triglycerides levels; 5) cholesterol/blood fraction levels and 6) the profile of fatty acids in the carcass (total fat, omega-3, omega-6, saturated fats, unsaturated fatty acids, omega-6/omega-3 proportion, saturated/unsaturated fats proportion). All the variables, with the exception of the triglycerides and VLDL levels did not present differences ($p>0.05$). So it was concluded that in this experiment conditions the linseed did not improved testicular development, spermatogenesis, fertility and also it did not improved body gain and unsaturated fatty acids profile in goats carcasses.

Key Words: animal reproduction, carcass yielding, goat, linseed, ômega-3, semen, spermatogenesis, unsaturated fatty acids

I. INTRODUÇÃO

Os caprinos, desde sua domesticação há 9000 anos, espalharam-se por todos os continentes entre latitudes equatoriais e árticas, desenvolvendo-se tanto em zonas úmidas quanto em zonas áridas (Brown & Restall, 1996). Nos últimos anos a caprinocultura brasileira tem mostrado crescimento elevado junto com a demanda crescente por carne caprina em função de suas propriedades dietéticas, pois apresenta baixos teores de colesterol, gorduras saturadas e calorias, quando comparada com as demais carnes vermelhas (Madruga, 1999). De acordo com este autor isto tem impulsionado o aumento da produção de cabritos para abate, gerando a necessidade de melhoria nos sistemas de produção.

É indiscutível a elevação da procura por produtos oriundos de caprinos como leite e subprodutos, carne e peles pelo mercado consumidor brasileiro e externo, potenciais subexplorados (Milczewski & Sotomaior, 2002). Estes autores afirmaram ainda que os dados existentes sobre a caprinocultura brasileira são inconsistentes, fato que também gera dificuldade para controlar o desenvolvimento e a produção.

O IBGE (1999) mostra que o rebanho nacional de caprinos oscilou entre 10 a 12,1 milhões entre 1997 e 1998. Neste período, o Sul representou 3,26 a 4,2% da população caprina brasileira, totalizando entre 455.094 a 485.074 animais. Na Tabela 1, a seguir, mostra-se a evolução do rebanho no Brasil e na região sul do país, de 1990 a 1998.

Tabela 1 – Variação do rebanho caprino no Brasil e na Região Sul do país, de 1990 a 1998 (x 1000).

País/Estados	1990	1992	1994	1996	1998
BRASIL	11900	12159	10876	11477	11807
Sul	455	451	428	403	485
PR	265	270	228	204	196
SC	84	65	70	72	69
RS	107	116	129	126	119

Fonte: IBGE(1999).

Porém, no período de 1999 a 200 a região sul diminuiu ainda mais o seu rebanho oficial, com o nordeste mantendo a hegemonia na caprinocultura com 93% do total nacional, conforme se apresenta na Tabela 2.

Tabela 2 – Variação do rebanho caprino no Brasil, Região Nordeste e na Região Sul do país, de 1999 a 2004 (x 1000)

Estado/Pais/ Região	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Brasil	8.622	9.346	9.537	9.429	9.581	10.046
Nordeste	8.032	8.741	8.908	8.790	8.905	9.331
Sul	182	181	187	194	205	219
Parana	79	78	81	85	92	97
Santa Catarina	29	31	34	36	31	38
Rio Grande do Sul	74	72	75	77	75	84

Fonte: IBGE (2006)

Nos estabelecimentos do sul, onde a caprinocultura representa a atividade principal, o sistema de criação é, geralmente, o intensivo, utilizando-se também os confinamentos (Milczewski & Sotomaior, 2002). Estes autores afirmaram que dentre os vários fatores que levam os criadores a confinar os animais, como propriedades pequenas e influência européia, outro fator importante é a impossibilidade da convivência da espécie caprina em altas lotações e o clima sulino que favorece a ocorrência de verminose.

A SEAB (1998) estimou um decréscimo da população de caprinos de 265.000 animais, em 1990, para 165.000 em 1991, e o mesmo órgão verificou uma queda mais acentuada chegando a 85.000 em 2002, mostrando diminuição do interesse por esta atividade. Entre vários fatores estranguladores na caprinocultura (Milczewski & Sotomaior, 2002), um em destaque é a reprodução e dentro da reprodução, merece atenção as técnicas de inseminação artificial (IA) e transferência de embriões (TE), pois se o uso for ampliado e aprimorado, permite obter reprodutores de valor genético elevado para melhorar o rebanho. No entanto, estes pesquisadores mencionaram que a possibilidade de criação de animais mais produtivos e de condomínios que facilitam o escoamento da produção está valorizando o caprino no sul do país, fornecendo ânimo novo ao desenvolvimento de condições que transformem a caprinocultura em uma atividade profissional.

A dieta dos ruminantes é caracterizada por baixa concentração de lipídeos, resultante de dietas tradicionais compostas por espécies forrageiras (Modesto et al., 2002), destacando que para elevar esta fração na dieta, tem sido utilizado os grãos de leguminosas, gorduras de origem animal, gorduras ou óleos vegetais protegidos com produtos que evitam a ação dos microrganismos no rúmen.

Recentemente, têm sido desenvolvidas algumas pesquisas para tentar explicar a complexa relação que existe entre os ácidos graxos essenciais e a reprodução, como o mecanismo que envolvem a síntese de prostaglandina F₂ α (Petit et al., 1998; Petit et al., 2002; Martin, 2004). Além da prostaglandina, a suplementação de gordura pode elevar as concentrações de colesterol sanguíneo (Stanko et al., 1997), metabólito precursor dos hormônios esteróides (Marks et al., 1996).

Os ácidos graxos são classificados em monoinsaturados e poliinsaturados, sendo que os poliinsaturados são divididos em ômega 3 e ômega 6 (Leningher et al., 1995), salientando que a localização da primeira ligação dupla, contando do último metil da molécula de ácido graxo, é que distingue essa classe. Os ácidos graxos ômega 6 são representados pelo ácido linoléico, enquanto os ômega 3 são representados pelo ácido alfa linolênico (Leningher et al., 1995). Estes ácidos graxos são considerados essenciais porque os mamíferos não podem sintetizá-los e precisam obtê-los da dieta (Teitelbaum & Walker, 2001).

Muitas pesquisas têm avaliado fontes alternativas, visando otimizar o uso nas rações (Ramalho et al., 1998; Martin, 2004), sendo que os óleos ou gorduras surgem como boa opção energética, já que, além de outras vantagens, são mais energéticos do que os carboidratos. Associado a este fato, vários trabalhos, com bovinos, demonstraram que a adição de lipídeos, na ração, causa mudanças metabólicas e hormonais nos animais (Müller, 2003; Cavalieri, 2005). O mecanismo fisiológico exato pelo qual os lipídeos interferem no metabolismo e reprodução animal ainda permanece incerto, mas sabe-se que a adição de ácidos graxos poliinsaturados (AGPI) aumenta as concentrações sanguíneas do hormônio do crescimento, insulina, colesterol, lipoproteína de baixa densidade (LDL), lipoproteína de alta densidade (HDL), triglicerídeos e progesterona, influenciando os processos reprodutivos (Ryan et al., 1992; Stanko et al., 1997; Thomas et al., 1997; Cavalieri, 2005).

As gorduras e os óleos são alternativas energéticas que podem ser utilizadas na alimentação animal (Raes et al., 2004). A adição de gordura nas rações animais tem como objetivo aumentar o conteúdo energético, melhorar a utilização da proteína e das

vitaminas lipossolúveis, suprir os ácidos graxos essenciais, aumentar sua apetibilidade, diminuir a pulverulência e, conseqüentemente, diminuir o desperdício de ração (Cheeke, 1995; Manzano et al., 1995).

A semente de linhaça é reconhecida por conter altos teores de ácidos graxos poliinsaturados, alcançando níveis médios de 53,3 % de ômega 3 (ácido linolênico-C18:3) do total dos ácidos graxos (US Department of Agriculture, 1998).

Os esteróides são lipídeos estruturais presentes nas membranas da maioria das células eucarióticas, sendo o colesterol o mais importante esterol nos tecidos animais (Lehninger et al., 1995). Além de constituir membranas biológicas, o colesterol possui atividades biológicas específicas e essenciais, como, por exemplo, participar da síntese dos ácidos biliares, da vitamina D e ser o precursor dos hormônios esteróides (Alberts et al., 1997).

Henricks (1991) afirmou que a progesterona, a testosterona e o 17- β estradiol são esteróides intimamente relacionados e são sintetizados a partir do colesterol, o qual pode ser oriundo da síntese “de novo” a partir do acetato, do colesterol armazenado no interior das células ou do colesterol lipoprotéico. Estudos têm mostrado que o HDL e o LDL são substratos dos tecidos esteroideogênicos (Veldhuis et al., 1987; Henricks, 1991; Gore-Langton & Armstrong, 1994).

As diferentes espécies animais apresentam diferenças no que diz respeito à resistência espermática ao congelamento, em que os espermatozóides de bovinos suportam melhor o processo (Henricks, 1991). Sabe-se também que o principal fator envolvido nessa resistência é a membrana plasmática dos espermatozóides (Alberts et al., 1997). De acordo com estes últimos pesquisadores as espécies que apresentam espermatozóides mais resistentes ao choque térmico são aquelas em que estas células contêm maior concentração de colesterol na membrana, menor superfície da cabeça e maior proporção de ácidos graxos insaturados x saturados que proporcionam maior fluidez de membrana.

Vários trabalhos conduzidos nos últimos anos, com animais ruminantes, principalmente vacas, têm evidenciado vantagens reprodutivas quando são alimentados com rações contendo gordura (Raes et al., 2004). Luccy et al. (1992) destacaram que concentrações de gordura acima de 3% da matéria seca da ração proporcionaram melhoria significativa no “status” reprodutivo de vacas leiteiras. Esta melhora, de acordo com Wehrman et al. (1991), Ryan et al. (1992), Staples et al. (1996),

Lammoglia et al. (1997) e Fuck et al. (2000) incluem o aumento na concentração sanguínea de progesterona, mudanças metabólicas e alteração na foliculogênese.

Thomas et al. (1997), também trabalharam com vacas alimentadas com rações sem a adição de gordura e suplementadas com gordura animal saturada, óleo de soja e óleo de peixe e observaram que os animais alimentados com ração contendo óleo de soja apresentaram maior número de folículos médios, concluindo que o uso de gordura poliinsaturada nas rações influenciou o crescimento folicular e aumentou as concentrações sanguíneas de HDL colesterol, hormônio de crescimento (GH) e do fator de crescimento ligado à insulina (IGF-I) no fluido folicular. Resultados semelhantes foram obtidos por Stanko et al. (1997), ao concluírem que a adição de 4,21% de ácidos graxos poliinsaturados (AGPI), na ração, maximizou o crescimento folicular ovariano. Portanto, a nutrição pode influenciar o pico e a concentração destes hormônios e, conseqüentemente, alterar o crescimento das ondas foliculares (Thomas et al., 1997; Martin, 2004). Dentre os fatores nutricionais, a suplementação de gordura tem sido estudada por causar efeitos benéficos na reprodução, como os aumentos na concentração sanguínea de progesterona, no tamanho do folículo ovulatório, no número de folículos ovarianos, na longevidade do corpo lúteo, na taxa de concepção e na gestação (Staples et al., 1996; Martin, 2004). Estes efeitos também foram observados por Thomas et al. (1997), ao testar três fontes de gordura: (1) gordura saturada; (2) óleo de soja e (3) óleo de peixe, contra o tratamento testemunha (sem gordura), em vacas recebendo dietas isoenergéticas e isoprotéicas. Os autores verificaram que a inclusão de 4% de óleo de soja na matéria seca (MS), aumentou quatro vezes o número de folículos de 4,0 a 9,9 mm de diâmetro em relação ao grupo controle. Também observaram que a suplementação de gordura regulava o crescimento folicular, mediante concentrações sanguíneas elevadas de insulina, HDL, GH e IGF-I no fluido folicular.

A adição de gordura na dieta pode aumentar a ingestão de energia líquida e, portanto, decrescer a duração e a magnitude do “status” energético negativo (Fuck et al., 2000; Martin, 2004). No entanto, Oldick et al. (1997) verificaram que a gordura da dieta pode afetar o desempenho reprodutivo independente dos efeitos no “status” energético, evidenciando que os efeitos no desempenho animal podem ser dependentes do perfil de ácidos graxos (AG) da fonte de gordura.

Os eicosanóides são derivados do ácido araquidônico (C20:4) e possuem três classes: as prostaglandinas, as tromboxanas e os leucotrienos (Lehninger et al., 1995). Desta maneira, como as prostaglandinas são sintetizadas a partir dos ácidos graxos, a

suplementação de gordura poderá exercer influência na sua síntese, embora os mecanismos exatos envolvidos sejam ainda desconhecidos (Petit et al., 2002). Pesquisas realizadas por Petit et al. (1998) e Martin (2004) mostraram que o perfil de ácidos graxos melhora a taxa de prenhez. Petit et al. (1998) encontraram taxas de prenhez de 50% quando houve suplementação de fonte de ácidos graxos ômega 6 (ácido linoléico) e de 89% quando a fonte foi de ômega- 3 (ácido linolênico), indicando que faz-se necessário conhecer o perfil de ácidos graxos dos suplementos fornecidos, além do tipo de gordura a ser administrada aos animais (origem animal ou origem vegetal).

Existem várias fontes de gordura que podem ser utilizadas na dieta de ruminantes (Raes et al., 2004). Estas se estendem desde o óleo de soja (Ryan et al., 1992) até gorduras de origem vegetal ou animal protegidas (Highshoe et al., 1991) e sementes inteiras de oleaginosas (Talavera et al., 1985; Williams, 1989). As sementes de oleaginosas são bastante utilizadas por conterem altas concentrações de lipídeos e por apresentarem uma proteção natural, liberando gradativamente o óleo. Este é liberado à medida que o animal vai consumindo através da mastigação, chegando em pequenas frações no ambiente ruminal (Coppock & Wilks, 1991), reduzindo a biohidrogenação. É importante salientar, porém, que o rúmen não tolera altas quantidades de gordura, a qual pode perturbar a fermentação (Van Soest, 1994). O fornecimento de gordura saturada ou insaturada na ração de ruminantes em níveis superiores a 7% da MS, geralmente, causa decréscimo no consumo voluntário de alimentos e na digestibilidade de alguns nutrientes (Coelho da Silva & Leão, 1979), por inibir a atuação de microrganismos (Coppock & Wilks, 1991).

Devido à atenção que o consumidor tem dado para a relação entre dieta e saúde, há uma crescente preocupação com o conteúdo de gordura e colesterol dos produtos de origem animal (Raes et al., 2004). Recomenda-se a redução da ingestão de gordura, principalmente as ricas em colesterol e ácidos graxos saturados e aumento no consumo de ácidos graxos mono e poliinsaturados, com a finalidade de diminuir o risco de obesidade, câncer e doenças cardiovasculares (Jakobsen, 1999).

Existem técnicas disponíveis para aumentar a insaturação e reduzir o teor relativo de ácidos graxos saturados e *trans*-monoinsaturados nas carnes dos ruminantes, aumentando a proporção de ácidos graxos poliinsaturados na dieta destes animais, o que é favorável à saúde humana (Geay et al., 2001).

Sabe-se que no rúmen ocorre o processo de biohidrogenação de uma grande quantidade de ácidos graxos insaturados presentes na dieta, o que conduz à formação de

lipídios saturados e ácidos graxos *trans*-monoinsaturados que se depositam nos tecidos desses animais (Demeyer & Doreau, 1999). De acordo com Staples et al. (2001), uma certa proporção de ácidos graxos insaturados não sofre biohidrogenação completa antes de passar para o duodeno. Para Jenkins (1993), 86,6% a 95,3 % dos ácidos graxos poliinsaturados são biohidrogenados pelos microrganismos ruminais até ácidos graxos menos insaturados. Os ácidos linoléico (C18:2) e linolênico (C18:3) são os principais ácidos graxos dos vegetais, encontrando-se em quantidades muito pequenas na gordura corporal dos ruminantes (Modesto et al., 2002). Para os autores, os ácidos linoléico e linolênico são considerados essenciais, por não serem sintetizados pelos animais, devendo fazer parte da dieta dos mesmos como “alimentos funcionais”, objetivando modificar o perfil de ácidos graxos da carne e leite de ruminantes, aumentando, assim, a proporção de ácidos graxos essenciais, presentes, em abundância, em óleos vegetais como girassol, canola, soja e linhaça, entre outros.

No que se refere ao efeito da adição de AGPI sobre a carcaça de cordeiros, vários trabalhos têm sido apresentados (Yamamoto, 2003; Cooper et al., 2004; Bolte et al., 2002), em suínos (Kouba et al., 2003), e, em bovinos (Scollan et al., 2001; Raes et al., 2004; Scilowski et al., 2005). Bolte et al. (2002) testaram o efeito de três dietas: uma alta em ácido oléico (C18:1), outra alta em ácido linoléico (C18:2) e uma sem inclusão de gordura. No trabalho, estes autores utilizaram a semente de girassol como fonte de ácido linoléico para suplementar 36 cordeiros. A inclusão de semente de girassol foi capaz de alterar o perfil de AG da carcaça dos cordeiros, pois os alimentados com esta fonte apresentaram maiores quantidades de C18:2 no tecido adiposo e no músculo. O total de ácido linoléico conjugado (CLA) (cis-9, trans 11 e cis-10, trans-12) foi de três a quatro vezes maiores nestes animais. Deve-se, portanto, dar atenção às reportagens conflitantes que aparecem, diariamente, a respeito da gordura na dieta humana, surgindo, então, oportunidades para os cientistas da área animal melhorar o valor nutricional da gordura produzida pelos animais (Romans et al., 1995). Isto ocorre porque os produtos comestíveis obtidos de animais ruminantes são caracterizados pela alta quantidade de gordura saturada, o que leva os consumidores manifestarem menor interesse por este tipo de produto (Bessa et al., 2000). Para estes autores, dentro deste contexto de desvalorização da gordura proveniente de produtos de ruminantes, os resultados de dados experimentais revelam que o aumento dos isômeros do CLA nas carcaças age como potentes agentes anticarcinogênicos. Isto faz com que os produtos

dos ruminantes sejam revalorizados, pois a gordura destes animais é enriquecida, naturalmente, por estas fontes de ácidos graxos (Bessa et al., 2000).

O uso específico de AGPI na androgênese foi avaliado em galos (Andreazzi et al, 1997; Cerolini & Pizzi, 2003; Bava & Toschi, 2004), coelhos (Andreazzi, 2002), suínos (Paulenz et al., 1999), em eqüinos (Pascoe, 2006), mostrando resultados positivos na qualidade do sêmen, porém não se encontram trabalhos que tenham avaliado tais efeitos na espermatogênese de ruminantes, embora existam em fêmeas.

