

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA
CÂMPUS DE BOTUCATU

*ÁREA DE FIBRA MUSCULAR, COLÁGENO E PERFIL DE
ÁCIDOS GRAXOS DA CARNE CAPRINA*

ANDRÉIA CRISTINA TONIOLO CHÁVARI

Dissertação apresentada ao Programa de
Pós-Graduação em Zootecnia como
parte das exigências para obtenção do
título de Mestre.

Botucatu-SP
Junho-2011

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA
CÂMPUS DE BOTUCATU

*ÁREA DE FIBRA MUSCULAR, COLÁGENO E PERFIL DE
ÁCIDOS GRAXOS DA CARNE CAPRINA*

ANDRÉIA CRISTINA TONIOLO CHÁVARI
Zootecnista

Orientador: Prof. Dr. Heraldo César Gonçalves

Dissertação apresentada ao Programa de
Pós-Graduação em Zootecnia como
parte das exigências para obtenção do
título de Mestre.

Botucatu-SP
Junho-2011

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO
DA INFORMAÇÃO - SERVIÇO TÉCNICO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - UNESP - FCA
- LAGEADO - BOTUCATU (SP)

C512a Chávvari, Andréia Cristina Toniolo, 1980-
Área de fibra muscular, colágeno e perfil de ácidos
graxos da carne caprina / Andréia Cristina Toniolo
Chávvari. - Botucatu : [s.n.], 2011
vi, 53 f. : il. color., tabs

Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual
Paulista, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia,
Botucatu, 2011
Orientador: Heraldo César Gonçalves
Inclui bibliografia

1. Ácidos graxos. 2. Caprino - criação. 3. Carne
caprina - gordura. 4. Carne caprina - Músculo. 5. Carne
caprina - qualidade. 6. Carne caprina - Maciez. I.
Gonçalves, Heraldo César. II. Universidade Estadual
Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Campus de Botucatu).
Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia. III.
Título.

*“Entrega o teu caminho ao Senhor, confia
nele, e o mais Ele fará”*

Salmo 37:5

*Aos meus amados pais, Ademir Toniolo e Vera Lúcia Nicoletti
Toniolo, que sempre com muito amor me ensinaram os caminhos
a trilhar, investiram na educação, sempre me apoiando e
incentivando a chegar até aqui,*

*Ao meu marido, Diego Cristiano Chávári, pelo companheirismo,
sempre me apoiando em tudo,*

*Ao meu irmão Ricardo, minha cunhada Sara e meu sobrinho
João Pedro por estarem presentes na minha vida
compartilhando momentos de muita alegria,*

Dedico

Agradecimentos

A Deus, sempre!

À Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Campus de Botucatu – UNESP e ao Programa de Pós-Graduação, por oferecer a oportunidade.

Ao Prof. Dr. Heraldo César Gonçalves, pela orientação e amizade.

Aos professores Dr. André Mendes Jorge e Dr. Roberto Oliveira Roça e ao Dr. Mauro Sartori Bueno pelas correções e sugestões, as quais enriqueceram este trabalho.

Ao Prof. Dr. Sérgio Luis Felisbino e estagiários do Departamento de Morfologia do Instituto de Biociências, pela realização das análises de área de fibra muscular e colágeno.

Ao pós-graduando Ernani Nery de Andrade e aos técnicos do Laboratório de Tecnologia de Produtos de Origem Animal, do Departamento de Gestão e Tecnologia Agroindustrial, João Antonio Gomes Filho e Maria Cecília dos Santos, pelo auxílio na realização da determinação do perfil de ácidos graxos.

Aos funcionários Carlos Pazini Júnior, Seila Cristina Cassineli Vieira e José Luiz Barbosa de Souza pela presteza e disposição com que sempre me atenderam.

À CNPq, pela concessão da bolsa de estudo.

Às minhas queridas amigas Raquel Vasconcelos Lourençon, Melissa de Souza Emerson, Raquel Ornelas Marques e Giuliana Micai de Oliveira, e ao amigo Gil Ignácio Lara Cañizares pelos bons momentos que passamos neste período, e que com certeza iremos lembrar sempre. Muito obrigada por existirem!