Assim, realizou-se o presente trabalho com o objetivo de avaliar os efeitos da semente da linhaça como fonte de ômega 3 no desenvolvimento corporal e testicular, alterações no perfil de ácidos graxos poliinsaturados na carcaça, o comportamento e produção seminal ao longo da estação de monta e a fertilidade na inseminação artificial em caprinos. Como resultados desta pesquisa, a seguir, serão apresentados os trabalhos:

- a) Desempenho reprodutivo de cabritos alimentados com ácidos graxos poliinsaturados fornecidos pela adição de sementes de linhaça (*Linun usitatissimum*) na dieta.
- b) Efeito da suplementação de óleos poliinsaturados pela inclusão de semente de linhaça (*Linun usitatissimum*) na dieta de caprinos sobre o desenvolvimento corporal, os níveis bioquímicos de colesterol e frações, o rendimento de carcaça e o perfil de ácidos graxos no músculo *Longissimus dorsi*.

Literatura citada

ALBERTS, B.; BRAY, D.; LEWIS, J. et al. **Biologia Molecular da célula**, 3. ed., Porto Alegre: Artes Médicas, 1997. 1291 p.

ANDREAZZI, M.A. **Avaliação da qualidade do sêmen e dos níveis séricos de testosterona em coelhos alimentados com rações contendo diferentes fontes de óleos vegetais**. Maringá, PR: Universidade Estadual de Maringá – UEM, 2002. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Estadual de Maringá, 2002.

- ANDREAZZI, M.A.; RIGOLON, L.P.; BARBOSA, M.J.B. et al. Influência da alimentação com canola em grão sobre a qualidade do sêmen de galos. **Arquivos de Ciências da Saúde Unipar**, v.1, n.1, p. 13-15, 1997.
- BAVA, L.; TOSCHI, Y. Effect of addition to the diet of linseed oil and vitamin E on semen quality in cocks. **Rivista Di Avicola**, v. 73, v. 1, p. 38-40, 2004.
- BESSA, R.J.B.; SANTOS-SILVA, J.; RIBEIRO, J.M.R. et al. Reticulus rumen biohydrogenation and the enrichment of ruminant edible products with linoleic acid conjugated isomers. **Livestock Production Science**, v. 63, p. 201-211, 2000.
- BOLTE, M.R.; HESS, B.W.; MEANS, W.J. et al. Feeding lambs high oleage of high linoleate safflower seeds differentially influences carcass fatty acid composition. **Journal of Animal Science**, v. 80, p. 609-616, 2002.
- BROWN S.W.W.; RESTALL, B.J. Environmental and social factors affecting reproduction. In: INTERNACIONAL CONFERENCE ON GOATS, 6, 1996. Beijing. **Proceedings**, v.2, p. 762-775, 1996.
- CAVALIERI, F.L.B.; SANTOS, G.T.; MATSUSHITA, M. et al. Milk production and mil composition of dairy cows fed lac 100 or whole flaxseed. **Canadian Journal Animal Science**, v. 85, p. 413-416, 2005.
- CEROLINI, S.; PIZZI, F. Lipid manipulation of chicken semen by dietary means and its relation to fertility: a review. **World Poultry Science Journal**, v. 59, n. 1, p. 65-75, 2003.
- CHEEKE, P.R. **Alimentación y nutrición del conejo**. Zaragoza: Acribia, 1995. 429 p.
- COELHO DA SILVA, J.F.; LEÃO, M.I. **Fundamentos de nutrição dos ruminantes**. Piracicaba: Ed. Livroceres, 1979. 384 p.
- COOPER S.L.; SINCLAIR, L.A. Manipulation of the n-3 polyunsaturated fatty acid content of muscle and adipose tissue in lambs. **Journal of Animal Science**, v. 82, p. 1461-1470, 2004.
- COPPOCK, C.E.; WILKS, D.L. Supplemental fat in high energy rations for lactating cows: effects on intake, digestion, milk yield, and composition. **Journal of Animal Science**, v. 69, p. 3826-3837, 1991.
- DEMEYER, D.; DOREAU, M. Targets and procedures for altering ruminant meat and milk lipids. **Proc. Nutr.Soc.** v. 58, p. 593-607, 1999.
- FUCK, E.J.; MORAES, G.V.; SANTOS, G.T. Fatores nutricionais na reprodução das vacas leiteiras. I – Energia e proteína. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v. 24, n. 3, p. 147-161, jul/set 2000.
- GEAY, Y.; BAUCHART, D.; HOCQUETTE, J.F. et al. Effect of nutritional factors on biochemical, structural and metabolic characteristics of muscles in ruminants,

consequences on dietetic value and sensorial qualities of meat. **Reproduction Nutrition Development**, v.41, p.1-26, 2001.

GORE-LANGTON, R.E.; ARMSTRONG, D.T. **Follicular steroidogenesis and its control**. In: Knobil, E., Neill, J.D. The physiology of reproduction. 2. ed. New York: Raven Press, v.1, p. 571-627, 1994.

HENRICKS, D.M. **Biochemistry and physiology of the gonadal hormones**. In: Cupps, P.T. Reproduction in domestic animal. 4. ed. San Diego: Academic Press, p. 81-118, 1991.

HIGHTSHOE, R.B.; COCHRAN, R.C.; CORAH, L.R. et al. Effects of calcium soaps of fatty acids on postpartum reproductive function in beef cows. **Journal of Animal Science**, v. 69, p. 4097-4103, 1991.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Síntese das informações disponibilizadas pelo IBGE**, 1999. <http://www.ibge.gov.br/brasil_em_sintese/default.htm>. Acessado em 01/02/2003.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Síntese das informações disponibilizadas pelo IBGE**, 2006. <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/pecua/default.asp?t=2&z=t&o=20&u1=1&u3=1&u4=1&u5=1&u6=1&u2=5>>. Acessado em 05/03/2006.

JAKOBSEN, K. Dietary modifications of animal fats: status and future perspectives. **Fett / Lipid**, v. 101, p. 475-483. 1999.

JENKINS, T.C. Lipid metabolism in the rumen. **Journal of Dairy Science**, v. 76, p. 3851-3863, 1993.

KINSELLA, J.E.; SHIMP, J.L. Fatty acid content and composition of freshwater finfish. **Journal of Animal Chemical Society**, v. 54, p. 424-429, 1997.

KOUBA, M.; ENSER, M. Effect of a high-linolenic acid diet on lipogenic enzyme activities, fatty acid composition, and meat quality in the growing pig. **Journal of Animal Science**, v. 81, p. 1967-1979, 2003.

LAMMOGLIA, M.A.; WILLARD, S.T.; HALFORD, D.M. et al. Effects of dietary fat on follicular development and circulating concentrations of lipids, insulin, progesterone, estradiol 17 β , 13,14dihydro-15-keto-prostgladin F₂alpha, and growth hormone in estrous cyclic Brahman cows. **Journal of Animal Science**, v. 75, p. 1591-1600, 1997.

LEHNINGER, L.; NELSON, D.L.; COX, M.M. **Princípios de bioquímica**. 2. ed. São Paulo: Sarvier, 1995. 839 p.

LUCCY, M.C.; SAVIO, J.D.; BADINGA, L. et al. Factors that affect ovarian follicular dynamics in cattle. **Journal of Animal Science**, v. 70, p. 3615-3626, 1992.

- MADRUGA, M.S. Carne caprina: uma alternativa para o nordeste. In: SIMPOSIO DE PRODUÇÃO ANIMAL DO NORDESTE, I, 1999, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: SEBRAE, 1999. p. 88.
- MANZANO, A.; WANDERLEY, R.C.; ESTEVES, S.N. Óleo de soja e gordura animal na alimentação de equinos. **Revista Brasileira de Zootecnia.**, v. 24, n. 5, p. 788-799, 1995.
- MARKS, D.B.; MARKS, A.D.; SMITH, C.M. **Basic Medical Biochemistry.** USA: Willians & Wilkins ed., 1996. 806 p.
- MARTIN, J. Improving dairy cow fertility with essential fatty acids. **General Trends**, p. 4-5, 2004.
- MILCZEWSKI, V.; SOTOMAIOR, C. **Produção e produtividade da caprinocultura no Sul do Brasil. Departamento Técnico da CAPRIPAR.** Projeto plataforma CAPRINOCULTURA SUL DO BRASIL – CNPq. Coordenador Prof. Francisco de Assis Fonseca de Macedo. UEM/PR. Contato e-mail: fafmacedo@uem.br, 2002.
- MODESTO, E. C.; SANTOS, G.T.; VILELA, D. et al. Efeitos nutricionais e metabólicos de dietas ricas em ácidos graxos poliinsaturados para os ruminantes e os benefícios para o homem. **Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoologia da Unipar**, v. 5, n. 1, p. 119-134, 2002.
- MÜLLER, M. **Fontes de gordura e flushing no desempenho de novilhas e vacas de corte no pós parto.** Maringá, PR: Universidade Estadual de Maringá – UEM, 2003. Dissertação (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Estadual de Maringá, 2003. 148 p.
- OLDICK B.S.; STAPLES, C.R.; THATCHER, W.W. et al. Abomasal infusion of glucose and fat effect on digestion, production, and ovarian and uterine functions of cows. **Journal of Dairy Science**, v. 80, p. 1315-1328, 1997.
- PASCOE, E. Stallions: feeding for breeding. **Practitioner Horseman**, v. 34, n. 1, p. 89, 2006.
- PAULENZ, H.; TAUGBOI, O.; KOMMISRUDE, E. et al. Effect of dietary supplementation with cod liver oil on cold shock and freezability of boar semen. **Reproduction of Domestic Animals.**, n. 34, v. 5, p. 431-435, 1999.
- PETIT, H.V. ; DEWHURST, J.G.; PROULX, J.G. Milk yield and reproduction of dairy cows with fed saturated or unsaturated fat. **Journal of Dairy Science**, v. 81, p. 302 (supplement 1), 1998.
- PETIT, H.V.; DEWHURST, R. J.; SCOLLAN, N.D. Milk production and composition, ovarian function, and prostaglandin secretion of dairy cows feeding omega 3 fats. **Journal of Dairy Science**, v 85, p. 889-899, 2002.

- RAES, K.; SMET, S. DE ; DEMEYER, D. Effect of dietary fatty acids on incorporation of long chain polyunsaturated fatty acids and conjugated linoleic acid in lamb, beef and pork meat: a review. **Animal Feed Science and Technologies.**, v. 112, p. 199-221, 2004.
- RAMALHO, R.M.; GOMES, P.C.; ALBINO, L.F.T. et al. Efeito da enzima betaglucanase nos valores de aminoácidos verdadeiros do triticale, utilizando galos cectomizados. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35, 1998, Botucatu. **Anais...** Botucatu:SBZ, p. 165-167, 1998.
- ROMANS, J.R.; JOHNSON, R.C.; WULF, D.M. et al. Effects of ground flaxseed in swine diets on pig performance and on physical and sensory characteristics and omega-3 fatty acid content of pork: I. Dietary level of flaxseed. **Journal of Animal Science**, v. 73, p. 1982-1986, 1995.
- RYAN, D.P.; SPOON, R.A.; WILLIAMS, G.L. Ovarian follicular characteristics, embryo recovery, and embryo viability in heifers fed high fat diets and treated with follicle stimulating hormone. **Journal of Animal Science**, v. 70, p. 3505-3513, 1992.
- SCOLLAN, N.D.; CHOI, N.J. Manipulating the fatty acid composition of muscle and adipose tissue in beef cattle. **British Journal of Nutrition**. V, 85, n. 1, p. 115-124, 2001.
- SEAB - SECRETARIA DA AGRICULTURA E ABASTECIMENTO. **Agropecuária no Paraná**, 1998. <<http://www.pr.gov.br/seab/>>. Acessado em 01/07/2003.
- SEAB - SECRETARIA DA AGRICULTURA E ABASTECIMENTO. **Agropecuária no Paraná**, 2002. <<http://www.pr.gov.br/seab/deral/nppr.pdf>>. Acessado em 01/03/2006.
- STANKO, R.L.; FAJERSON, P.; CARVER, L.A. Follicular growth and metabolic changes in beef heifers fed incremental amounts of polyunsaturated fat. **Journal of Animal Science**, v. 75, p. 223, 1997.
- STAPLES, C.R.; THATCHER, W.W. Influence of supplemental fat on reproductive tissues of dairy cow. **Journal of Dairy Science**, v. 79, Supplement 1, 1996.
- TALAVERA, F.C.S.; PARK, J.; WILLIAMS, G.L. Relationship among dietary lipid intake, serum cholesterol, and ovarian function in Holstein heifers. **Journal of Animal Science**, v. 60, p. 1045-1051, 1985.
- TEITELBAUM, J.E.; WALKER, W.A. Source, elongation, and desaturation of polyunsaturated fatty acids. **Journal of Nutrition Biochemistry**, v. 12, p. 21-32, 2001.
- THOMAS, M.G.; BAO, B.; WILLIAMS, G.L. Dietary fats varying in their fatty acid composition differentially influence growth in cows fed with isoenergetic diets. **Journal of Animal Science**, v. 75, p. 12-25, 1997.

- US DEPARTMENT OF AGRICULTURE. **Food composition standard release**. USA: Dep Agr. Ed, v. 12, 1998. 229p.
- VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. Illinois: Cornell Univ. Press, 1994. 476 p.
- VELDHIUS J.D.; NESTLER, E.; STRAUSS, J.F. The insulin like growth factor, somatomedin-C, modulates low density lipoprotein metabolism by swine granulose cells. **Endocrinology**, v. 121, p. 340, 1987.
- WERHMAN, M.E.; WELSH, J.R.; WILLIAMS, G.L. Diet induced hyperlipidemy in cattle modifies the intrafollicular cholesterol environment, modulates ovarian follicular dynamics, and hastens the onset of postpartum luteal activity. **Biology Reproduction**, v. 45, p. 514-522, 1991.
- WILLIAMS G.L. Modulation of luteal activity in postpartum beef cows through changes in dietary lipid. **Journal of Animal Science**, v. 67, p. 785-793, 1989.
- YAMAMOTO, S.M. **Desempenho, digestibilidade e características de carcaças de cordeiros, terminados com dietas contendo diferentes óleos vegetais**. Maringá, PR. Universidade Estadual de Maringá, 2003. 88 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia), UEM, 2003.

II. OBJETIVOS GERAIS

1. Avaliar o grão de linhaça como fonte de ácidos graxos poliinsaturados (AGPI) adicionado na dieta de caprinos, no desenvolvimento e histomorfometria testicular, na espermatogênese, no teor de testosterona sangüínea e no índice de prenhez em fêmeas inseminadas, utilizando-se o sêmen fresco destes animais.

2. Avaliar o grão de linhaça como fonte de ácidos graxos poliinsaturados (AGPI) adicionado na dieta de caprinos, no ganho de peso, rendimento de carcaça, nos teores de triglicerídeos, colesterol e frações sanguíneas e no perfil de ácidos graxos da carcaça.

III. Desempenho reprodutivo de caprinos machos alimentados com dieta contendo grãos de linhaça.

III. Reproductive performance of male goats fed with diet containing whole linseed.

Resumo

Objetivou-se avaliar os efeitos dos grãos de linhaça (ricos em ômega 3) adicionados na dieta de caprinos sobre a performance reprodutiva. Os animais das raças Boer e Anglonubiano foram divididos, aleatoriamente, em dois grupos, confinados e submetidos às dietas isoenergética e isoprotéicas com 9,5% de grãos de linhaça e uma dieta controle. Os animais foram acompanhados dos 4 aos 12 meses de idade, avaliando-se o desenvolvimento testicular e histomorfometria, espermatogênese, teor de testosterona sanguínea e fertilidade. As análises estatísticas foram realizadas pela metodologia de BootStrap em um modelo experimental inteiramente casualizado. O desenvolvimento testicular avaliado pelo perímetro escrotal inicial (CEi), perímetro escrotal final (CEf) e peso testicular não apresentaram diferenças estatísticas ($P>0,05$) entre os tratamentos. Para avaliar a espermatogênese, mensurou-se, nas coletas de sêmen, o volume, turbilhão, motilidade progressiva, vigor, pH, concentração de espermatozoides por mm^3 de sêmen, patologias primárias e secundárias e os teores sanguíneos de testosterona, não tendo havido efeito dos tratamentos ($P>0,05$). Para avaliar a fertilidade utilizou-se um “pool” de sêmen fresco dos melhores ejaculados de cada grupo e inseminaram-se 15 fêmeas para cada grupo, previamente sincronizadas, não havendo diferenças na taxa de prenhez ($P>0,05$) entre os tratamentos. Para analisar a histomorfometria dos testículos, os animais foram castrados e os testículos, depois de processados, analisados por microscopia para avaliar o número de células de Leydig por testículo e por grama de testículo, não tendo observado diferenças entre os tratamentos ($P>0,05$). Com isto, concluiu-se que nas condições que o experimento foi realizado, a semente de linhaça não melhorou o desenvolvimento testicular, a espermatogênese e a fertilidade dos caprinos.

Palavras-chave: espermatogênese, reprodução animal, testosterona, sêmen, ômega-3, taxa de prenhez.

Abstract

The objective was to evaluate the effects of polyunsaturated acids provided by linseed on reproductive parameters, when it was added in goat's diets. They were randomly divided in two groups belonging to the Boer and Anglo-nubian breeds, in feedlot and submitted to isoenergetic and isoproteic diet with 9.5% of linseed and a control diet. The animals were observed from 4 to 12 months old, evaluating the testicles development, spermatogenesis, testosterone level, fertility and testicular histomorphometry. The variables were analyzed by the *BootStrap* methodology, utilizing a randomly experimental model. The testicular development evaluated by the initial scrotal circumference (iSC), final scrotal circumference (fSC) and testicular weight did not present differences ($P>0.05$) between treatments. In order to evaluate spermatogenesis, volume, wave motion of sperm, progressive motility, vigor, pH, concentration of spermatozoa/ mm^3 of semen, and primary and secondary pathologies were measured in the sperm collection and testosterone blood levels, but all variables were not affected by the treatments ($P>0.05$). In order to evaluate fertility, a pool of fresh semen from the best ejaculated in each group was used and then previously synchronized females were inseminated and there was no pregnancy differences ($P>0.05$) between treatments. In order to analyze testicular histomorphometry, the animals were castrated and the testicles analyzed by microscopy to evaluate the number of Leydig cells per testicle and per gram of testicle. Also, there was no difference found between the treatments ($P>0.05$). So, it was concluded that in this experiment conditions, the linseed was not viable to improve the testicular development, spermatogenesis and fertility.

Key Words: animal reproduction, goat, omega-3, pregnancy rate, semen, spermatogenesis, testosterone.

Introdução

Recentemente, têm sido desenvolvidas algumas pesquisas na tentativa de explicar a complexa relação que existe entre os ácidos graxos essenciais e a reprodução,

como o mecanismo que envolve a síntese de prostaglandina F_{2α} (Petit et al., 1998; Petit et al., 2002; Martin, 2004). Além da prostaglandina F_{2α}, a suplementação de gordura pode elevar as concentrações de colesterol sanguíneo (Stanko et al., 1997), sendo este precursor dos hormônios esteróides (Marks et al., 1996). Dentre os esteróides, a testosterona desempenha um papel importante na produção de espermatozóides e é influenciada pela sazonalidade (Cavalcante, 2003).

Trabalhos com bovinos, ovinos e suínos (Raes et al., 2004), demonstraram que a adição de lipídeos, na ração, causa mudanças metabólicas e hormonais nos animais. O mecanismo fisiológico exato ainda permanece incerto, mas sabe-se que a adição de ácidos graxos poliinsaturados (AGPI) aumenta as concentrações sanguíneas do hormônio do crescimento, insulina, colesterol HDL, triglicerídeos e progesterona, influenciando os processos reprodutivos (Ryan et al., 1992; Stanko et al., 1997; Thomas et al., 1997).

Em todas as espécies (Martin Rillo et al., 1996) os fosfolipídeos são os principais componentes lipídicos dos espermatozóides, caracterizados por conterem grandes quantidades de ácidos graxos poliinsaturados – PUFAs, o que sugere que a composição de lipídeos e ácidos graxos dos espermatozóides pode ser um fator determinante das taxas de fertilidade.

O grão de linhaça é reconhecido por conter altos níveis de ácidos graxos poliinsaturados, alcançando teores médios de 53,3 % de ômega 3 (ácido linolênico-C18:3) do total dos ácidos graxos (US Department of Agriculture, 1998).

Os esteróides são lipídeos estruturais presentes nas membranas da maioria das células eucarióticas, sendo o colesterol o mais importante esteroide nos tecidos animais (Lehninger et al., 1995). Além de constituir as membranas biológicas, o colesterol

participa da síntese dos ácidos biliares, da vitamina D e dos hormônios esteróides (Alberts et al., 1997).

Henricks (1991) salientou que a progesterona, a testosterona e o 17- β estradiol são esteróides intimamente relacionados e são sintetizados a partir do colesterol, o qual pode ser oriundo da síntese “de novo” a partir do acetato, do colesterol intracelular armazenado ou do colesterol lipoprotéico. Estudos têm mostrado que o colesterol lipoproteína de alta densidade (HDL) como o colesterol lipoproteína de baixa densidade (LDL) são substratos para os tecidos esteroideogênicos (Veldhuis et al., 1987; Henricks, 1991; Gore-Langton et al., 1994).

As espécies animais apresentam diferenças no que diz respeito à resistência espermática ao congelamento (Henricks, 1991), em que os espermatozóides de bovinos suportam melhor o processo. Sabe-se que o principal fator envolvido nesta resistência é a membrana plasmática dos espermatozóides (Alberts et al., 1997). De acordo com estes últimos pesquisadores, as espécies que apresentam espermatozóides mais resistentes ao choque térmico são aquelas em que estas células contêm maior concentração de colesterol na membrana, menor superfície da cabeça e maior proporção de ácidos graxos insaturados x saturados. Blesbois et al. (1997) verificaram que altos níveis de ácidos graxos poliinsaturados (AGPI) ricos em ômega 3, adicionados na dieta de galos, incrementaram os níveis de AGPI ômega 3 na membrana espermática e isto foi associado a um aumento na qualidade seminal e fertilidade.

Para Robinson et al. (1998), as células luteais de vacas alimentadas com dietas ricas em ômega 3 produzem significativa elevação da progesterona. Isto sugere (Abayasekara & Wathes, 1999), que os produtos da oxigenação dos AGPI ômega 3, denominados de prostaglandinas trienóicas, são capazes de estimular a produção de progesterona pelas células luteais, embora não exista evidência direta. Contudo, os

achados de que a Prostaglandina E₃ estimula a síntese de testosterona pelas células de Leydig do peixe dourado tendem a suportar esta hipótese (Wade et al., 1994).

Como fontes de ômega-3 pode-se usar óleo de peixe, óleos vegetais, grãos e forragens ricas neste ácido graxo (Raes et al., 2004). As observações destes autores são de que os grãos contêm altos teores de ômega-6, resultando em uma alta razão ômega-6/ômega-3, porém, uma das exceções é o grão de linhaça que é rico em ômega-3, em que cada kg de material fresco contém 350 g de gorduras, das quais 53% é ômega-3 e, como consequência, apresenta baixa razão ômega-6/ômega-3.

Muitos estudos têm sido realizados para avaliar o uso da linhaça como fonte de ômega-3 na nutrição de suínos (Cherian & Sim, 1995; Enser et al., 2000; Riley et al., 2000) ou em bovinos (Choi et al., 2000; Raes et al., 2002, 2004;; Müller, 2003; Martin, 2004; Cavalieri, 2005).

O uso específico de AGPI na androgênese foi avaliado em galos (Andreazzi et al., 1997; Cerolini et al., 2003; Bava, et al., 2004), em coelhos (Andreazzi, 2002), em suínos (Paulenz et al., 1999) e em equinos (Pascoe, 2006), mostrando resultados positivos na qualidade do sêmen. Porém, existe escassez de informações do uso dos AGPI, principalmente, dos ácidos graxos ômega 3 e seus efeitos na espermatogênese de ruminantes, em especial em caprinos.

Assim, este trabalho teve por objetivo avaliar os efeitos dos ácidos graxos poliinsaturados na reprodução de caprinos confinados através da adição dos grãos de linhaça, como fornecedor de ômega 3, na dieta.

Material e Métodos

O trabalho foi desenvolvido no setor de caprinocultura da Fazenda Experimental da Universidade Estadual de Maringá, em Iguatemi, distrito de Maringá/PR.

Doze animais dos grupos raciais Anglonubiano e Bôer, foram identificados e distribuídos conforme peso, sendo confinados e arraçoados com dietas isoenergética, isoproteicas e isominerais, elaboradas de acordo com as exigências nutricionais dos animais (NRC, 1981) e analisadas de acordo com as descrições de Silva (1990). Foram divididos em dois grupos de seis animais com três animais de cada grupo racial, tendo peso médio inicial de 18,28 e 19,20 kg para os grupos controle e linhaça, respectivamente. Um dos grupos não recebeu grão de linhaça e outro se incluiu 9,5% de grão de linhaça na matéria seca (MS) da dieta, que proporcionaram 2,30% e 5,78% de extrato etéreo (EE) para os grupos controle e linhaça, respectivamente. A composição percentual e química das dietas experimentais pode ser verificada Tabela 1. Os animais tiveram um período de adaptação de um mês, tendo-se iniciado o experimento em dezembro de 2004 e concluído em junho de 2005. A Tabela 2 mostra a composição dos principais ácidos graxos dos tratamentos utilizados.

A partir do dia em que se iniciou o experimento, mensalmente, os animais foram pesados e tomada a medida do perímetro escrotal. Uma vez por mês, no mesmo horário do dia (14:00 h), foi coletado sangue, por venopunção da jugular com agulha hipodérmica 40X12 para avaliação dos teores de testosterona. Após a coleta, o sangue foi imediatamente centrifugado a 3000 rpm (1307 força g) por 15 minutos, em temperatura ambiente. Depois de obtido o soro as amostras foram congeladas a -18°C até a realização das análises laboratoriais pelo método de quimioluminescência (IMM2K.-Immulate 2000-DPC).

Tabela 1- Composição percentual e química das dietas experimentais (% MS)

Table 1 – Percentage and chemical composition of experimental diets (% DM)

Ingredientes (%) <i>Ingredients(%)</i>	Dietas experimentais <i>Experimental diets</i>	
	Controle <i>Control</i>	Linhaça <i>Linseed</i>
Feno de aveia <i>Oat hay</i>	35,00	35,00
Milho moído <i>Ground corn grain</i>	44,00	37,40
Farelo de soja <i>Soybean meal</i>	16,70	13,80
Calcário <i>Limestone</i>	0,70	0,70
Sal Mineral * <i>Mineral salt</i>	3,00	3,00
Fosfato bicálcico <i>Dicalcium phosphate</i>	0,60	0,60
Semente de linhaça <i>Whole Linseed grain</i>	-	9,50

Nutrientes (%) <i>Nutrients (%)</i>	Controle <i>Control</i>	Linhaça <i>Linseed</i>
Matéria seca (MS) <i>Dry matter (DM)</i>	92,00	88,16
Proteína Bruta (PB) <i>Crude protein (CP)</i>	15,19	15,38
Extrato Etéreo (EE) <i>Ethereal extract (EE)</i>	2,30	5,78
Fibra detergente neutro (FDN) <i>Neutral detergent fiber (NDF)</i>	30,28	31,45
Matéria mineral (MM) <i>Mineral matter (MM)</i>	4,3	4,3
NDT <i>TDN</i>	67,51	68,37

* Caprinophós® - Tortuga– Níveis de garantia/Kg: Vitamina A 35.000,00 UI.; Vitamina D3 68.000,00 UI; Vitamina E 450,00 UI; Cálcio 240,00 g; Fósforo 71,00 g; Potássio 28,20 g; Enxofre 20,00 g; Magnésio 20,00 g; Cobre 400,00 mg; Cobalto 30,00 mg; Cromo 10,00 mg; Ferro 2.500,00 mg; Iodo 40,00 mg; Manganês 1.350,00 mg; Selênio 15,00 mg; Zinco 1.700,00 mg; Flúor (Máx.) 710,00 mg; Solubilidade do Fósforo (P) em Ácido Cítrico A 2% (Min.) 95%

Caprinophós® - Tortuga – Warranty levels/kg: Vitamin A 35,000.00 IU; Vitamin D3 68,000.00 IU.; Vitamin E 450.00 IU.; Calcium 240.00 g; Phosphorus 71.00 g; Potassium 28.20 g; Sulfur 20.00 g; Magnesium 20.00 g; Copper 400.00 mg; Cobalt 30.00 mg; Chromium 10.00 mg; Iron 2,500.00 mg; Iodine 40.00 mg; Manganese 1,350.00 mg; Selenium 15.00 mg; Zinc 1,700.00 mg; Fluorine (máx.) 710.00 mg; Phosphorus soluble (P) in citric acid 2% (min.) 95%

Tabela 2- Teores médios dos ácidos graxos ($\omega 6$: $\omega 3$) das dietas experimentaisTable 2- Average levels of fatty acids ($\omega 6$: $\omega 3$) composition of experimental diets

Extrato Etéreo e Ácidos Graxos(%) <i>Ethereal Extract and Fatty Acids (%)</i>	Dietas experimentais <i>Experimental diets</i>	
	Controle	Linhaça
	<i>Control</i>	<i>Linseed</i>
Extrato Etéreo <i>Ethereal Extract (EE)</i>	2,30	5,78
Ômega 3 ($\omega 3$)	0,91	3,81
Ômega 6 ($\omega 6$)	18,34	16,27
Razão $\omega 6$: $\omega 3$ <i>$\omega 6$: $\omega 3$ ratio</i>	20,15	4,27

Aos seis meses de idade (puberdade) foi iniciado o programa de coleta de sêmen, duas vezes por semana, com vagina artificial, utilizando como manequim uma cabra estrogenizada (Cipionato de estradiol – N.C. - ECP[®] – Upjohn – dose 1 mL, IM). Estes dados foram obtidos de janeiro a junho de 2005, fase de fotoperíodo descendente, favorável à atividade reprodutiva da espécie. Os animais tiveram um mínimo de 8 coletas e o máximo de 22 coletas para análise dos dados. O exame do ejaculado foi realizado logo após cada coleta e consideraram-se os seguintes parâmetros macro e microscópicos: volume (mL), turbilhão (0 a 5 pontos), motilidade espermática progressiva (0 a 100%), vigor (0 a 5 pontos), concentração espermática por mm³ obtido através de câmara de Neubauer ($\times 10^9$) e índice de anormalidades, seguindo a rotina de análise proposta por Evans & Maxwell (1987).

A colheita do sêmen foi feita com vagina artificial própria para caprinos de acordo com as recomendações de Fuck & Moraes (2005). Nos animais em que não foi possível coletar com a vagina artificial, utilizou-se o eletroejaculador específico para pequenos ruminantes, com intensidades elétricas de 40 a 50 miliampères (mA) e 12 volts, em intervalos de 5 segundos (Traldi, 1994). Para isto o animal foi contido em decúbito lateral e o pênis exposto da bainha prepucial, para evitar que o ejaculado

ficasse retido no prepúcio durante a ejaculação, tendo-se padronizado o volume para 1,0 mL/colheita.

Avaliou-se o volume (mL) diretamente no copo coletor. O tubo coletor contendo o sêmen ficou em banho maria a 37°C. Após verificou-se, no microscópio de contraste de fase com objetiva de 10 X, o movimento de massa (turbilhonamento), utilizando-se uma gota de sêmen em lâmina a 37°C. Em seguida, mediu-se o pH com o papel tornassol (Fita indicadora universal de pH, Merck®). Em uma lâmina de microscopia a 37°C, mantido sobre uma placa aquecedora, foram colocadas 30 gotas de citrato de sódio dihidratado a 3% e 1 gota de sêmen utilizando-se pipeta de Pasteur (0,03 ml/gota), os quais foram homogeneizados e, desta mistura, retirou-se uma gota que foi colocada em uma outra lâmina a 37°C para se observar a motilidade progressiva e o vigor através do microscópio com contraste de fase com objetiva de 40 X (Olympicus®). Deste homogeneizado foram feitos dois esfregaços para posterior avaliação da morfologia espermática, os quais foram secados sobre a placa aquecedora a 37°C.

A seguir, foi determinada a concentração de espermatozóides, preenchendo-se a pipeta de Sahli com 0,02 mL de sêmen, o qual foi colocado num copo tipo becker contendo 8 mL de cloreto de sódio 3%, obtendo-se a diluição de 1:400. Em continuidade, homogeneizou-se a mistura e, por capilaridade, preencheu-se a câmara de Neubauer dupla “improved”, previamente preparada com a fixação da lamínula com solução de glicose a 25%. Em microscopia de 40 X, contaram-se os espermatozóides que se encontravam no interior de cada quadrado maior e aqueles que se encontravam com a cabeça sobre a linha tripla que forma o ângulo inferior esquerdo, tendo sido contados cinco quadrados maiores. O cálculo da concentração foi efetuado segundo metodologia descrita por Mies Filho (1987).

As lâminas de esfregaços foram coradas pelo método de Willians (1920), modificado por Lagerlof (1934) citado por Fuck & Moraes (2005) e analisadas as patologias maiores e menores, tendo sido contados 100 espermatozóides por colheita/animal.

Em abril de 2005, foram constituídos dois grupos aleatórios de 15 fêmeas caprinas da raça Saanen, com 6 a 7 pontos de escore corporal, na escala de 10 pontos, e com equivalência em relação ao número de crias. Cada grupo foi inseminado com o pool de sêmen dos melhores ejaculados de cada grupo daquele dia. A dose inseminante foi de 300×10^6 espermatozóides vivos/inseminação/fêmea com sêmen a fresco diluído em meio à base de leite em pó desnatado a 10% (Tabela 3). Após o cálculo do número de doses, foi feita a diluição, derramando-se o diluidor, vagorosamente, pelas paredes do recipiente que continha o sêmen.

Em seguida, foram avaliadas, novamente, a motilidade progressiva e o vigor para determinar a viabilidade do sêmen, envasou-se o diluído em palhetas de 0,5 mL e prosseguiu-se realizando a inseminação propriamente dita, via transcervical profunda.

Tabela 3. Composição do diluente leite em pó desnatado para caprinos.

Table 3. Powder milk extender composition to goat

Ingrediente <i>Ingredient</i>	Quantidades <i>Quantity (Amounts)</i>
Leite em pó desnatado ¹ (g) <i>Powder skim milk (g)</i>	10
Glicose anidra destrógena (mg) <i>Dextrous anhydrous glucose (mg)</i>	194
Penicilina G sódica (UI) <i>Sodium G Penicillin</i>	90.000
Diidroestreptomicina (g) <i>Diidrostreptomycin</i>	0,1
Água destilada qsp <i>Distilled water sqt</i>	100

¹- Aquecido a 90 °C por 10 minutos para neutralizar a lactenina.

Warmed at 90°C for 10 minutes to neutralize the lactenin

Fonte: Fuck & Moraes (2005)

As fêmeas foram sincronizadas com esponja intravaginal (3,5 cm comprimento x 2,5 de largura) de densidade 33, impregnadas com 50 mg de acetato de medroxiprogesterona (MAP) (1 mL de Promone-E[®] – Upjohn), mais um barbante de algodão para retirar as esponjas no final do programa. As esponjas foram aspergidas com “spray” de antibiótico (Terracortril[®] – Pfizer) e foram colocados com um espéculo tipo bico de pato com auxílio de um êmbolo para fixar a esponja no fundo do saco vaginal. Foi associada ao MAP meia dose de cloprostenol (1 mL - Croniben[®] - Biogenesis), via IM e 300 UI de Gonadotrofina coriônica eqüina (Folligon[®] – Intervet), via IM, ambos aplicados no nono dia de tratamento com MAP. Aos 11 dias de tratamento com progesterona, retirou-se o implante vaginal e observou-se o cio. As cabras foram inseminadas com sêmen a fresco, pelo método intracervical profundo, após detecção do cio pelo rufião, sendo feito à primeira 12 horas e a segunda 24 horas após detecção do cio pela monta do rufião. Todos os animais foram examinados por ultra-sonografia trans-abdominal com equipamento DMS Explorer (Danatech[®] - EUA), 55 dias após a IA para diagnóstico de gestação e avaliação dos dados conforme indicações de Chalhoub et al. (2005).

Após o término das colheitas de sêmen os animais foram castrados e os testículos processados para análise histomorfométrica. Os testículos foram seccionados ao meio e fixados em formol tamponado a 10%. Após sete dias de fixação foram submetidos à metodologia de rotina para inclusão em parafina e realização de cortes por micrótomo com espessura de 5 µm. A seguir, foram corados pelo método de Hematoxilina-Eosina (HE), segundo Maia (1979). O volume individual de uma célula de Leydig foi obtido do volume nuclear e a proporção entre núcleo e citoplasma, conforme metodologia de Segatelli (2003). Foram medidas, para cada animal, o diâmetro de trinta núcleos, mostrando nucléolos evidentes e forma esférica. O volume

nuclear foi expresso em μm^3 e obtida pela fórmula $(4/3)\pi R^3$, onde R = diâmetro nuclear/2. Para calcular a proporção entre núcleo e citoplasma, uma graticula de 441 pontos foi colocada sobre o material seccionado por meio da ocular do microscópio e avaliado na objetiva de 40 X, tendo sido contados, para cada animal, 200 pontos sobre as células de Leydig. O número de células de Leydig por testículo e por grama de testículo foi estimado a partir do volume individual das células de Leydig e o volume ocupado pelas células de Leydig no parênquima testicular (Segatelli, 2003).

O delineamento estatístico foi o inteiramente casualizado, utilizando a análise de *BootStrap* (Efron & Tishirani, 1993; Davison & Hinkley, 1997). Foi aplicado o Teste *t* para verificação de igualdade de médias dos dados e o Teste *F* para verificação de igualdade de variância dos dados ($P < 0,05$).

Resultados e Discussão

As médias do perímetro escrotal inicial (PEi) foram 18,0 cm e 17,67 cm, do perímetro escrotal final (PEf) de 23,67 cm e 24,33 cm e do peso testicular (PT) de 218 g e 236,5 g, para os grupos controle e linhaça, respectivamente (Tabela 4).