E a todos que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho.

Muito obrigada!

SUMÁRIO

| | Página |
|------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| CAPÍTULO I | 1 |
| Considerações Iniciais..... | 2 |
| Características da carcaça e da carne caprina..... | 3 |
| Importância nutricional da carne | 3 |
| O consumidor | 4 |
| Colágeno..... | 5 |
| Fibra muscular | 6 |
| Perfil de ácidos graxos | 7 |
| Literatura Citada..... | 12 |
| CAPÍTULO II | 20 |
| ÁREA DE FIBRA MUSCULAR, COLÁGENO E PERFIL DE ÁCIDOS GRAXOS DA CARNE CAPRINA | 21 |
| Resumo..... | 21 |
| Abstract | 22 |
| Introdução..... | 23 |
| Material e Métodos..... | 25 |
| Local de execução | 25 |
| Criação dos animais | 26 |
| Colheita de amostras | 27 |
| Determinação da área de fibra muscular e do conteúdo de colágeno | 29 |
| Preparo das amostras para análise do perfil de ácidos graxos..... | 29 |
| Composição dos ácidos graxos por cromatografia..... | 29 |
| Análise estatística | 30 |
| Resultados e Discussão | 32 |
| Conclusão | 45 |
| Literatura Citada..... | 46 |
| CAPÍTULO III | 51 |
| Implicações | 52 |

LISTA DE TABELAS

| | Página |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| CAPÍTULO II | 20 |
| Tabela 1. Distribuição dos animais experimentais que foram utilizados para colheita de amostras de acordo com o grupo racial, peso de abate e gênero | 26 |
| Tabela 2. Composição bromatológica da dieta experimental | 27 |
| Tabela 3. Distribuição dos animais experimentais de acordo com o grupo racial, peso de abate e gênero para determinação do perfil de ácidos graxos | 28 |
| Tabela 4. Área de fibra muscular e porcentagem de área de colágeno do músculo <i>Semitendinosus</i> de cabritos de diferentes grupos raciais | 33 |
| Tabela 5. Área de fibra muscular e porcentagem de área de colágeno da carne de cabritos de diferentes gêneros e pesos de abate..... | 35 |
| Tabela 6. Médias gerais da composição em ácidos graxos do músculo <i>L. dorsi</i> de cabritos machos e fêmeas, Alpinos, ½ Boer + ½ Alpino, ¾ Boer + ¼ Alpino, ½ Anglo Nubiano + ½ Alpino, ¼ Boer + ¼ Alpino + ½ Anglo Nubiano, abatidos com 25, 30 e 35 kg | 37 |
| Tabela 7. Médias das proporções de ácidos graxos da carne de cabritos em função do gênero | 39 |
| Tabela 8. Médias das proporções de ácidos graxos da carne caprina em função do grupo racial | 40 |
| Tabela 9. Proporção de ácidos graxos e índices de qualidade nutricional da fração lipídica do músculo <i>L. dorsi</i> de cabritos machos e fêmeas de diferentes grupos raciais e pesos de abate | 41 |
| Tabela 10. Interação gênero x peso de abate no perfil em ácidos graxos do músculo <i>L. dorsi</i> de cabritos | 44 |

LISTA DE FIGURAS

| | Página |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| CAPÍTULO II | 20 |
| Figura 1. Corte transversal ilustrativo do músculo <i>Semitendinosus</i> de animal Alpino e ½ BA, respectivamente, demonstrando as fibras musculares..... | 34 |
| Figura 2. Corte transversal ilustrativo do músculo <i>Semitendinosus</i> de animal Alpino e ½ BA, respectivamente, demonstrando o colágeno..... | 34 |

CAPÍTULO I

Considerações Iniciais

Os caprinos apresentam ampla distribuição mundial e seus produtos importância dietética na nutrição humana desde primórdios da civilização (WEBB et al., 2005) consolidando a caprinocultura como relevante atividade pecuária.