Na análise do sêmen coletado encontraram-se médias para as variáveis volume de 1,10 e 0,97 mL; de turbilhão de 3,32 e 3,74 pontos; da motilidade de 54,33% e 57,57 %; do vigor de 3,68 e 4,02 pontos; do pH de 6,93 e 6,92; da concentração de 2,32 e 2,87 $\times 10^9$; das patologias secundárias de 16,06% e 15,69 %; das patologias primárias de 38,83% e 41,47 %, nos grupos controle e linhaça, respectivamente (Tabela 5).

Tabela 4. Análise das variáveis observadas e intervalos de confiança *Bootstrap* para a diferença de médias dos dados de avaliação do perímetro escrotal (PE) e do peso testicular (PT) de caprinos tratados com grão de linhaça e controle no período de dezembro de 2004 a junho de 2005.

Table 4. Analysis of the observed variables and Bootstrap confidence intervals for average difference of the evaluation data of the scrotal circumference (SC) and testicular weight (TW) of goats treated with whole linseed and control diet from December 2004 to June 2005.

Variáveis <i>Variables</i>	Grupo <i>Group</i>	\bar{x}	IC(\bar{x};95%) <i>CI(\bar{x};95%)</i>	DP <i>SD</i>	IC(DP;95%) <i>CI(SD;95%)</i>	IC Bootstrap (95%)¹ <i>IC Bootstrap (95%)¹</i>
PE Inicial (cm)	Controle	18,00	(15,01;20,98)	2,84	(1,77;6,98)	
<i>Initial SC (cm)</i>	Linhaça	17,67	(13,70;21,63)	3,77	(2,35;9,26)	
	Diferença	0,33	(-3,96;4,63)	3,34	(2,33;5,86)	(-3,25;3,58)
PE final (cm)	Controle	23,67	(21,68;25,64)	1,88	(1,17;4,63)	
<i>Final SC (cm)</i>	Linhaça	24,33	(22,58;26,07)	1,66	(1,03;4,07)	
	Diferença	-0,67	(-2,95;1,622)	1,77	(1,24;3,12)	(-2,41;1,16)
Aumento PE (cm)	Controle	5,67	(4,43;6,89)	1,16	(0,72;2,86)	
<i>Increase SC (cm)</i>	Linhaça	6,67	(3,61;9,72)	2,90	(1,81;7,13)	
	Diferença	-1,00	(-3,85;1,85)	2,21	(1,54;3,89)	(-3,16;1,33)
Peso Testículo	Controle	218,00	(171,27;264,73)	44,52	(27,79;109,21)	
<i>Testicle Weight</i>	Linhaça	236,50	(174,76;298,24)	58,82	(36,72;144,28)	
	Diferença	-18,50	(-85,61;48,61)	52,17	(36,45;91,55)	(-70,33;35,83)

¹ – Quando significativo o valor é identificado com **. B= 10000 reamostragens.

\bar{x} = média; \bar{x} = average

IC = Intervalo de Confiança; CI = Confidence interval

DP = Desvio Padrão; SD = Standard Deviance

O número médio de células de Leydig/animal foi de 36233 e 33091 x 10⁶, o número médio de células de Leydig/grama de testículo de 170,09 e 142,85 x 10⁶; e os teores médios de testosterona sanguínea de 7,43 e 6,35 ng/mL, nos grupos controle e linhaça, respectivamente (Tabela 6).

Tabela 5. Análise das variáveis observadas e intervalos de confiança *Bootstrap* para a diferença de médias dos dados de coleta de sêmen de caprinos tratados com semente de linhaça e dieta controle no período de dezembro de 2004 a junho de 2005.

Table 5. Analysis of the observed variables and Bootstrap confidence intervals for the average data difference of the semen collected from goats treated with whole linseed and control diet in the period from December 2004 at June 2005.

Variáveis <i>Variables</i>	Grupo <i>Group</i>	\bar{x} \bar{x}	IC(\bar{x} ;95%) <i>CI(\bar{x};95%)</i>	DP <i>SD</i>	IC(DP;95%) <i>CI(SD;95%)</i>	IC Bootstrap (95%) ¹ <i>IC Bootstrap (95%)¹</i>
Volume (mL)	Controle	1,10	(0,93;1,27)	0,16	(0,10;0,39)	
<i>Volume (mL)</i>	Linhaça	0,97	(0,74;1,20)	0,21	(0,13;0,53)	
	Diferença	0,12	(-0,11;0,37)	0,19	(0,13;0,33)	(-0,06;0,33)
Turbilhão (pontos)	Controle	3,32	(2,60;4,03)	0,68	(0,42;1,66)	
<i>Wave motion</i>	Linhaça	3,74	(2,95;4,53)	0,75	(0,46;1,83)	
	Diferença	-0,42	(-1,34;0,49)	0,71	(0,50;1,25)	(-1,13;0,33)
Motilidade (%)	Controle	54,33	(47,96;60,71)	6,07	(3,79;14,89)	
<i>Motility (%)</i>	Linhaça	57,57	(49,44;65,71)	7,75	(4,84;19,01)	
	Diferença	-3,24	(-12,20;5,71)	6,96	(4,86;12,22)	(-10,77;3,75)
Vigor (pontos)	Controle	3,68	(3,14;4,21)	0,51	(0,32;1,26)	
<i>Vigor (points)</i>	Linhaça	4,02	(3,42;4,62)	0,57	(0,35;1,40)	
	Diferença	-0,34	(-1,04;0,35)	0,54	(0,38;0,95)	(-0,87;0,24)
pH	Controle	6,93	(6,76;7,09)	0,15	(0,09;0,38)	
<i>pH</i>	Linhaça	6,92	(6,77;7,08)	0,15	(0,09;0,36)	
	Diferença	0,01	(-0,19;0,19)	0,15	(0,10;0,26)	(-0,14;0,15)
Concentração	Controle	2,32	(1,67;2,97)	0,62	(0,38;1,52)	
<i>concentration</i>	Linhaça	2,87	(2,02;3,71)	0,80	(0,50;1,97)	
<i>(x 10⁹)</i>	Diferença	-0,55	(-1,47;0,37)	0,71	(0,50;1,26)	(-1,30;0,16)
Pat. Menores	Controle	16,06	(14,04;18,08)	1,92	(1,19;4,71)	
<i>Secondary Path</i>	Linhaça	15,69	(13,29;18,09)	2,28	(1,42;5,59)	
<i>(%)</i>	Diferença	0,36	(-2,34;3,08)	2,10	(1,47;3,70)	(-1,94;2,37)
Pat.maiores	Controle	38,83	(34,56;43,10)	4,06	(2,53;9,97)	
<i>Primary Path</i>	Linhaça	41,47	(39,11;43,82)	2,24	(1,40;5,50)	
<i>(%)</i>	Diferença	-2,63	(-6,86;1,59)	3,28	(2,29;5,76)	(-6,04;0,64)

¹ – Quando significativo o valor é identificado com **. B= 10000 reamostragens.

\bar{x} = média; \bar{x} = average; Pat. = Patologias; Path = Pathologies

IC = Intevalo de Confiança; CI = Confiance interval

DP = Desvio Padrão; SD = Standard Deviance

Tabela 6. Análise das variáveis observadas e intervalos de confiança *Bootstrap* para a diferença média dos dados de contagem de células de *Leydig* e os teores de testosterona sanguínea de caprinos tratados com semente de linhaça e dieta controle no período de dezembro de 2004 a junho de 2005.

Table 6. Analysis of the observed variables and Bootstrap confidence intervals for data average difference of the Leydig cells counting and the testosterone blood levels of goats treated with linseed and control diet from December 2004 to June 2005.

Variáveis Variables	Grupo Group	\bar{x} \bar{x}	IC(\bar{x} ;95%) CI (\bar{x} ;95%)	DP SD	IC(DP;95%) CI (SD;95%)	IC Bootstrap (95%) ¹ CI Bootstrap (95%)
Número de células de Leydig /animal ($\times 10^6$) <i>Leydig cells numbers /animal ($\times 10^6$)</i>	Controle	36233	(18014;54452)	17361	(10837;42579)	
	Linhaça	33091	(20863;45318)	11651	(7272,9;28577)	
	Diferença	3142	(-15876;22161)	14784	(10330;25945)	(-11608;18403)
Número de células de Leydig /g de testículo($\times 10^6$) <i>Leydig cells numbers/ testicle g ($\times 10^6$)</i>	Controle	170,09	(75,71;264,47)	89,93	(56,13;220,57)	
	Linhaça	142,85	(87,33;198,36)	52,90	(33,02;129,75)	
	Diferença	27,24	(-67,67;122,16)	73,78	(51,55;129,48)	(-44,85;106,40)
Testosterona (ng/mL) <i>Testosterone (ng/mL)</i>	Controle	7,43	(3,82;11,03)	3,44	(2,14;8,43)	
	Linhaça	6,35	(3,31;9,38)	2,89	(1,80;7,09)	
	Diferença	1,08	(-3,00;5,16)	3,17	(2,22;5,57)	(-2,22;4,36)

¹ – Quando significativo é o valor é identificado com **. Bootstrap= 10000 reamostragens.

\bar{x} = média; \bar{x} = average

IC = Intervalo de Confiança; CI = Confidence interval

As taxas médias de prenhez foram de 50,0 e 71,4% nos grupos controle e linhaça, respectivamente (Tabela 7).

Não houve influência ($P > 0,05$) dos tratamentos sobre a circunferência escrotal, peso testicular, motilidade progressiva, vigor, turbilhonamento, pH, concentração espermática, índices de patologias primárias e secundárias, número de células de Leydig por animal, número de células de Leydig por grama de testículo e taxa de prenhez. Os valores encontrados são fisiologicamente compatíveis com a espécie e a idade (Fuck & Moraes, 2005).

Tabela 7. Teste *t* e teste F para verificação de igualdade de médias e para verificação de igualdade de variância média da taxa de prenhez as cabras Saanen inseminadas com pool de sêmen fresco de caprinos tratados com semente de linhaça e dieta controle no período de dezembro de 2004 a junho de 2005.

Table 7. T test and F test to verify the average equality and to verify the equality of pregnancy rate average variance of females Saanen inseminated with a pool of fresh semen of goats treated with linseed and control diet from December 2004 to June 2005.

Variável Variable	Tratamento/ Treatment		Teste t (P-Valor) T test (p value)	Teste F (P-Valor) F Test (p value)
	Controle (n=15) Control(n=15)	Linhaça (n=15) Linseed (n=15)		
Taxa prenhez (%) Pregnancy rate (%)	50,0	71,4	0,16	0,84

P-valor>0,05 (Iguais); P-valor < 0,05 (Desiguais)

No entanto, a expectativa era que a suplementação dos animais com ácidos graxos poliinsaturados rico em ômega 3, fornecidos pela semente de linhaça, melhorasse a produção e a qualidade do sêmen dos caprinos. Provavelmente, nesta pesquisa, não tenha ocorrido modificação sobre o número ou sensibilidade dos receptores das células de Sertoli e de Leydig ao FSH e ao LH, conforme sugerem os trabalhos de Stanko et al. (1997) e Thomas et al. (1997), os quais administrando dietas ricas em AGPI para vacas, observaram elevações das concentrações foliculares de insulina e fator de crescimento ligados a insulina, hormônios relacionados com a mitogênese, esteroidogênese e amplificação de receptores ao FSH nas células da granulosa.

Os resultados aqui observados estão em desacordo com as observações de Andreazzi et al. (1997) e Andreazzi (2002), que verificaram aumento do volume de sêmen de galos e de coelhos, respectivamente, tratados com óleos poliinsaturados, sem que tivesse havido redução da concentração de espermatozoides, talvez, porque em não ruminante ocorram os achados de Stanko et al. (1997) e Thomas et al. (1997). Também Blesbois et al. (1997) e Cerolini et al. (2003) mostraram, em galo, efeito positivo sobre a motilidade espermática durante o período reprodutivo e um efeito positivo idade

dependente (melhor resposta em animais maduros) sobre a fertilidade. Porém, Bava et al. (2004), trabalhando com óleo de linhaça combinado com vitamina E, verificaram que o uso em separado dos mesmos não apresentou resultados positivos nas características seminais, enquanto a interação óleo e vitamina E melhorou a motilidade progressiva e vitalidade dos espermatozóides. Estes dados podem sugerir uma maior eficiência do FSH sobre as células de Sertoli, talvez por ter disponibilizado mais receptores ao FSH, ou então, aumentado a sensibilidade das células ao FSH, bem como melhor absorção dos AGPI, dado que os não ruminantes não fazem biohidrogenação. Isto, também é reforçado nos trabalhos de Paulenz et al. (1999), em suínos e em equinos Pascoe (2006), mostrando resultados positivos na qualidade do sêmen das respectivas espécies com o uso de suplementação de ômega 3 na dieta.

De acordo com Chemineau et al. (1991), o volume de sêmen do caprino varia de 0,7 a 2,0 mL, com alta concentração, 70% a 90% de espermatozóides móveis e de 5% a 10% de espermatozóides anormais. A concentração seminal (Nunes, 1982), pode variar de 1 a $3,5 \times 10^9$ espermatozóides, dependendo das raças, zonas geográficas e estações do ano, e o pH fica em torno de 6,5 (Derivaux, 1980). Verificou-se que os dados obtidos neste estudo são compatíveis com a idade dos animais, exceção ao nível elevado de patologias, que independente do tratamento observaram-se anormalidades secundárias acima de 15% e primárias acima de 40%. De acordo com Hafez & Hafez (2000), o índice de anormalidades totais que não prejudica a fertilidade é de 20 %. Do mesmo modo, Mies Filho (1987), afirmou que, para bovinos, o total de anormalidades pode chegar a 20%, com um máximo de 10% de anormalidades primárias ou a 30%, se secundárias. Das patologias primárias, as que mais se destacaram foram os defeitos da cauda, como cauda enrolada, cauda enrolada na porção final e cauda degenerada. Um dos fatores que poderia gerar elevadas patologias secundárias é a idade jovem destes

animais, pois iniciaram as colheitas de sêmen na puberdade, porém, dado a alta incidência de patologias primárias, não pode ser descartada a hipótese de estar envolvido aspecto de ordem genética, uma vez que este tipo de anormalidade é devido a falhas na espermatogênese (Barth & Oko, 1989). Porém, os defeitos de cauda dos espermatozoides de touro podem ser transitórios e sua origem, talvez, possa ser por alguma influência ambiental adversa (Barth & Oko, 1989). Tentou-se proceder a congelamento do sêmen dos melhores ejaculados, mas não se alcançou sucesso dado a baixa resistência do sêmen ao processamento.

Os níveis de testosterona encontrados nesta pesquisa estão de acordo com os trabalhos de Silva et al. (2001), que analisaram a concentração plasmática de testosterona em caprinos Saanen do nascimento aos 12 meses de idade. Estes autores observaram que a puberdade iniciou-se aos 7 meses, similar aos dados do presente trabalho em que o início das coletas de sêmen, em 70% dos animais, foi aos 6 meses de idade. Também, Cavalcante (2003) encontrou valores similares aos deste trabalho, com teores abaixo de 10 ng/mL. Porém, não está de acordo com os dados de Wade et al. (1994), ao verificar que o aumento de PGE₃, por um maior aporte de AGPI ômega 3 na dieta, estimulou uma maior produção de testosterona pelas células de Leydig em peixe dourado (*Salminus maxillosus*).

As células de Leydig são as principais fontes de testosterona nos testículos de mamíferos adultos (Hafez & Hafez, 2000). A testosterona é necessária para a espermatogênese, manutenção dos órgãos sexuais acessórios, fertilidade e sucesso da performance reprodutiva (Russel et al., 1990). Nesta pesquisa verificou-se que o número de células de Leydig, tanto por animal, como por grama de testículo, não foi afetado, mesmo que se leve em conta os relatos de Silva et al. (2001) que verificaram que altas concentrações séricas de testosterona estavam associadas ao pico de proliferação das

células de Leydig. A organização das células de Leydig e vasos linfáticos, nos testículos, variam grandemente nos mamíferos, bem como o compartimento intersticial que também apresenta grande variação nas diferentes espécies (Griswol, 1995), havendo uma grande variação entre membros da mesma ordem, família, subfamília e gênero (Fawcett et al., 1973). Neste trabalho, encontrou-se a média de 170,09 e 142,85 x 10⁶ células de Leydig por grama de testículos para os grupos controle e linhaça, respectivamente, valores superiores aos de Segatelli (2003) que encontraram a média de 28 x 10⁶ por grama de testículo no gerbilo da Mongólia (*Meriones unguiculatus*). Esta autora revisou variações que vão de 6 x 10⁶ de células de Leydig por grama de testículo para o porco da Índia, 30 x 10⁶ para o gato, 100 x 10⁶ para o suíno, bem como variações no volume de 1% para ovinos até 35% para capivara. Porém, a metodologia de Segatelli (2003), desenvolvida para o gerbilo, mostrou-se adequada para os levantamentos deste trabalho e o número de células encontradas por grama de testículo estão dentro dos valores fisiológicos da espécie (Hafez & Hafez, 2000).

Já os dados para taxa de prenhez não foram significativos ao nível de 5%, porém a análise determinou um p-valor = 0,16 que por apresentar um probabilidade de 84% de segurança nos resultados deve ser melhor explorado em novos trabalhos, procurando se analisar a concentração de fosfolipídeos no sêmen dos animais tratados, e seu efeito na termo-resistência seminal. Como os trabalhos feitos por Paulenz et al. (1999) em suínos e Pascoe (2006) em eqüinos têm demonstrado um resultado positivo na refrigeração do sêmen, é possível que ocorra também nos ruminantes tal benefício. Em termos econômicos 21,4% de prenhez com uma probabilidade de 84% mostra-se promissor para novas investigações.

Não foi possível encontrar, na literatura consultada, trabalhos que investigaram a influência dos AGPI sobre as características do sêmen de caprinos, porém, com relação

ao aspecto nutricional, Hafez & Hafez (2000) e Fuck & Moraes (2005) afirmaram que a libido e o volume do ejaculado são influenciados pelo nível alimentar. Como os dois grupos, no presente estudo, tiveram a mesma base alimentar não se encontrou diferenças nos aspectos relacionados à espermatogênese com relação à inclusão da semente de linhaça.

Conclusões

Nas condições em que o trabalho foi desenvolvido conclui-se que:

a) A inclusão de 9,5 % de grãos de linhaça na matéria seca da dieta não influenciou o desenvolvimento e a histomorfometria testicular, a espermatogênese, os níveis sanguíneos de testosterona e na taxa de prenhez.

b) A inclusão de grãos de linhaça não proporcionou alterações reprodutivas que justifiquem a indicação para uso comercial.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao CNPq pelo suporte financeiro para o desenvolvimento da presente pesquisa.

Literatura citada

ABAYASEKARA, D.R.E.; WATHES, D.C. Effects of altering dietary fatty acid composition on prostaglandin synthesis and fertility. **Prostaglandins, leukotrienes and essential fatty acids**, v. 61, n. 5, p. 275-287, 1999.

- ALBERTS, B.; BRAY, D.; LEWIS, J. et al. **Biologia Molecular da célula**. 3. ed., Porto Alegre: Artes Médicas, 1997. 1291 p.
- ANDREAZZI, M.A. **Avaliação da qualidade do sêmen e dos níveis séricos de testosterona em coelhos alimentados com rações contendo diferentes fontes de óleos vegetais**. Maringá, PR: Universidade Estadual de Maringá – UEM, 2002. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Estadual de Maringá, 2002.
- ANDREAZZI, M.A.; RIGOLON, L.P.; BARBOSA, M.J.B. et al. Influência da alimentação com canola em grão sobre a qualidade do sêmen de galos. **Arquivos de Ciências e Saúde Unipar**, v1, n.1, p. 13-15, 1997.
- BARTH, A.D.; OKO, R.J. **Abdnormal morphology of bovine spermatozoa**. Ames:Iowa State University Press, 1989. 285 p.
- BAVA, L.; TOSCHI, I. Effect of addition to the diet of linseed oil and vitamin E on semen quality in cocks. **Rivieri Di Avicola**, v. 73, v. 1, p. 38-40, 2004.
- BLESBOIS, E.; LESSIRE, M.; GRASSEUA, I. et al. Effect of dietary fat on the fatty acid composition and fertilizing ability of fowl semen. **Biology Reproduction**, v. 56, p. 1216-1220, 1997.
- CAVALCANTE, T.V. **Concentrações plasmáticas de testosterona e fertilidade de machos caprinos das raças Bôer e Alpina durante as estações reprodutivas e não reprodutivas**. Jaboticabal, SP: Universidade Estadual de São Paulo – UNESP, 2003, 74 p. Tese (Doutorado em Medicina Veterinária)- UNESP, 2003.
- CAVALIERI, F.L.B.; SANTOS, G.T.; MATSUSHITA, M. et al. Milk production and milk composition of dairy cows fed lac 100 or whole flaxseed. **Canadian Journal Animal Science**, v. 85, p. 413-416, 2005.
- CEROLINI, S.; PIZZI, F. Lipid manipulation of chicken semen by dietary means and its relation to fertility: a review. **World Poultry Science Journal**, v. 59, n. 1, p. 65-75, 2003.
- CHALHOUB, M.; ALMEIDA, S.K.; RIBEIRO, F.O. et al. Emprego da ultra-sonografia como estratégia do manejo reprodutivo em ovinos e caprinos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE REPRODUÇÃO ANIMAL, 16, 2005, Goiânia, GO. **Anais...** Goiânia: CBRA, 2005. CD-ROM.
- CHERIAN, G.; SIM, J.S. Dietary-linolenic acid alters the fatty acid composition of lipid classes in swine tissues. **Journal of Agricultural Food Chemical**, v. 43, p. 2911–2916, 1995.
- CHOI, N.J.; ENSER, M.; WOOD, J.D. et al. Effect of breed on the deposition in beef muscle and adipose tissue of dietary n-3 polyunsaturated fatty acids. **Journal of Animal Science**, v. 71, p. 509–519, 2000.
- CHEMINEAU, P.C.; COGNIE, Y.; GUERIN, Y. et al. **Training manual on artificial insemination in sheep and goat**. Rome: FAO, p. 222, 1991.

- DAVISON, A. C.; HINKLEY, D. V. **Bootstrap methods and their applications**. Cambridge: Cambridge University Press, 1997. 253 p.
- DERIVAUX, J. **Reproducción de los animales domésticos**. Espanha: Editorial Acribia, 1980. 466 p.
- EFRON, B.; TISHIRANI, R. **An introduction to the bootstrap**. Chapman and Hall, USA, 1993. 85 p.
- ENSER, M.; RICHARDSON, R.I.; WOOD, J.D. et al. Feeding linseed to increase the n-3 PUFA of pork: fatty acid composition of muscle, adipose tissue, liver and sausages. **Meat Science**, v. 55, p. 201–212, 2000.
- EVANS, G.; MAXWELL, W.M.C. **Salamons artificial insemination of sheep and goats**. Sidney: Butterworths, 1987. 193p.
- FAWCET D.W.; NEAVES W.B.; FLORES M.N. Comparative observations on intertubular lymphatic and the organization of the interstitial tissue of the mammalian testis. **Biology Reproduction**, n. 9, p. 500-532, 1973.
- FUCK, E.J.; MORAES, G.V.; SANTOS, G.T. Fatores nutricionais na reprodução das vacas leiteiras. I – Energia e proteína. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v. 24, n. 3, p. 147-161, 2000.
- FUCK, E.J.; MORAES, G.V. **Reprodução dos animais domésticos: o que todo profissional deveria saber**. E-book: Projarte, 2005. s.n., Maringá/PR.
- GORE-LANGTON, R.E.; ARMSTRONG, D.T. **Follicular steroidogenesis and its control**. In: Knobil, E., Neill, J.D. The physiology of reproduction. 2. ed. New York: Raven Press, v.1, p. 571-627, 1994.
- GRISWOLD M.D. Interaction between germ cells and Sertoli cells in the testis. **Biology Reproduction**, n. 52, p.211-216, 1995.
- HAFEZ, E.S.E.; HAFEZ, B. **Reproduction in farm animals**. 7. ed. Philadelphia:Lippincott Willians & Wilkins, 2000. 509 p.
- HENRICKS, D.M. **Biochemistry and physiology of the gonadal hormones**. In: Cupps, P.T. Reproduction in domestic animal. 4. ed. San Diego: Academic Press, p. 81-118, 1991.
- LEHNINGER, L.; NELSON, D.L.; COX, M.M. **Princípios de bioquímica**. 2. ed. São Paulo: Sarvier, 1995. 839 p.
- MAIA, V. **Técnica Histológica**. 2.ed., São Paulo: Atheneu, 1979, 246 p.
- MARTIN RILLO, S. Boar semen evaluation in practice. **Reproduction Domestic Animal**, v. 31, n. 4, p. 519-526, 1996.

- MARKS, D.B.; MARKS, A.D.; SMITH, C.M. **Basic Medical Biochemistry**. USA:Willians & Wilkins ed., 1996. 806 p.
- MIES FILHO, A. **Reprodução dos Animais e Inseminação Artificial**. 5. ed., Porto Alegre:Sulina, v.2, 1987. 783 p.
- MÜLLER, M. **Fontes de gordura e flushing no desempenho de novilhas e vacas de corte no pós parto**. Maringá, PR: Universidade Estadual de Maringá – UEM, 2003. Dissertação (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Estadual de Maringá, 2003. 148 p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). **Nutrient requirements of goat: Angora, dairy and meat goats in temperate and tropical countries**. Washington : National Academic Press, 1981, 99p.
- NUNES, J.F. **Fisiologia sexual do macho caprino**. Sobral:EMBRAPA, 1982, 42 p. (Circular técnica 5).
- PASCOE, E. Stallions: feeding for breeding. **Practitioner Horseman**, v. 34, n. 1, p. 89, 2006.
- PAULENZ, H.; TAUGBOI, O.; KOMMISRUDE, E. et al. Effect of dietary supplementation with cod liver oil on cold shock and freezability of boar semen. **Reproduction of Domestic Animals**, n. 34, v. 5, p. 431-435, 1999.
- PETIT, H.V. ; DEWHURST, J.G.; PROULX, J.G. Milk yield and reproduction of dairy cows fed saturated or unsaturated fat. **Journal of Dairy Science**, v. 81, p. 302 (supplement 1), 1998.
- PETIT, H.V.; DEWHURST, R. J.; SCOLLAN, N.D. Milk production and composition, ovarian function, and prostaglandin secretion of dairy cows fed omega 3 fats. **Journal of Dairy Science**, v 85, p. 889-899, 2002.
- RAES, K.; BALCAEN, A.; CLAEYS, E. et al. Effect of duration of feeding diets rich in n-3 PUFA to Belgian Blue double-muscled young bulls, on the incorporation of long-chain n-3 and n-6 PUFA in the phospholipids and triglycerides of the longissimus thoracis. In: PROCEEDINGS OF THE 48TH ICOMST, **Anais...** vol. II. Rome, Italy, p. 724–725, 2002.
- RAES, K.; SMET, S.DE ; DEMEYER, D. Effect of dietary fatty acids on incorporation of long chain polyunsaturated fatty acids and conjugated linoleic acid in lamb, beef and pork meat: a review. **Animal Feed Science Technological**, v. 112, p. 199-221, 2004.
- RAMALHO, R.M.; GOMES, P.C.; ALBINO, L.F.T. et al. Efeito da enzima betaglucanase nos valores de aminoácidos verdadeiros do triticale, utilizando galos cectomizados. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35, 1998, Botucatu. **Anais...** Botucatu:SBZ, p. 165-167, 1998.

- RILEY, P.A.; ENSER, M.; NUTE, G.R et al. Effects of dietary linseed on nutritional value and other quality aspects of pig muscle and adipose tissue. **Journal of Animal Science**, v. 71, p. 483–500, 2000.
- ROBINSON, R.S.; CHENG, Z.; WATHES, D.C. et al. Effect of dietary polyunsaturated fatty acids (PUFAs) on bovine luteal cell steroidogenesis in vitro. **Journal of Endocrinology**, v. 159 (suppl), p. 67, 1998.
- SEGATELLI, T.M. **Análise quantitativa, duração do ciclo do epitélio seminífero e produção espermática do testículo do gerbilo da Mongólia (*Meriones unguiculatus*)**. Campinas, SP: Tese (doutorado), Universidade Estadual de Campinas, 2003. 88p.
- SILVA, D.J. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 2. ed., Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1990. 166 p.
- SILVA, S.C.B.; MARQUES JUNIOR, A.P.; FARIA, E.P. Concentração plasmática de testosterona em caprinos Saanen machos do nascimento aos 12 meses de idade. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v. 25, n. 2, p. 199-201, 2001.
- STANKO, R.L.; FAJERSON, P.; CARVER, L.A. Follicular growth and metabolic changes in beef heifers fed incremental amounts of polyunsaturated fat. **Journal of Animal Science**, v. 75, p. 223, 1997.
- TALAVERA, F.C.S.; PARK, J.; WILLIAMS, G.L. Relationship among dietary lipid intake, serum cholesterol, and ovarian function in Holstein heifers. **Journal of Animal Science**, v. 60, p. 1045-1051, 1985.
- THOMAS, M.G.; BAO, B.; WILLIAMS, G.L. Dietary fats varying in their fatty acid composition differentially influence growth in cows fed isoenergetic diets. **Journal of Animal Science**, v. 75, p. 12-25, 1997.
- TRALDI, A. S. **Tópicos em reprodução e inseminação artificial em caprinos – Manual técnico**. Texto apostilado, 1994. 65 p.
- US DEPARTMENT OF AGRICULTURE. **Food composition standard release**. USA: Fed.Ed., 1998. 322 p.
- VELDHIUS J.D.; NESTLER, E.; STRAUSS, J.F. The insulin like growth factor, somatomedin-C, modulates low density lipoprotein metabolism by swine granulose cells. **Endocrinology**, v. 121, p. 340, 1987.
- WADE, M.G.; VAN DE KRAAK, G.; GERRITS, M.F. et al. Release and steroidogenic actions of polyunsaturated fatty acids in the goldfish testis. **Biology Reproduction**, v. 51, p. 131-139, 1994.

IV. Inclusão de grãos de linhaça na dieta de caprinos machos sobre o desenvolvimento corporal, os níveis bioquímicos de colesterol e frações, o rendimento de carcaça e o perfil de ácidos graxos no músculo *Longissimus dorsi*

IV. Inclusion of whole linseed in male goats diets on corporal development, biochemical cholesterol levels and fractions in the blood, carcass yielding and the fatty acids profiles in the Longissimus dorsi muscle.

Resumo

Objetivou-se avaliar a inclusão de grãos de linhaça na dieta de caprinos sobre o desenvolvimento corporal, características bioquímicas sanguíneas e características da carcaça de caprinos das raças Bôer e Anglonubiano. Foram divididos, aleatoriamente, em dois grupos balanceados com as duas raças, confinados e submetidos à dieta isoenergética e isoprotéicas com 9,5% de grãos de linhaça e outra dieta controle. Os animais foram acompanhados dos 4 aos 12 meses de idade e avaliados o desenvolvimento corporal, níveis bioquímicos sanguíneos de triglicérides, colesterol e frações, rendimento de carcaça e perfil de ácidos graxos no músculo *Longissimus dorsi*. As variáveis foram estatisticamente analisadas pela metodologia de *BootStrap*. Analisaram-se o ganho de peso, rendimento de carcaça, conversão alimentar, teores de triglicérides sanguíneos, colesterol e frações sanguíneas e perfil de ácidos graxos na carcaça (gordura total, ômega 3, ômega 6, gorduras saturadas, ácidos graxos poliinsaturadas, razão $\omega 6:\omega 3$, razão gorduras saturadas/poliinsaturadas). Todas as variáveis, com exceção dos teores de triglicérides, não apresentaram diferenças significativas ($P>0,05$). Com isto, conclui-se que nas condições que o experimento foi realizado, o uso de grãos de linhaça não melhorou o desenvolvimento corporal, as variáveis bioquímicas e as características das carcaças de caprinos.

Palavras-chave: Ácidos graxos da carcaça, ômega 3, produção de carne, qualidade da carne, lipidograma

Abstract

The objective was to evaluate the effects of whole linseed addition in the diet of male goats on the development, blood and biochemical characteristics and on the Boer and Anglo-nubian males' carcass. They were randomly divided in two groups balanced by breed, confined and submitted to isoenergetic and isoproteic diet with 9.5% of whole linseed and a control diet. The animals were observed from 4 to 12 months old and were evaluated on the body development, biochemical levels of triglycerides, cholesterol and fractions, carcass yielding and the profile of fatty acids in the *Longissimus dorsi* muscle. The variables were analyzed by the *BootStrap* methodology. Weight gain, carcass yielding, feeding conversion, triglycerides blood levels, cholesterol and blood fractions, and the profile of fatty acids in the carcass (total fat, omega-3, omega-6, saturated fats, unsaturated fatty acids, omega-6/omega-3 ratio, saturated/unsaturated fats ratio) were analyzed. All the variables, with exception of triglycerides levels, did not present differences ($P>0.05$). So it was concluded that whole linseed addition in the male goat diet did not promote improvement in the body development, blood biochemical variables and characteristics of carcasses.

Key Words: fatty acid of carcass, omega-3, yielding carcass, meat quality, meat production, lipidogram

Introdução

A carne de ruminantes, devido à fração lipídica que a caracteriza, tem sido associada a alimentos pouco saudáveis, considerada fonte de ácidos graxos saturados, colesterol e excesso de calorias e, conseqüentemente, contribuidor dietético primário para desenvolvimento de aterosclerose e doenças coronárias (Willians, 2000).

Os ácidos linoléico (C18:2) e linolênico (C18:3) são os principais ácidos graxos dos vegetais (Modesto et al., 2002). No entanto, estes autores, bem como Mir et al.

(2002), Geay et al. (2001) e Ludovico (2002) encontraram quantidades muito pequenas na gordura corporal dos ruminantes, sendo por isso, tidos como essenciais, por não serem sintetizados pelos animais, devendo fazer parte da dieta dos mesmos. Estão presentes, em abundância, em óleos vegetais como o de girassol, canola, soja e linhaça (Demeyer & Doreau, 1999). Os autores verificaram ainda que a concentração dos ácidos graxos poliinsaturados linoléico e linolênico se elevam marcadamente quando bovinos são alimentados com dietas ricas em sementes ou óleos com alto teor destes ácidos graxos. Sanz et al. (2000) afirmaram que o ácido linoléico, presente nas dietas, reduz a deposição de gordura abdominal e diminui a atividade de algumas enzimas lipogênicas.

É necessário, portanto, a execução de pesquisas nesta área, orientando a oferta de carne de caprinos em quantidade e qualidade, visando não apenas oferecer características sensoriais agradáveis ao consumidor, como também proporcionar um alimento saudável e benéfico (Madruga et al., 1999). Para estes autores, faz-se necessário o estudo do desempenho destes animais, para se conhecer a eficiência produtiva, ampliando a margem de segurança do sistema intensivo de produção.

A gordura corresponde à fração insolúvel em água e solúvel em éter etílico, representando cerca de 6% a 14% da composição da carne (Willians, 2000).

Estudos realizados por Mir et al. (2000), Geay et al. (2001) e Ludovico (2002) revelaram a importância dos ácidos graxos no metabolismo dos mamíferos, especialmente alguns ácidos graxos poliinsaturados, como o linoléico (C18:2 ω 6) e seus derivados, que formam a família dos ácidos graxos ômega-6 e, principalmente, o ácido graxo linolênico (C18:3 ω 3) e seus derivados que formam a família dos ácidos graxos ômega-3, presentes em óleos vegetais.

A composição de ácidos graxos da carcaça tem sido bastante estudada, mas ainda recebe uma grande atenção em pesquisas dada a sua implicação na saúde humana

(Modesto et al., 2002). De acordo com estes autores, devido ao estresse ao que o ser humano está sujeito e a variação nos hábitos alimentares é interessante que se ingira alimentos ricos em ômega 3, pois estes possuem efeito protetor na saúde cardiovascular, formação de tecido nervoso e visual.

Além de uma ingestão baixa de gordura total, nutricionistas humanos estão recomendando alta ingestão de ácidos graxos poliinsaturados (AGPI) e, especialmente, de ômega 3 ou ω -3 à dispensa de ômega-6 ou ω -6 (US Department of Agriculture, 1998; Voedingsaanbevelingen, 2000). Inúmeros tratamentos têm sido feitos usando diferentes espécies e raças, bem como várias fontes de AGPI com objetivo de melhorar a relação de ácidos graxos poliinsaturados/ácidos graxos saturados (P/S), bem como da razão de ácidos graxos ω -6/ ω -3, procurando-se alcançar os valores recomendados para P/S maior que 0,7 e para razão ω -6/ ω -3 menor que 5 (Raes et al., 2004).

Como fontes de ω -3 podem-se usar óleo de peixe, óleos vegetais de grãos e forragens ricas neste ácido graxo (Raes et al., 2004). Estes autores relataram que os grãos, normalmente contêm altos teores de ω -6, resultando em uma alta razão ω -6/ ω -3. Uma das exceções de grãos ricos em ω -3 é o grão de linhaça (350 g de gordura/kg de material fresco, dos quais 53% dos ácidos graxos é ω -3) e, como consequência, apresenta uma baixa razão ω -6/ ω -3. Muitos estudos têm sido feitos para avaliar o uso da linhaça como possível fonte de ω -3 na nutrição de suínos (Riley et al., 1992; Cherian & Sim, 1995; Enser et al., 2000) ou em bovinos (Choi et al., 2000; Raes et al., 2002). Para Raes et al. (2004), a inclusão de grãos de linhaça tem vantagens sobre o uso de óleo de linhaça por conter propriedades antioxidantes naturais na casca e diminuir o efeito antinutricional da linamarina. Os tratamentos químicos ou mecânicos podem facilitar a ação das enzimas digestivas e o tratamento dos grãos ,com formaldeído, pode

reduzir a degradação da proteína e a biohidrogenação dos ácidos graxos no rúmen (Raes et al., 2004).

Existem técnicas disponíveis para aumentar a insaturação e reduzir o teor relativo de ácidos graxos saturados e *trans*-monoinsaturados nas carnes dos ruminantes, prejudiciais à saúde humana, aumentando a proporção de ácidos graxos poliinsaturados na dieta desses animais (Geay et al., 2001).