Nos últimos trinta anos, de acordo com a *Food and Agricultural Organization* (FAO, 2009) o efetivo nacional aumentou de 8,07 para 9,2 milhões de cabeças, o que representa um crescimento de 14%. Neste mesmo período, o número de animais abatidos elevou de 2,0 para 2,6 milhões de cabeças, representando um aumento de 30% e a produção de carne que era de 2,28 passou para 2,94 toneladas/ano, demonstrando que a carne caprina está conquistando espaço no mercado.

Tradicionalmente no Estado de São Paulo a caprinocultura focava a produção de leite, porém os produtores passaram a encontrar dificuldades na comercialização do produto devido à concorrência do leite UHT (longa vida) produzido no Rio de Janeiro e Rio Grande do Sul. Visando contornar o problema, os produtores vêm apostando na produção de carne a partir de cabras leiteiras (MENEZES, 2008), por meio do acasalamento destas com reprodutores de raças especializadas na produção de carne (cruzamento industrial). Dessa forma, os cabritos machos, que antes eram descartados ao nascer, começaram a ser utilizados para produção de carne como forma de elevar a renda da propriedade.

O cruzamento industrial está se tornando uma prática constante nos sistemas de produção de animais para corte e a eficiência deste processo depende das raças selecionadas, da individualidade e do nível nutricional dos animais (SILVA SOBRINHO, 2001). Dentre as raças utilizadas com maior frequência nestes cruzamentos, a raça Boer destaca-se por apresentar excelente conformação, rápido crescimento, elevados índices de fertilidade e prolificidade e os animais são facilmente adaptáveis às condições ambientais (MALAN, 2000). Outra opção para os acasalamentos é a raça Anglo Nubiana, considerada de dupla aptidão, os animais são rústicos e de elevado peso adulto, apresentam carne e pele de boa qualidade e bom ganho de peso diário dos cabritos (RIBEIRO, 1997).

Apesar do mercado aquecido, Souza (2004) ressalta o baixo nível tecnológico em todo processo produtivo no Brasil e, para a consolidação da atividade no

agronegócio brasileiro se faz necessário estabelecer uma visão sistêmica, focando a cadeia produtiva, onde todos os segmentos se articulem de forma coordenada. Isso implica no estabelecimento de ações ao longo da cadeia, seguindo os padrões de exigência do mercado por meio da regulamentação da oferta, preço, qualidade e expansão de novos produtos e derivados.

Características da carcaça e da carne caprina

A carcaça caprina caracteriza-se por ser pequena, magra e pouco compacta (MADRUGA, 1999). Uma particularidade dos caprinos em relação às demais espécies de ruminantes é a distribuição de gordura na carcaça, que se caracteriza por apresentar em torno de 50-60% da gordura corporal depositada na cavidade abdominal (SIMELLA et al., 1999) resultando numa carcaça pobre em gordura subcutânea, inter e intramuscular.

O baixo percentual de gordura é benéfico sob o ponto de vista da nutrição humana, porém a falta de gordura de cobertura pode reduzir a qualidade da carcaça durante o processo de resfriamento por causa do encurtamento das fibras musculares pelo frio e maior perda de umidade, resultando numa carne menos macia.

Além do baixo teor de gordura, a carne caprina apresenta boa digestibilidade e alto valor nutritivo. Em termos de composição química, a água é o componente mais abundante, apresentando-se entre 74,01 e 76,11%. O teor de proteína situa-se em torno de 20,49 e 23,03%, o de gordura entre 1,60 e 2,98% e o de cinzas se apresenta entre 0,97 e 1,12% (HASHIMOTO et al., 2007; MENEZES, 2008; MEDEIROS, 2009; RODRIGUES, 2009).

Importância nutricional da carne

A importância na ingestão de carne prende-se ao fato deste produto constituir importante fonte de proteínas de alto valor biológico nas dietas humanas. As proteínas participam da construção e manutenção dos tecidos, formação de enzimas, hormônios e anticorpos, fornecimento de energia e regulação de processos metabólicos. Na forma de lipoproteínas, as proteínas participam no transporte de triacilgliceróis, colesterol, fosfolípidios e vitaminas lipossolúveis. Os aminoácidos fornecem nitrogênio e compostos sulfurados ao organismo humano, que é incapaz de sintetizar 8 dos 20

aminoácidos que compõem as proteínas do tecido muscular, tornando necessário o aporte exógeno (DOMENE, 2002).