Sabe-se que no rúmen ocorre o processo de biohidrogenação de uma grande quantidade de ácidos graxos insaturados presentes na dieta o que conduz a formação de lipídios saturados e ácidos graxos *trans*-monoinsaturados que se depositam nos tecidos desses animais (Demeyer & Doreau, 1999). De acordo com Mattos et al. (2000), uma certa proporção de ácidos graxos insaturados não sofre biohidrogenação completa antes de passar para o duodeno. Para Jenkins (1993), 86,6% a 95,3 % dos ácidos graxos poliinsaturados são biohidrogenados pelos microrganismos ruminais até ácidos graxos menos insaturados. Os ácidos linoléico (C18:2) e linolênico (C18:3) são os principais ácidos graxos dos vegetais, encontrando-se em quantidades muito pequenas na gordura corporal dos ruminantes (Leningher et al., 1995). Estes autores definem que são considerados essenciais por não serem sintetizados pelos animais, devendo fazer parte da dieta dos mesmos, objetivando modificar o perfil de ácidos graxos da carne e leite de ruminantes, aumentando, assim, a proporção de ácidos graxos essenciais. Estão presentes, em abundância, em óleos vegetais como o de girassol, canola, soja e linhaça (Raes et al., 2004).

Madruca et al. (1999) salientaram que a carne caprina apresenta teor de gordura de 2,0% a 9,0%, considerado baixo. Para Devendra & Burns (1983), o teor de gordura em carcaças caprinas é afetado por fatores como castração, idade e sexo, tendo o tipo de alimentação como o fator limitante mais importante. O rendimento comercial que é

obtido pela relação do peso da carcaça fria e o peso vivo ao abate, é um importante indicador da disponibilidade de carne ao consumidor (Silva Sobrinho, 2001).

Este trabalho teve por objetivo avaliar o desenvolvimento corporal, níveis bioquímicos de colesterol e frações, rendimento de carcaça e perfil de ácidos graxos no músculo *Longissimus dorsi*, em caprinos terminados em confinamento, com dietas com e sem semente de linhaça.

Material e Métodos

O trabalho foi desenvolvido no setor de caprinocultura da Fazenda Experimental da Universidade Estadual de Maringá, em Iguatemi, distrito de Maringá/PR.

Doze animais dos grupos raciais Anglonubiano e Bôer, foram identificados e distribuídos conforme peso, sendo confinados e arraçoados com dietas isoenergética, isoproteicas e isominerais, elaboradas de acordo com as exigências nutricionais dos animais (NRC, 1981), e analisadas de acordo com as descrições de Silva (1990). Foram divididos em dois grupos de seis animais com três animais de cada grupo racial. Um dos grupos recebeu dieta sem grão de linhaça e outro com 9,5% de grão de linhaça na matéria seca (MS), que proporcionaram 2,30% e 5,78% de extrato etéreo (EE) para os grupos controle e linhaça, respectivamente. A composição percentual e química das dietas experimentais pode ser verificada Tabela 1.

Tabela 1- Composição percentual e química das rações experimentais (% MS)

Table 1 – Percentage and chemical composition of experimental rations (% DM)

Ingredientes (%) <i>Ingredients(%)</i>	Rações experimentais <i>Experimental rations</i>	
	Controle <i>Control</i>	Linhaça <i>Linseed</i>
Feno de aveia <i>Oat hay</i>	35,00	35,00
Milho moído <i>Ground corn grain</i>	44,00	37,40
Farelo de soja <i>Soybean meal</i>	16,70	13,80
Calcário <i>Limestone</i>	0,70	0,70
Sal Mineral * <i>Mineral salt</i>	3,00	3,00
Fosfato bicálcico <i>Dicalcium phosphate</i>	0,60	0,60
Semente de linhaça <i>Whole Linseed grain</i>	-	9,50

Nutrientes (%) <i>Nutrients (%)</i>	Controle <i>Control</i>	Linhaça <i>Linseed</i>
Matéria seca (MS) <i>Dry matter (DM)</i>	92,00	88,16
Proteína Bruta (PB) <i>Crude protein (CP)</i>	15,19	15,38
Extrato Etéreo (EE) <i>Ethereal extract (EE)</i>	2,30	5,78
Fibra detergente neutro (FDN) <i>Neutral detergent fiber (NDF)</i>	30,28	31,45
Matéria mineral (MM) <i>Mineral matter (MM)</i>	4,3	4,3
NDT <i>TDN</i>	67,51	68,37

* Caprinophós® - Tortuga– Níveis de garantia/Kg: Vitamina A 35.000,00 UI.; Vitamina D3 68.000,00 UI; Vitamina E 450,00 UI; Cálcio 240,00 g; Fósforo 71,00 g; Potássio 28,20 g; Enxofre 20,00 g; Magnésio 20,00 g; Cobre 400,00 mg; Cobalto 30,00 mg; Cromo 10,00 mg; Ferro 2.500,00 mg; Iodo 40,00 mg; Manganês 1.350,00 mg; Selênio 15,00 mg; Zinco 1.700,00 mg; Flúor (Máx.) 710,00 mg; Solubilidade do Fósforo (P) em Ácido Cítrico A 2% (Min.) 95%

Caprinophós® - Tortuga – Warranty levels/kg: Vitamin A 35,000.00 IU; Vitamin D3 68,000.00 IU.; Vitamin E 450.00 IU.; Calcium 240.00 g; Phosphorus 71.00 g; Potassium 28.20 g; Sulfur 20.00 g; Magnesium 20.00 g; Copper 400.00 mg; Cobalt 30.00 mg; Chromium 10.00 mg; Iron 2,500.00 mg; Iodine 40.00 mg; Manganese 1,350.00 mg; Selenium 15.00 mg; Zinc 1,700.00 mg; Fluorine (máx.) 710.00 mg; Phosphorus soluble (P) in citric acid 2% (min.) 95%

Os animais tiveram um período de adaptação de um mês, tendo-se iniciado o experimento em dezembro de 2004 e concluído em junho de 2005.

A Tabela 2 mostra a composição dos principais ácidos graxos dos tratamentos utilizados.

Tabela 2- Teores médios do extrato etéreo, ácidos graxos e a razão ômega 6 e ômega 3 das dietas experimentais.

Table 2- Average main of ethereal extract, fatty acids and ratio omega 6 and omega 3 of experimental diets

Extrato Etéreo e Ácidos Graxos(%) <i>Ethereal Extract and Fatty Acids (%)</i>	Dietas experimentais	
	<i>Experimental diets</i>	
	Controle <i>Control</i>	Linhaça <i>Linseed</i>
Extrato Etéreo <i>Ethereal Extract (EE)</i>	2,30	5,78
Ômega 3 (ω 3)	0,91	3,81
Ômega 6 (ω 6)	18,34	16,27
Razão ω 6: ω 3 <i>ω6: ω3 ratio</i>	20,15	4,27

A partir do início do experimento mensalmente, os animais foram pesados e verificados o consumo da dieta. Uma vez por mês foi coletado sangue, por venopunção da veia jugular, com agulha hipodérmica 40X12 para avaliação dos teores de triglicerídeos, colesterol e frações. Após a coleta, o sangue foi imediatamente centrifugado a 3000 rpm (1307 força g) por 15 minutos, em temperatura ambiente. Depois de obtido o soro, as amostras foram congeladas a -18°C até a realização das análises laboratoriais pelo método colorimétrico utilizando-se o aparelho Bioplus 200 com Led (Bioplus®) utilizando kit da Labtest®.

Aos 12 meses de idade, os animais foram abatidos, após permanecerem 18 horas sob dieta exclusivamente hídrica.

Ao abate, os animais foram novamente pesados (peso vivo ao abate). Em seguida, o aparelho digestório foi retirado e esvaziado para se obter o peso corporal vazio (peso vivo ao abate menos o peso do conteúdo gastroentérico), visando determinar o rendimento verdadeiro que é a relação entre o peso da carcaça quente e o peso corporal vazio (Sañudo & Sierra, 1986).

Terminada a evisceração, as carcaças foram pesadas e transferidas para uma câmara fria a 4°C, permanecendo por 24 horas, penduradas pelos tendões, em ganchos apropriados. Após o estabelecimento do *rigor mortis*, foi realizado o corte transversal das amostras do músculo *Longissimus dorsi* entre a 12ª e 13ª costelas, juntamente com uma parte da gordura de cobertura, as quais foram acondicionadas em embalagens de papel aluminado e armazenadas a -18°C até o início das análises. Para as análises, as amostras foram descongeladas até atingir temperatura ambiente e, em seguida, trituradas em processador de alimentos, sendo devidamente homogeneizadas em gral de porcelana. Todas as análises foram realizadas em triplicata, utilizando-se o músculo *Longissimus dorsi*.

Para análise do teor de lipídeos na carcaça foi utilizado o método de Kinsella et al. (1977). A descrição desta metodologia consistiu na extração dos lipídeos da emulsão, e após foram submetidos aos processos de hidrólise e esterificação. Após o resfriamento das amostras, os ésteres metílicos de ácidos graxos (EMAG) foram analisados por cromatografia gasosa, utilizando-se cromatógrafo a gás CGS 14 A Shimadzu CG. A identificação dos picos cromatográficos das amostras foi realizada através de seu respectivo tempo de retenção, com padrões dos ésteres metílico. A quantificação dos picos cromatográficos foi efetuada com integrador-processador CG 300 acoplado ao cromatógrafo, sendo a quantidade de amostra injetada equivalente à área total dos picos,

e os resultados expressos em percentagens dos AG encontrados, em relação ao total dos ácidos graxos presentes na matéria graxa.

O delineamento estatístico foi o inteiramente casualizado, utilizando a análise de *BootStrap* (Efron & Tishirani, 1993; Davison & Hinkley, 1997). Foi aplicado o Teste *t* para verificação de igualdade de médias dos dados e o Teste *F* para verificação de igualdade de variância dos dados ($P < 0,05$).

Resultados e Discussões

As médias encontradas para as variáveis bioquímicas foram de 64,38 e 72,3 mg/dL de sangue para colesterol; de 24,37 e 32,48 mg/dL para triglicerídeos; de 41,42 e 40,71 mg/dL para HDL; de 22,96 e 28,41 mg/dL para LDL; de 4,91 e 6,00 mg/dL para VLDL, nos grupos controle e linhaça, respectivamente (Tabela 3). Os resultados mostraram efeitos significativos ($P < 0,05$) dos tratamentos sobre os triglicerídeos e o VLDL e, as demais, sem diferença estatística ($P > 0,05$).

As médias encontradas de peso inicial foram de 18,28 e 19,30 kg, para peso final de 37,11 e 39,40 kg, para ganho de peso total de 18,83 e 20,10 kg, para peso de carcaça de 17,87 e 18,40 kg e de 48,81 e 46,29% para rendimento de carcaça nos grupos controle e linhaça, respectivamente (Tabela 4).

Tabela 3. Análise das variáveis médias observadas e intervalos de confiança médio *Bootstrap* para a diferença de médias dos dados das variáveis bioquímicas obtidas do sangue de caprinos tratados com grão de linhaça e controle no período de dezembro de 2004 a junho de 2005.

Table 3. Analysis of the observed average variables and Bootstrap confidence intervals for data average difference of the biochemical variables obtained from the blood of goats treated with linseed and control diet from December 2004 to June 2005.

Variáveis Variables	Grupo Group	\bar{x} \bar{x}	IC(\bar{x} ;95%) CI(\bar{x} ;95%)	DP SD	IC(DP;95%) CI (SD;95%)	IC Bootstrap (95%) ¹ IC Bootstrap (95%) ¹
Colesterol total (CT) Total cholesterol (TC)	Controle	64,38	(56,94;71,81)	7,08	(4,42;17,38)	
(mg/dL)	Linhaça	72,30	(48,58;96,01)	22,59	(14,10;55,42)	
	Diferença	-7,92	(-29,46;13,62)	16,74	(11,70;29,39)	(-25,50;8,86)
Triglicerídeos Triglycerides	Controle	24,57	(21,07;28,07)	3,33	(2,08;8,18)	
(mg/dL)	Linhaça	32,48	(25,23;39,74)	6,91	(4,31;16,95)	
	Diferença	-7,91	(-14,90;-0,93)	5,42	(3,79;9,52)	(-13,6;-2,4)**
CT HDL (mg/dL)	Controle	41,42	(39,77;43,08)	1,57	(0,98;3,86)	
	Linhaça	40,71	(34,12;47,30)	6,28	(3,92;15,40)	
	Diferença	0,71	(-5,18;6,60)	4,57	(3,19;8,03)	(-4,20;5,19)
CT LDL (mg/dL)	Controle	22,96	(8,42;37,50)	13,85	(8,64;33,98)	
	Linhaça	28,41	(12,37;44,44)	15,27	(9,53;37,47)	
	Diferença	-5,44	(-24,20;13,31)	14,58	(10,19;25,59)	(-19,97;10,26)
CT VLDL (mg/dL)	Controle	4,91	(4,22;5,59)	0,65	(0,40;1,60)	
	Linhaça	6,70	(4,77;8,63)	1,83	(1,14;4,51)	
	Diferença	-1,78	(-3,56;-0,01)	1,38	(0,96;2,42)	(-3,3;-0,5)**

¹ – Quando significativo é o valor é identificado com **. Bootstrap= 10000 reamostragens.

\bar{x} = média; DP = Desvio Padrão; SD = Standard Deviance

\bar{x} = average; IC = Intervalo de confiança; CI = Confidence interval

Tabela 4. Análise das variáveis observadas e intervalos de confiança *Bootstrap* para a diferença média dos dados de avaliação de peso e rendimento de carcaça obtidas de caprinos tratados com grão de linhaça e controle no período de dezembro de 2004 a junho de 2005.

Table 4. Analysis of the observed variables and Bootstrap for the data average difference of weight evaluation and carcass yielding of goats treated with whole linseed and control diet from December 2004 to June 2005.

Variáveis Variables	Grupo Group	\bar{x} \bar{x}	IC(\bar{x} ;95%) CI(\bar{x} ;95%)	DP SD	IC(DP;95%) CI (SD;95%)	IC Bootstrap (95%) ¹ IC Bootstrap (95%) ¹
Peso inicial <i>Initial weight</i>	Controle	18,28	(13,8;22,76)	4,27	(2,66;10,47)	
(kg)	Linhaça	19,30	(12,87;25,72)	6,12	(3,82;15,02)	
	Diferença	-1,02	(-7,81;5,78)	5,28	(3,69;9,27)	(-6,62;4,28)
Peso final <i>Final weight</i>	Controle	37,11	(29,68;44,55)	7,08	(4,42;17,38)	
(Kg)	Linhaça	39,40	(31,34;47,44)	7,66	(4,78;18,80)	
	Diferença	-2,28	(-11,78;7,21)	7,38	(5,15;12,95)	(-9,93;5,11)
Ganho de peso <i>Weight gain</i>	Controle	18,83	(13,58;24,07)	4,99	(3,12;12,26)	
(Kg)	Linhaça	20,10	(13,69;26,51)	6,10	(3,81;14,98)	
	Diferença	-1,26	(-8,44;5,91)	5,58	(3,89;9,79)	(-7,10;4,28)
Peso carcaça <i>Carcass weight</i>	Controle	17,87	(15,50;20,23)	2,25	(1,40;5,52)	
(Kg)	Linhaça	18,14	(14,86;21,42)	3,12	(1,95;7,67)	
	Diferença	-0,27	(-3,78;3,23)	2,72	(1,90;4,78)	(-3,02;2,51)
Rendimento carcaça <i>Yelding carcass</i>	Controle	48,81	(44,09;53,53)	4,49	(2,80;11,03)	
(%)	Linhaça	46,29	(43,59;49,00)	2,57	(1,60;6,32)	
	Diferença	2,52	(-2,19;7,23)	3,66	(2,56;6,43)	(-0,96;6,52)

¹ – Quando significativo é o valor é identificado com **. B= 10000 reamostragens.

\bar{x} = média; DP = Desvio Padrão; SD = Standard Deviance

\bar{x} = average; IC = Intervalo de confiança; CI = Confidence interval

As médias encontradas na avaliação das carcaças foram de 1,84 e 2,07% para a variável gordura total de 2,54% e 2,13%, para níveis de ômega 3; de 4,71% e 4,78%, para ômega 6; de 7,52% e 7,20%, para os níveis de AGPI; de 35,96% e 37,68% para os níveis de AGS; de 0,21% e 0,19 %, para a relação AGPI/AGS e de 1,96 e 2,23 para a razão ômega6/ômega3 nos grupos controle e linhaça, respectivamente (Tabela 5).

Tabela 5. Análise das variáveis observadas e intervalos de confiança *Bootstrap* para a diferença média dos dados de avaliação das carcaças obtidas de caprinos tratados com grão de linhaça e controle no período de dezembro de 2004 a junho de 2005.

Table 5. Analysis of the observed variables and Bootstrap confidence intervals for the data average difference of the carcass evaluation obtained of goats treated with linseed and control diet from December 2004 to June 2005.

Variáveis Variables	Grupo Group	□	IC(□;95%) CI(□;95%)	DP SD	IC(DP;95%) CI(SD;95%)	IC Bootstrap (95%) ¹ IC Bootstrap (95%) ¹
Lipídeo Total <i>Total Fat</i> (%)	Controle	1,84	(1,54;2,13)	0,27	(0,17;0,68)	
	Linhaça	2,07	(1,62;2,52)	0,42	(0,26;1,05)	
	Diferença	-0,23	(-0,70;0,22)	0,36	(0,25;0,63)	(-0,60;0,12)
Omega 3 (%)	Controle	2,54	(1,78;3,30)	0,72	(0,45;1,77)	
	Linhaça	2,13	(1,73;2,54)	0,38	(0,23;0,94)	
	Diferença	0,40	(-0,33;1,15)	0,57	(0,40;1,01)	(-0,16;0,99)
Omega 6 (%)	Controle	4,71	(3,46;5,96)	1,18	(0,74;2,91)	
	Linhaça	4,78	(3,73;5,84)	1,00	(0,62;2,46)	
	Diferença	-0,07	(-1,48;1,34)	1,10	(0,76;1,93)	(-1,18;1,04)
AGPI <i>PUFA</i> (%)	Controle	7,52	(5,42;9,61)	1,99	(1,24;4,90)	
	Linhaça	7,20	(5,69;8,71)	1,43	(0,89;3,52)	
	Diferença	0,318	(-1,92;2,55)	1,74	(1,21;3,05)	(-1,43;2,11)
AGS <i>SFA</i> (%)	Controle	35,96	(34,59;37,34)	1,31	(0,81;3,21)	
	Linhaça	37,68	(34,39;40,97)	3,13	(1,95;7,66)	
	Diferença	-1,71	(-4,81;1,37)	2,40	(1,68;4,22)	(-4,15;0,80)
AGPI/AGS <i>PUFA/SFA</i> (%)	Controle	0,21	(0,19;0,24)	0,04	(0,02;0,06)	
	Linhaça	0,19	(0,16;0,21)	0,02	(0,01;0,05)	
	Diferença	0,02	(0,03;0,03)	0,03	(0,01;0,05)	(-1,06;1,20)
Omega6/Omega3 (%)	Controle	1,96	(1,88;2,02)	0,15	(0,08;0,25)	
	Linhaça	2,23	(2,10;2,35)	0,12	(0,07;0,29)	
	Diferença	0,268	(0,20;0,30)	0,14	(0,10;0,25)	(-0,50;0,21)

¹ – Quando significativo é o valor é identificado com **. Bootstrap= 10000 reamostragens.

□ = média; □ = average; DP = Desvio Padrão; SD = Standard Deviance

IC = Intervalo de confiança; CI = Confidence interval

AGPI = ácidos graxos poliinsaturados; AGS = ácidos graxos saturados

PUFA = polyunsaturated fatty acids; *SFA* = saturated fatty acids

Os dados de lipídeos totais encontrados nas carcaças desta pesquisa assemelham-se aos de Marinova et al. (2001), que não encontraram diferenças entre os tratamentos sem adição de óleo e com adição de óleo de girassol na alimentação de caprinos em que a dieta continha os valores médios de 20,25% de proteína e 1,94% de lipídios. Russo et al. (1999) encontraram 20,55% de proteína e 2,71% de lipídios, no músculo *Longissimus dorsi* de cordeiros alimentados com dietas contendo 5% de óleo de milho e abatidos com 105 dias de idade. Na presente pesquisa foi observado 1,84% e 2,07% de gordura total nos grupos controle e linhaça, respectivamente. Naudé & Hofmeyr (1981) e Madruga et al. (1999) salientaram que a carne caprina apresenta teores de gordura na carcaça de 2,0% a 9,0%, valores considerados baixos.

Os teores de colesterol, mesmo não diferindo estatisticamente, encontraram-se em níveis médios de 68 mg/dL de sangue, teor similar aos 57,76 mg/dL encontrados por Rowe et al. (1999), em ovinos. Neste trabalho, utilizou-se o grão de linhaça integral, porém trabalhos recentes (Scislowski et al., 2005) relataram que os valores de colesterol aumentaram durante a administração de dietas ricas em AGPI infundido no duodeno, visando proteger da hidrogenação bacteriana ruminal. Segundo estes autores, a infusão no duodeno altera a composição e distribuição dos lipídeos plasmáticos e aumenta a concentração plasmática de AGPI. Também, relataram que a sensibilidade dos AGPI plasmáticos a peroxidação depende dos níveis plasmáticos de antioxidantes, especialmente a vitamina E, um nutriente importante tanto para a saúde dos animais como para a estabilidade dos lipídeos sanguíneos e sua deposição tecidual. Os dados diferem dos achados de Velásquez et al. (1996) que, trabalhando com fêmeas caprinas alimentadas com rações hiperlipídicas verificaram aumento nas concentrações séricas de colesterol total e de colesterol HDL.

Observa-se na Tabela 5 que os caprinos alimentados com dieta controle apresentaram 35,68% de ácidos graxos saturados e os com linhaça 37,68%, valores considerados elevados, e, 7,5 e 7,2% de ácidos graxos poliinsaturados para os grupos controle e linhaça, respectivamente, valores considerados baixos. A razão ácidos graxos poliinsaturados/saturados (AGPI/AGS) foi, em média, de 0,20, não apresentando diferenças entre os tratamentos ($P>0,05$). Este valor está abaixo do mínimo recomendado pelo The Department of Health (Ludovico, 2002), de 0,45, para uma dieta considerada saudável se for utilizado como única fonte de gordura da dieta. O valor encontrado neste estudo é equivalente ao obtido por Rowe et al. (1999), Russo et al. (1999) e Martins Junior (2000), todos trabalhando com cordeiros da mesma faixa etária, recebendo dietas isoprotéicas e isoenergéticas.

Observou-se efeito significativo nos teores de triglicerídeos e VLDL ($P<0,05$), o que é compatível com dietas com níveis elevados de gordura. O papel dos quilomicrons é transportar os ácidos graxos da dieta como triglicerídeos para tecidos para estocagem como gordura (Bauchart, 1993). A secreção de quilomicrons é estimulada pelo incremento na gordura na dieta ou ácidos graxos poliinsaturados, comparado com ácidos graxos saturados, que em ovelhas, como em ratos e humanos leva a uma maior secreção de partículas de VLDL pelas células da mucosa intestinal (Harrison, et al., 1974). Também, Zain (2004), verificou que a associação mais comum dos ácidos graxos com tecido adiposo está relacionada a sua estocagem como triglicerídeos em adipócitos maduros e a consequência do excesso provoca a obesidade.

A razão $\omega 6/\omega 3$ variou de 1,96 para o grupo controle e de 2,23 para o grupo linhaça, o que está de acordo com as orientações do The Department of Health (Ludovico, 2002) que recomendam razão 4,0, no máximo, para uma dieta saudável.

Segundo Williams (2000), o desbalanço de ácidos graxos $\omega 6/\omega 3$ tem sido associado ao elevado risco de doenças cardiovasculares, diabetes e câncer.

Os resultados desta pesquisa colocam a carne dos caprinos como uma boa opção para a saúde, pois diversos tratamentos têm sido feitos usando diferentes espécies e raças, bem como várias fontes de AGPI com o objetivo de melhorar a razão de ácidos graxos poliinsaturados em relação a ácidos graxos saturados, bem como da relação de ácidos graxos n-6/n-3, procurando-se alcançar os valores recomendados para AGPI/AGS maior que 0,7 e para razão n-6/n-3 menor que 5 (Raes et al., 2004), o que foi encontrado neste trabalho para n-6/n-3, porém a razão AGPI/AGS ficou abaixo (0,21 e 0,19 para grupos controle e linhaça, respectivamente), fato também observado por Cooper et al. (2004), trabalhando com ovelhas e Scollan et al. (2004), trabalhando com bovinos.

O rendimento médio de carcaça considerando-se os tratamentos foi de 47,52%. Este valor pode ser considerado bom sendo equivalente àqueles registrados por Alves et al. (2002), Reis et al. (2001) e Yamamoto (2003). Glimp (1995) reportou que ao comparar caprinos com outros animais domésticos, aqueles, geralmente, apresentam baixa produção de carcaça, mas com alto conteúdo de carne e baixo teor de gordura.

Segundo Wilkinson & Stark (1987), o rendimento de carcaças caprinas em relação à carne/músculo, situa-se, geralmente, na faixa de 45% a 52% do peso vivo do animal, podendo alcançar taxas de até 68%. Segundo estes autores estas taxas de rendimento resultam do fato de que o desenvolvimento de gordura na carcaça caprina ocorre muito tardiamente, não alcançando níveis apreciáveis até que o peso do animal atinja 40 kg ou mais. Isto foi verificado neste trabalho, pois os animais abatidos encontravam-se com peso médio de 36,20 e 39,27 kg para os grupos controle e linhaça, respectivamente.

Os ganhos de peso médio diários foram abaixo dos encontrados por Zeoula (2002), que avaliou o desempenho de cordeiros da raça Morada Nova, não castrados, com peso vivo médio inicial de 15 kg, distribuídos em três dietas com diferentes relações concentrado:volumoso (60:40; 45:55; 30:70), com níveis energéticos de 4,46; 4,41 e 4,37 Mcal EB/kg de MS, respectivamente. Esta autora, obteve os ganhos médios diários de 0,172 kg, 0,107 kg e 0,038 kg, para as respectivas relações concentrado:volumoso. Neste trabalho, obteve-se uma média de 0,082 Kg/dia na relação concentrado:volumoso de 65:35, porém, os animais foram manejados duas vezes por semana para coleta de sêmen, o que pode ter interferido numa melhor performance devido ao estresse causado. Naudé e Hofmeyer (1981) afirmam de que os caprinos machos, quando não castrados, ao atingirem a puberdade (5 a 6 meses) reduzem a taxa de crescimento e podem até mesmo perder peso devido ao estímulo sexual.

A conversão alimentar de 7,92 kg e 9,4 kg de consumo de alimento por kg de peso adquirido, para os grupos linhaça e controle obtido neste trabalho foi similar aos 9,6 kg, 8,4 kg e 7,0 kg encontrados por Alves et al. (2002), utilizando ovinos Santa Inês terminados em confinamento, recebendo diferentes níveis de energia (2,42; 2,66 e 2,83 Mcal de EM/kg de MS) (Tabela 6).

O Grupo linhaça teve uma conversão alimentar melhor que o grupo controle ($P=0,28$), proporcionado, possivelmente, pelos níveis de extrato etéreo mais elevado neste grupo. Análise econômica deve ser feita para verificar o custo benefício do seu uso ou não com objetivos de melhorar a eficiência da conversão alimentar em animais confinados.

Tabela 6. Teste *t* e teste F para verificação de igualdade de médias e para verificação de igualdade de variância média da conversão alimentar dos caprinos alimentados com grão de linhaça e dieta controle no período de dezembro de 2004 a junho de 2005.

Table 6. *T test and F test to verify the average equality and to verify the equality of feeding conversion of goats treated with whole linseed and control diet from December 2004 to June 2005.*

Variável Variable	Tratamento/ Treatment		Teste t (P-Valor) T test (p value)	Teste F (P-Valor) F Test (p value)
	Controle Control	Linhaça Linseed		
Conversão alimentar (kg) Feeding conversion (kg)	7,92	9,4	0,28	0,41

P-valor>0,05 (Iguais); P-valor < 0,05 (Desiguais)

Conclusões

Nas condições em que o experimento foi realizado, conclui-se que:

- a) A inclusão de 9,5% de semente de linhaça na MS da dieta de caprinos machos não influenciou na composição química e de ácidos graxos do músculo *Longissimus dorsi*, nem alterou o perfil de ácidos graxos de forma desejável sobre os índices nutricionais (AGPI/AGS e $\omega 6/\omega 3$) para a saúde humana;
- b) As quantidades totais de ácidos graxos poliinsaturados, monoinsaturados e saturados no músculo *Longissimus dorsi* não foram influenciados pelos tratamentos;
- c) Não houve alteração nos níveis colesterol e frações, exceção aos níveis de VLDL e triglicerídeos, bem como nas taxas de rendimento de carcaça entre os tratamentos.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao CNPq, pelo suporte financeiro para o desenvolvimento da presente pesquisa.

Literatura citada

- ALVES, K. S.; CARVALHO, F.F.R.; VÉRAS, A.S.C. Efeito dos níveis de energia em dietas sobre o desempenho de ovinos Santa Inês. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., 2002, Recife. **Anais...**Recife:Sociedade Brasileira de Zootecnia/TecnoMedia , 2002. CD-ROM.
- BAUCHART, D. Lipid: Absorption and transport in ruminants. **Journal of Dairy Science**, v. 76, p. 3864-3881, 1993.
- CHERIAN, G.; SIM, J.S. Dietary -linolenic acid alters the fatty acid composition of lipid classes in swine tissues. **Journal of Agricultural Food Chemistry**, v. 43, p. 2911–2916, 1995.
- CHOI, N.J.; ENSER, M.; WOOD, H. et al. Effect of breed on the deposition in beef muscle and adipose tissue of dietary n-3 polyunsaturated fatty acids. **Journal of Animal Science**, v. 71, p. 509–519, 2000.
- COOPER, S.L.; SINCLAIR, L.A.; WILKINSON, R.G. et al. Manipulation of the n-3 polyunsaturated fatty acid content of muscle and adipose tissue in lambs. **Journal of Animal Science**, v. 82, p. 1461-1470, 2004.
- DEMEYER, D.; DOREAU, M. Targets and procedures for altering ruminant meat and milk lipids. **Proceedings Nutrition Society**, v.58, p.593-607, 1999.
- DEVENDRA, C.; BURNS, M. **Goat production in the tropics**. 2. ed. Surrey:Common Wealth Agricultura Bureaux, 1983, p. 55-63.
- DAVISON, A. C.; HINKLEY, D. V. **Bootstrap methods and their applications**. Cambridge, New York: Cambridge University Press, 1997. 134 p.
- EFRON, B.; TISHIRANI, R. **An introduction to the bootstrap**. USA:Chapman and Hall, 1993. 85 p.
- ENSER, M.; RICHARDSON, R.I.; WOOD, J.D. et al. Feeding linseed to increase the n-3 PUFA of pork: fatty acid composition of muscle, adipose tissue, liver and sausages. **Meat Science**, v. 55, p. 201–212, 2000.
- GEAY, Y.; BAUCHART, D.; HOCQUETTE, J.F. et al. Effect of nutritional factors on biochemical, structural and metabolic characteristics of muscles in ruminants, consequences on dietetic value and sensorial qualities of meat. **Reproduction Nutrition Development**, v.41, p.1-26, 2001.
- GLIMP, H.A. Meat goat production and marketing. **Journal of Animal Science**, v. 73, p. 291-295, 1995.
- HARRISON, F.A.; LEAT, W.M.F.; FOSTER, A. Absorption of maize oil infused into the duodenum of the sheep. **Proceedings of Nutrition Society**, v. 33, p. 103, 1974.
- JENKINS, T.C. Lipid metabolism in the rumen. **Journal of Dairy Science**, v.76, p.3851-3863, 1993.

- KINSELLA, J.E.; SHIMP, J.L.; MAI, J. et al. Fatty acid content and composition of freshwater finfish. **Journal of American Chemicals Society**, v. 54, p. 424-429, 1977.
- LEHNINGER, L.; NELSON, D.L.; COX, M.M. **Princípios de bioquímica**. 2. ed. São Paulo: Sarvier, 1995. 839 p.
- LUDOVICO, A. **Concentração de ácido graxo linoléico conjugado (CLA) no tecido adiposo e muscular de bovinos no modelo biológico superprecoce**. 2002. 65p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia- Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2002.
- MADRUGA, M.S.; ARRUDA, S.G.B.; NASCIMENTO, J.A. Castration and slaughter age effects on nutritive value of the “mestiço” goat meat. **Meat Science**, v. 52, n. 2, p. 199-125, 1999.
- MARINOVA, P.; BANSKALIEVA, S.; ALEXANDROV, S. et al. Carcass composition and meat quality of kids fed sunflower oil supplemented diet. **Small of Ruminants Research**, v. 42, p. 219-227, 2001.
- MARTINS JUNIOR, A.C. **Efeito da variação do peso de abate sobre a composição do músculo *longissimus dorsi* de cordeiros terminados em confinamento**. Maringá, PR: UEM, 52p. Dissertação (Mestrado em Química) – Universidade Estadual de Maringá, 2000.
- MATTOS, R.; STAPLES, C.R.; THATCHER, W.W. Effects of dietary fatty acids on reproduction in ruminants. **Reviews of Reproduction**, v. 5, p. 38-45, 2000.
- MILCZEWSKI, V.; SOTOMAIOR, C. **Produção e Produtividade da Caprinocultura no Sul do Brasil. Departamento Técnico da CAPRIPAR**. Projeto plataforma CAPRINOCULTURA SUL DO BRASIL – CNPq. Coordenador Prof. Francisco de Assis Fonseca de Macedo. UEM/PR. E-mail: fafmacedo@uem.br, 2002.
- MIR, Z.; RUSHFELD, M.L.; MIR, P.S. et al. Effect of dietary supplementation with either conjugated linoleic acid (CLA) or linoleic acid rich oil on the CLA content of lambs tissues. **Small Ruminants Research**, v. 36, p.25-31. 2000.
- MODESTO, E. C.; SANTOS, G.T.; VILELA, D. et al. Efeitos nutricionais e metabólicos de dietas ricas em ácidos graxos poliinsaturados para os ruminantes e os benefícios para o homem. **Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoologia da Unipar**, v. 5, n. 1, p. 119-134, 2002.
- NAUDÉ, R.T.; HOFMEYR, H.S. **Meat production, goat production**. London: Academic Press, 1981. 467 p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). **Nutrient requirments of goat: Angora, dairy and meat goats in temperate and tropical countries**. Washington : National Academic Press, 1981, 99p.

- RAES, K.; BALCAEN, A.; CLAEYS, E.; et al. Effect of duration of feeding diets rich in n-3 PUFA to Belgian Blue double-musced young bulls, on the incorporation of long-chain n-3 and n-6 PUFA in the phospholipids and triglycerides of the longissimus thoracis. In: PROCEEDINGS OF THE 48TH ICOMST, **Anais...** vol. II. Rome, Italy, p. 724–725, 2002.
- RAES, K.; SMET, S.DE ; DEMEYER, D. Effect of dietary fatty acids on incorporation of long chain polyunsaturated fatty acids and conjugated linoleic acid in lamb, beef and pork meat: a review. **Animal Feed Science Technological**, v. 112, p. 199-221, 2004.
- REIS, W.; JOBIM, C.C.; MACEDO, F. A. F. et al. Características de carcaça de cordeiros alimentados com dietas contendo grãos de milho conservados em diferentes formas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n.4, p.1308 –1315. 2001.
- ROWE, A.; MACEDO, F. A. F.; VISENTAINER, J.V. et al. Muscle composition and fatty acid profile in lambs fattened in drylot or pasture. **Meat Science**, v.51, p.283-288, 1999.
- RUSSO, C.; PREZIUSO, G.; CASAROSA, L. et al. Effect of diet energy source on the chemical-physical characteristics of meat and depot fat of lams carcasses. **Small Ruminants of Research**, v.33, p.77-85, 1999.
- SAÑUDO, C.; SIERRA, I. Calidad de la canal en la especie ovina. **Ovino**, v.11, p.127-157. 1986.
- SANZ, M.; LOPES, B. C. J.; MENOYO, D. et al. Abdominal fat deposition and fatty acid synthesis are lower and β -oxidation is higher in broiler chickens fed diets containing unsaturated rather than saturated fat. **Journal of Nutrition**, v.30, p. 3034-3037, 2000.
- SCISLOWSKI, V.; BAUCHART, D.; GRUFFAT, D. et al. Effects of dietary n-6 or n-3 polyunsaturated fatty acids protected or not against ruminal hydrogenation on plasma lipids and their susceptibility to peroxidation in fattening steers. **Journal of Animal Science**, v. 83, p. 2162-2174, 2005.
- SCOLLAN, N.D.; CHOI, N.J.; KURT, E. et al. Manipulating the fatty acid composition of muscle and adipose tissue in beef cattle. **British Journal of Nutrition**, v. 85, n. 1, p. 115-124, 2001.
- SILVA, D.J. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 2. ed., Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1990. 166 p.
- SILVA SOBRINHO, A.G. Aspectos quantitativos e qualitativos da produção de carne ovina. In:A PRODUÇÃO ANIMAL NA VISÃO DOS BRASILEIROS. **Anais...**, Piracicaba: FEALQ, 2001. p.425-460.
- STAPLES, C.R.; THETCHER, W.W. Influence of supplemental fat on reproductive tissues of dairy cow. **Journal of Dairy Science**, v. 79, Supplement 1, 1996.