O consumidor

A carne caprina é universalmente aceita, mas a preferência do consumidor sofre influência das condições sociais e econômicas e das tradições culturais (NORMAN, 1991; CASEY et al., 2003) portanto estes aspectos devem ser considerados para produção da carne, visando a satisfação dos consumidores. No Brasil, a preferência se dá pelo consumo da carne de animais jovens, caracterizada por ser mais macia, suculenta e possuir sabor e odor característicos menos intensos (MADRUGA, 1999).

Os consumidores estão cada vez mais esclarecidos e exigentes com relação à qualidade dos alimentos, principalmente no que diz respeito à saúde e bem estar das pessoas. No caso da carne, a exigência se dá por atributos como maciez, sabor, produção, processamento e comercialização (ANDRADE, 2010).

Durante o consumo, a maciez é a característica de maior relevância (SAFARI et al., 2001), assumindo posição de destaque dentro de uma matriz de qualidade da carne, sendo considerada a característica sensorial de maior influência na aceitação do produto por parte dos consumidores (ALVES et al., 2005). A textura da carne é afetada por diversos fatores, dentre os quais a área de fibra muscular e o colágeno.

Além dos aspectos sensoriais, os consumidores estão buscando alimentos benéficos à saúde. Sabe-se que a carne é uma das maiores fontes de gordura da dieta, principalmente das saturadas, que têm sido associadas a várias doenças como cânceres e distúrbios cardiovasculares (HASHIMOTO et al., 2007), porém a gordura animal é importante para a nutrição humana devido ao seu alto valor energético, que é duas vezes, ou mais, superior ao dos carboidratos (MAHGOUB et al., 2002). Outra importância das gorduras na nutrição é que os lipídios participam de diversas funções biológicas no organismo, dentre estas, na composição das membranas celulares, como isolantes térmicos além de entrarem como componentes das vitaminas lipossolúveis e hormônios (MANCINI-FILHO, 1996).

Tendo em vista a importância nutricional da ingestão de carne e a importante participação dos lipídios nas funções biológicas, conclui-se que o aporte de gordura pela dieta não deve ser totalmente suprimido, porém a ingestão deve ser controlada, visando

reduzir os efeitos danosos que estas podem produzir sobre a saúde das pessoas. O controle não deve visar apenas a quantidade de gordura ingerida, mas sim enfatizar o tipo de gordura ingerida (SANTOS-FILHO et al., 2001). Dessa forma se faz necessário conhecer o perfil de ácidos graxos da carne, pois este determina o quão benéfico é o produto quando se trata de ingestão de gordura.

Considerando estes aspectos, MADRUGA (1999) afirma que a carne caprina se sobressai ao longo das décadas como uma grande opção dentre as carnes vermelhas pelo seu alto valor nutricional e também pelas características sensoriais. É também uma boa alternativa de carne magra e boa fonte de ácidos graxos desejáveis, suprimindo as exigências do consumidor moderno (MADRUGA et al., 2002).

Colágeno

O colágeno constitui um terço do total das proteínas dos vertebrados e é encontrado sob várias formas nos tecidos, exercendo funções de acordo com sua localização (SHIMOKOMAKI, 1992). As fibras musculares encontram-se envoltas por uma matriz extracelular, da qual o colágeno participa, que constitui o tecido conjuntivo do músculo, organizado em três bainhas: epimísio, endomísio e perimísio (PURSLOW, 2005; SILVA e CARVALHO, 2007).

Segundo Bailey (1985), embora os músculos contenham pouco colágeno, este componente do tecido conjuntivo exerce influência sobre a maciez da carne através de suas várias propriedades, tais como tamanho da fibra, tipo genético, conteúdo total e solubilidade, a qual está intimamente relacionada com a natureza e integridade de suas ligações cruzadas. De acordo com Ramos e Gomide (2007), o conteúdo de colágeno solúvel influencia a maciez da carne em animais de diferentes idades e o conteúdo total prediz diferenças na maciez entre músculos.

A idade do animal é um dos fatores que afetam o colágeno, piorando a qualidade da carne, pois apesar de o conteúdo de colágeno variar muito pouco com o avanço da idade, como citado anteriormente, segundo Bailey e Sims (1977) cresce o número de ligações cruzadas que se tornam mais estáveis. Em animais jovens a síntese de grande quantidade de colágeno novo é mais rápida e neste existem poucas ligações cruzadas, aumentando a solubilidade da molécula de colágeno, favorecendo a maciez da carne.

Além da idade, outro fator influente no conteúdo de colágeno é o gênero. Estudos demonstram que machos apresentam maior quantidade de tecido conectivo intramuscular do que as fêmeas e a castração é um método que promove a redução do conteúdo de colágeno, o que leva à melhora da qualidade da carne (FLORES e BERMELL, 1988).

De acordo com Webb et al. (2005) a preferência pela carne de ovinos é maior do que carne de caprinos, e isto está relacionado ao conteúdo e solubilidade do colágeno, pois segundo Heinze et al. (1986) e Schönfeldt et al. (1993), os caprinos, em particular a raça Boer, possuem maior quantidade de colágeno com menor solubilidade do que ovinos, o que reduz a maciez da carne.

Fibra muscular

O músculo estriado esquelético está envolvido com a locomoção e os movimentos de respiração e é constituído por células que possuem capacidade contrátil, cuja expressão se dá nas células musculares. O diâmetro das fibras varia de 10 a 100 µm, e o comprimento pode atingir 10 cm, dependendo da arquitetura do músculo (SILVA e CARVALHO, 2007).

A fase da hiperplasia (multiplicação) das fibras musculares nos mamíferos ocorre na fase de gestação e o número de fibras é fixado por ocasião do parto (PICARD et al., 2002). Sendo assim, o crescimento pós-natal da massa muscular processa-se por hipertrofia das fibras pré-existentes. O potencial de crescimento e, portanto, o tamanho corporal final do animal, é determinado na vida intra-uterina, quando termina o processo de proliferação das fibras musculares (SANTELLO et al., 2010).

A taxa de crescimento pós-natal da fibra muscular individual é mais baixa quando há um elevado número de fibras no músculo e mais alta quando há menor número de fibras, indicativo de que o número de fibras é inversamente correlacionado ao diâmetro de fibra muscular ao final do período de crescimento intensivo (REHFELDT et al., 2000)

As fibras musculares podem ser classificadas conforme o metabolismo, contratibilidade e cor. De acordo com Peter et al. (1972), as fibras musculares se classificam em SO (fibras de contração lenta, metabolismo oxidativo e coloração

vermelha), FOG (contração rápida, metabolismo oxidativo-glicolítico e coloração intermediária) e FG (contração rápida, metabolismo glicolítico e coloração branca).

A mensuração da área das fibras e a frequência do tipo de fibra constituem parâmetros seguros na avaliação do crescimento do tecido muscular. Segundo Dias (2009), diversos pesquisadores observaram correlação positiva do diâmetro e frequência das fibras musculares com o desempenho animal e a maciez da carne.

De acordo com Gaili e Ali (1985) os caprinos apresentam fibras musculares e feixes de fibras musculares com maior diâmetro que os ovinos, deixando a carne com uma textura mais grosseira. Os mesmos autores, assim como Argüello et al. (2005), observaram também que à medida que o peso de abate aumenta, a área de fibra muscular também aumenta. Apesar disso, dados sobre as características de fibras musculares de caprinos são ainda escassos, havendo necessidade de mais pesquisas na área.

Perfil de ácidos graxos

Os ácidos graxos são cadeias hidrocarbonadas que possuem um grupo carboxila terminal, podendo apresentar-se como saturados, quando existem somente ligações simples entre os carbonos, e insaturados, quando apresentam duplas ligações. Os ácidos graxos insaturados podem ser subdivididos em: monoinsaturados, quando apresentam uma única dupla ligação; poli-insaturados, quando apresentam duas, três ou quatro duplas ligações e altamente insaturados, quando possuem cinco ou seis duplas ligações na estrutura carbônica (GODBER, 1994).