- US DEPARTMENT OF AGRICULTURE. **Food composition standard release**. USA: Fed. Ed., 1998, 324 p.
- VELAZQUEZ, L.F.U. Concentrações séricas de progesterona e colesterol em cabras mestiças alimentadas com dietas hiperlipídicas no início da gestação. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v. 25, n. 5, p. 1017-1025, 1996.
- VOEDINGSAANBEVELINGEN, VOOR B. De Hoge Gezondheidsraad. Ministerie van Sociale zaken. **Volksvertegenwoordigers en Leef.**, p. 81-86 , 2000.
- WILLIAMS, C. M. Dietary fatty acids human health. **Nutrition Animal**, v.49, p.165-180, 2000.
- YAMAMOTO, S.M. **Desempenho, digestibilidade e características de carcaças de cordeiros, terminados com dietas contendo diferentes óleos vegetais**. Maringá, PR. Universidade Estadual de Maringá, 2003. 88 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia), UEM, 2003.
- ZAIN, M.J. Role of fatty acids in adipocyte growth and development. **Journal of Animal Science**, v. 82, p. 916-924, 2004.
- ZEOULA, N.M.B.L. **Influência da alimentação nas características quantitativas da carcaça e qualitativas da carne de cordeiros Morada Nova**. Jaboticabal, SP: Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias- UNESP, 2002.65p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia)- Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias/Universidade Estadual Paulista, 2002.

V. CONCLUSÕES GERAIS

Como síntese dos resultados obtidos nos experimentos, segundo a metodologia utilizada neste trabalho, pode-se concluir que:

a) A inclusão de 9,5% de grãos de linhaça na MS da dieta não influenciou o desenvolvimento testicular, a espermatogênese, níveis de testosterona, a fertilidade e a histomorfometria testicular;

b) A inclusão de grãos de linhaça não influiu sobre a composição química e de ácidos graxos do músculo *Longissimus dorsi* de caprinos machos, nem alterou o perfil de ácidos graxos de forma desejável sobre os índices nutricionais (AGPI/AGS e $\omega 6/\omega 3$) para a saúde do consumidor;

c) Não houve alteração nos níveis colesterol e frações, exceção aos níveis de triglicerídeos e VLDL, bem como nas taxas de rendimento de carcaça entre os tratamentos;

d) A inclusão de grãos de linhaça não proporcionou ganhos que viabilizem a sua indicação para uso comercial, visando melhoria nos aspectos produtivos ou reprodutivo;.

e) Não houve correlação entre os níveis colesterol, número de células de Leydig e os teores de testosterona circulante.

VI. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Dado a carência de informações sobre a influência de fatores nutricionais na androgênese, algumas hipóteses podem ser formuladas para novos trabalhos nesta linha de pesquisa, tendo em vista os resultados obtidos neste trabalho.

- 1) Avaliar as possibilidades de proteger o grão de linhaça da biohidrogenação ruminal com formaldeído, sais de cálcio ou métodos físicos, por exemplo, ou utilizar métodos mecânicos (amassar, expandir, esmagar ou extrusardas) para minimizar a biohidrogenação ruminal.
- 2) Manter o mesmo nível de extrato etéreo, e utilizar grupos com fonte de ômega 6 e outro com ômega 3, possibilitando melhor análise do efeito do tipo de AGPI da dieta na androgênese;
- 3) Avaliar o perfil de AGPI e a quantidade de fosfolípídeos no sêmen dos animais tratados e seus efeitos na refrigeração e criopreservação, pois os fosfolípídeos são os principais componentes lipídicos dos espermatozóides e a composição de lipídeos e ácidos graxos dos espermatozóides pode ser um fator determinante das taxas de fertilidade;
- 4) Por ser a fonte de maior quantidade de ômega 3 disponível no mercado, o grão de linhaça deverá ser melhor estudado no macho dado a importância que estes têm dentro da reprodução;

- 5) A incorporação de AGPI na carcaça deverá ser trabalhada com objetivo de inclusão intramuscular (gordura de marmoreio) e não de capa de gordura na forma de depósito de gordura (adipócitos de reserva), pois no momento do consumo não pode ser separado da gordura subcutânea. Porém as perspectivas levam mais para o consumo dos grãos concentrados de ômega 3 do que utilizar vias alternativas de alimentos funcionais que estejam com os níveis de AGPI alterados pela manipulação de dieta.
- 6) Avaliar a quantidade de retículo endoplasmático liso (REL) e a quantidade de colesterol no REL por microscopia eletrônica, uma vez que o volume das células de Leydig e a capacidade das células de Leydig, secretarem testosterona é positivamente correlacionado com a quantidade de REL.

VII. APÉNDICES

TABELAS DO APÊNDICE DO ARTIGO I

Tabela 1A. Teste F para verificação de igualdade de variância dos dados de avaliação de peso e perímetro escrotal (PE) de caprinos tratados com grão de linhaça e dieta controle.

Table 1A. F test to verify the variance equality of weight and scrotal circumference (SC) evaluation data of goats treated with whole linseed and control diet.

Variáveis <i>Variables</i>	Valor F <i>F value</i>	P-Valor <i>P-value</i>
PE Inicial (cm) <i>Initial SC (cm)</i>	1,76	0,54
PE final (cm) <i>Final SC (cm)</i>	1,29	0,78
Aumento do CE (cm) <i>Increasing SC (cm)</i>	6,20	0,06
Peso dos Testículos (g) <i>Testicles weight (g)</i>	1,75	0,55

P>0,05 (Iguais); P < 0,05 (Desiguais)

Tabela 2A. Teste t para verificação de igualdade de médias dos dados de avaliação de peso e perímetro escrotal (CE) de caprinos tratados com grão de linhaça e controle.

Table 2A. T Test to verify the data average equality of evaluation of weight and scrotal circumference (SC) of goats treated with whole linseed and control diet.

Variáveis <i>Variables</i>	Método <i>Method</i>	Variâncias <i>Variance</i>	GL <i>FG</i>	Valor t <i>T value</i>	P-Valor <i>P- value</i>
PE (cm)	Pooled	Igual	10,00	-0,65	0,53
SC (cm)	Satterthwaite	Desigual	9,84	-0,65	0,53
Aumento do PE (cm)	Pooled	Igual	10,00	-0,78	0,45
SC Increase (cm)	Satterthwaite	Desigual	6,57	-0,78	0,46
Peso dos Testículos (g)	Pooled	Igual	10,00	-0,61	0,55
Testicle Weight (g)	Satterthwaite	Desigual	9,31	-0,61	0,55

P>0,05 (Iguais); P < 0,05 (Desiguais)

GL = Grau de liberdade; FG = Freedom grade

Tabela 3A. Teste F para verificação de igualdade de variância dos dados de coleta de sêmen de caprinos tratados com grão de linhaça e dieta controle.

Table 3A. F test to verify the data variance equality of semen collected from goats treated with whole linseed and control diet.

Variáveis <i>Variable</i>	Valor F <i>F value</i>	P-Valor <i>P value</i>
Volume (mL) <i>Volume (mL)</i>	1,79	0,53
Turbilhão (0 - 5 pontos) <i>Wave motion sperm (0 – 5 points)</i>	1,21	0,83
Motilidade progressiva (%) <i>Progressive motility (%)</i>	1,63	0,60
Vigor (0 – 5 pontos) <i>Vigor (0 – 5 points)</i>	1,24	0,82
pH <i>pH</i>	1,12	0,90
Concentração ($\times 10^9$ por mL) <i>Concentration ($\times 10^9$ per mL)</i>	1,68	0,58
Patologias menores (%) <i>Secondary pathologies (%)</i>	1,41	0,71
Patologias maiores (%) <i>Primary pathologies (%)</i>	3,28	0,21

P>0,05 (Iguais); P < 0,05 (Desiguais)

Tabela 4A. Teste *t* para verificação de igualdade de médias dos dados de coleta de sêmen de caprinos tratados com grão de linhaça e dieta controle.

Table 4A. T test to verify the average data equality of semen collected from goats treated with whole linseed and control diet.

Variáveis <i>Variables</i>	Método <i>Method</i>	Variâncias <i>Variance</i>	GL <i>FG</i>	Valor t <i>T value</i>	P-Valor <i>P value</i>
Volume (mL)	Pooled	Igual	10,00	1,18	0,26
<i>Volume</i>	Satterthwaite	Desigual	9,26	1,18	0,26
Turbilhão (pontos)	Pooled	Igual	10,00	-1,02	0,33
<i>Wave motion sperm</i>	Satterthwaite	Desigual	9,91	-1,02	0,33
Motilidade progressiva (%)	Pooled	Igual	10,00	-0,81	0,43
<i>Progressive motility</i>	Satterthwaite	Desigual	9,46	-0,81	0,44
Vigor (pontos)	Pooled	Igual	10,00	-1,11	0,29
<i>Vigor</i>	Satterthwaite	Desigual	9,89	-1,11	0,29
pH	Pooled	Igual	10,00	0,03	0,97
<i>pH</i>	Satterthwaite	Desigual	9,97	0,03	0,97
Concentração ($\times 10^9$)	Pooled	Igual	10,00	-1,33	0,21
<i>Concentration ($\times 10^9$)</i>	Satterthwaite	Desigual	9,39	-1,33	0,21
Patologias menores (%)	Pooled	Igual	10,00	0,30	0,76
<i>Secondary Pathologies (%)</i>	Satterthwaite	Desigual	9,72	0,30	0,76
Patologias maiores (%)	Pooled	Igual	10,00	-1,39	0,19
<i>Primary Pathologies (%)</i>	Satterthwaite	Desigual	7,79	-1,39	0,20

P>0,05 (Iguais); P < 0,05 (Desiguais)

GL = Grau de liberdade; FG = Freedom grade

Tabela 5A. Teste F para verificação de igualdade de variância dos dados de contagem de células de Leydig e os teores de testosterona sanguínea de caprinos tratados com grão de linhaça e dieta controle.

Table 5A. F test to verify the data variance equality of Leydig cells counting and the testosterone blood levels of goats treated with linseed and control diet.

Variáveis <i>Variables</i>	Valor F <i>F Value</i>	P-Valor <i>P Value</i>
Número de células de Leydig /animal ($\times 10^6$) <i>Leydig cells number/animal ($\times 10^6$)</i>	2,22	0,40
Número de células de Leydig /g testículo ($\times 10^6$) <i>Leydig cells numbers/ testicle g ($\times 10^6$)</i>	2,89	0,26
Testosterona (ng/mL) <i>Testosterone (ng/mL)</i>	1,41	0,71

P>0,05 (Iguais); P < 0,05 (Desiguais)

Tabela 6A. Teste *t* para verificação de igualdade de médias dos dados de contagem de células de *Leydig* e os teores de testosterona sanguínea de caprinos tratados com grão de linhaça e dieta controle.

Table 6A. *T test to verify the data average equality of Leydig cells counting and the testosterone blood levels of goats treated with whole linseed and control diet.*

Variáveis <i>Variables</i>	Método <i>Method</i>	Variâncias <i>Variances</i>	GL <i>FG</i>	Valor t <i>T value</i>	P-Valor <i>P value</i>
Número de células de Leydig /animal ($\times 10^6$)	Pooled	Igual	10	0,37	0,72
<i>Leydig cells number/animal ($\times 10^6$)</i>	Satterthwaite	Desigual	8,74	0,37	0,72
Número de células de Leydig /g testículo ($\times 10^6$)	Pooled	Igual	10	0,64	0,53
<i>Leydig cells numbers/ testicle g ($\times 10^6$)</i>	Satterthwaite	Desigual	8,09	0,64	0,54
Testosterona (ng/mL)	Pooled	Igual	10	0,59	0,56
<i>Testosterone (ng/mL)</i>	Satterthwaite	Desigual	9,72	0,59	0,56

P>0,05 (Iguais); P < 0,05 (Desiguais); GL = Graus de Liberdade; FG = freedom grade

TABELAS DO APÊNDICE DO ARTIGO II

Tabela 1B. Teste F para verificação de igualdade de variância dos dados das variáveis bioquímicas obtidas do sangue de caprinos machos tratados com grão de linhaça e dieta controle.

Table 1B. *F test to verify the data variance equality of biochemical variables obtained from the blood of goats treated with whole linseed and control diet.*

Variáveis <i>Variables</i>	Valor F <i>F value</i>	P-Valor <i>P value</i>
Colesterol (mg/dL)	10,17	0,02**
<i>Cholesterol (mg/dL)</i>		
Triglicerídeos (mg/dL)	4,29	0,13
<i>Triglycerides (mg/dL)</i>		
HDL (mg/dL)	15,90	0,01**
LDL (mg/dL)	1,22	0,83
VLDL (mg/dL)	7,93	0,04**

P>0,05 (Iguais); P < 0,05 (Desiguais)

Tabela 2B. Teste *t* para verificação de igualdade de médias dos dados das variáveis bioquímicas obtidas do sangue de caprinos machos tratados com grão de linhaça e dieta controle.

Table 2B. *T test to verify the data average equality of biochemical variables obtained from the blood of male goats treated with whole linseed and control diet*

Variáveis <i>Variables</i>	Método <i>Method</i>	Variâncias <i>Variance</i>	GL <i>FG</i>	Valor t <i>T value</i>	P-Valor <i>P value</i>
Colesterol (mg/dL)	Pooled	Igual	10,00	-0,82	0,43
<i>Cholesterol (mg/dL)</i>	Satterthwaite	Desigual	5,97	-0,82	0,44
Triglicerídeos (mg/dL)	Pooled	Igual	10,00	-2,53	0,03**
<i>Triglycerides (mg/dL)</i>	Satterthwaite	Desigual	7,21	-2,53	0,03**
HDL (mg/dL)	Pooled	Igual	10,00	0,27	0,79
	Satterthwaite	Desigual	5,63	0,27	0,79
LDL (mg/dL)	Pooled	Igual	10,00	-0,65	0,53
	Satterthwaite	Desigual	9,91	-0,65	0,53
VLDL (mg/dL)	Pooled	Igual	10,00	-2,24	0,04
	Satterthwaite	Desigual	6,24	-2,24	0,06

P>0,05 (Iguais); P < 0,05 (Desiguais); GL = Graus de liberdade; FG = Freedom grade

Tabela 3B. Teste F para verificação de igualdade de variância dos dados de avaliação de peso e rendimento de carcaça obtidas de caprinos machos tratados com grão de linhaça e dieta controle.

Table 3B. *F test to verify the data average variance of weight evaluation and carcass yielding obtained from goats treated with whole linseed and control diet.*

Variáveis <i>Variables</i>	Valor F <i>F value</i>	P-Valor <i>P value</i>
Peso Inicial (Kg) <i>Initial weight (kg)</i>	2,06	0,44
Peso Final (Kg) <i>Final weight (kg)</i>	1,17	0,86
Ganho de Peso (Kg) <i>Weight gain (kg)</i>	1,49	0,67
Peso da Carcaça (Kg) <i>Carcass weight (kg)</i>	1,93	0,48
Rendimento de carcaça (%) <i>Yelding carcass (%)</i>	3,05	0,24

P>0,05 (Iguais); P < 0,05 (Desiguais)

Tabela 4B. Teste *t* para verificação de igualdade de médias dos dados de avaliação de peso e rendimento de carcaça obtidas de caprinos machos tratados com grão de linhaça e dieta controle.

Table 4B. T test to verify the data average equality of weight evaluation and yielding carcass obtained from male goats treated with whole linseed and control diet.

Variáveis <i>Variables</i>	Método <i>Method</i>	Variâncias <i>Variance</i>	GL <i>FG</i>	Valor t <i>T value</i>	P-Valor <i>P value</i>
Peso Inicial (Kg)	Pooled	Igual	10,00	-0,33	0,74
<i>Initial weight (kg)</i>	Satterthwaite	Desigual	8,93	-0,33	0,74
Peso Final (Kg)	Pooled	Igual	10,00	-0,54	0,60
<i>Final weight (kg)</i>	Satterthwaite	Desigual	9,94	-0,54	0,60
Ganho de Peso (Kg)	Pooled	Igual	10,00	-0,39	0,70
<i>Weight gain (kg)</i>	Satterthwaite	Desigual	9,62	-0,39	0,70
Peso da Carcaça (Kg)	Pooled	Igual	10,00	-0,17	0,86
<i>Carcass weight (kg)</i>	Satterthwaite	Desigual	9,09	-0,17	0,86
Rend Carcaça (%)	Pooled	Igual	10,00	1,19	0,26
<i>Yelding carcass (%)</i>	Satterthwaite	Desigual	7,96	1,19	0,26

P>0,05 (Iguais); P < 0,05 (Desiguais); GL = Graus de liberdade; FG = Freedom grade

Tabela 5B. Teste F para verificação de igualdade de variância dos dados de avaliação das carcaças obtidas de caprinos machos tratados com grão de linhaça e dieta controle.

Table 5B. F test to verify the data variance equality of carcass evaluation obtained from male goats treated with whole linseed and control diet.

Variáveis <i>Variables</i>	Valor F <i>F value</i>	P-Valor <i>P value</i>
Lipídeo Total (%) <i>Total fat (%)</i>	2,39	0,36
Omega 3 (%)	3,53	0,19
Omega 6 (%)	1,40	0,72
AGPI (%) <i>PUFA (%)</i>	1,94	0,48
Gordura Saturada (%) <i>Saturated fatty acids (%)</i>	5,73	0,07
AGPI/SAT (%) <i>PUFA/SFA (%)</i>	2,82	0,27
$\omega 6/\omega 3$ (%)	1,88	0,50

AGPI = ácidos graxos poliinsaturados;
 PUFA= polyunsaturated fatty acids; SFA= saturated fatty acids
 P>0,05 (Iguais); P < 0,05 (Desiguais)

Tabela 6B. Teste *t* para verificação de igualdade de médias dos dados de avaliação das carcaças obtidas de caprinos machos tratados com grão de linhaça e dieta controle.

Table 6B. *T test to verify the data average equality of carcass evaluation obtained from male goats treated with whole linseed and control data.*

Variáveis <i>Variables</i>	Método <i>Method</i>	Variâncias <i>Variance</i>	GL <i>FG</i>	Valor t <i>T value</i>	P-Valor <i>P value</i>
Lípideo Total (%)	Pooled	Igual	10,00	-1,14	0,28
<i>Total fat (%)</i>	Satterthwaite	Desigual	8,56	-1,14	0,28
Omega 3 (%)	Pooled	Igual	10,00	1,22	0,25
	Satterthwaite	Desigual	7,62	1,22	0,25
Omega 6 (%)	Pooled	Igual	10,00	-0,12	0,91
	Satterthwaite	Desigual	9,73	-0,12	0,91
AGPI (%)	Pooled	Igual	10,00	0,32	0,75
<i>PUFA (%)</i>	Satterthwaite	Desigual	9,08	0,32	0,75
AGS (%)	Pooled	Igual	10,00	-1,24	0,24
<i>SFA (%)</i>	Satterthwaite	Desigual	6,69	-1,24	0,25
AGPI/AGS (%)	Pooled	Igual	10,00	0,63	0,54
<i>PUFA/SFA (%)</i>	Satterthwaite	Desigual	8,15	0,63	0,54
$\omega 6/\omega 3$ (%)	Pooled	Igual	10,00	-4,26	0,01
	Satterthwaite	Desigual	9,15	-4,26	0,01

AGPI = ácidos graxos poliinsaturados; AGS = ácidos graxos saturados

PUFA= polysaturated fatty acids; SFA= satured fatty acids

P>0,05 (Iguais); P < 0,05 (Desiguais)