O perfil de ácidos graxos exerce pouca influência no valor comercial da carcaça em comparação ao conteúdo total de gordura (MADRUGA et al., 2006), porém existe forte influência dos ácidos graxos sobre a saúde humana, o que justifica as pesquisas nesta área.

A concentração de colesterol plasmático é influenciada pela composição de ácidos graxos da gordura da dieta. O consumo de altos níveis de ácidos graxos saturados de cadeia longa eleva o nível de colesterol plasmático, fato não observado pelo consumo de altos níveis de ácidos graxos mono e poli-insaturados (GRUNDY e DENKE, 1990). Entretanto, nem todos os ácidos graxos saturados apresentam efeitos semelhantes. Os ácidos láurico, mirístico e palmítico elevam o colesterol plasmático (DENKE e

GRUNDY, 1992; DERR et al., 1993; SUNDRAM et al., 1994; THOLSTRUP et al., 1994; ZOCK et al., 1994) enquanto o C18:0 (ácido esteárico), apesar de saturado, atua de forma diferente, através da redução do colesterol sérico em humanos (BONANOME e GRUNDY, 1988). Isto ocorre porque o ácido esteárico é importante para a síntese de ácidos graxos insaturados. A introdução de uma dupla ligação entre os átomos de carbono 9 e 10 é catalisada pela enzima Δ -9 dessaturase, convertendo o ácido esteárico para ácido oléico (C18:1) (CALDER, 1998; TEITELBAUM e WALKER, 2001).

Outro fator importante a ser considerado para determinação do valor nutricional de alimentos gordurosos é a relação AGPI/AGS (ácidos graxos poli-insaturados/ácidos graxos saturados). Estudos demonstram que a composição de ácidos graxos da carne de animais ruminantes é diferente da carne de animais não ruminantes. A relação AGPI/AGS é menor em ruminantes devido à biohidrogenação ruminal, na qual ocorre a hidrogenação das gorduras insaturadas da dieta (ENSER et al., 1998), pois durante a degradação dos lipídeos no rúmen, os ácidos graxos insaturados, por serem quimicamente mais instáveis (possuem menor ponto de fusão), não passam pela membrana da bactéria, então estes ácidos graxos são hidrogenados pelas enzimas hidrogenases (BALDWIN e ALLISON, 1983). Apesar de existir o processo de hidrogenação, alguns ácidos graxos insaturados provenientes dos alimentos passam intactos pelo rúmen e são depositados na gordura corporal do animal (WOOD e ENSER, 1997).

Por estes motivos, os ruminantes apresentam valores pouco favoráveis para a relação AGPI/AGS, já que a recomendação do *Department of Health and Social Security* (1984) para esta relação é de 0,45 para a dieta como um todo.

Em relação aos poli-insaturados ω 3 e ω 6, são ácidos graxos que não podem ser sintetizados por mamíferos pelo fato de não possuírem as enzimas dessaturases que inserem duplas ligações entre os carbonos 3-4 e 6-7 na porção terminal da molécula de ácido graxo, portanto devem ser obtidos da dieta (ROSE e CONNOLY, 1999; TEITELBAUM e WALKER, 2001), já que são necessários para manter sob condições normais as membranas celulares, as funções cerebrais e a transmissão de impulsos nervosos (YEHUDA et al., 2002).

Segundo Williams (2000), recentemente os nutricionistas estão focados no balanço entre ω 3 e ω 6, pois de acordo com Enser (2001) citado por Wood et al. (2003) a

relação $\omega 6/ \omega 3$ é também um fator de risco para cânceres e doenças coronarianas, especialmente pela formação de coágulos no sangue, que levam ao ataque cardíaco. Apesar de essencial, altas quantidades de $\omega 6$ podem favorecer processos inflamatórios que conduzem à arteriosclerose, pois este tende a aumentar a agregação das plaquetas (YOUNG et al., 1998).

Por estes motivos é desejável reduzir a quantidade de $\omega 6$ e aumentar a de $\omega 3$ na dieta, pois segundo o *Department of Health and Social Security* (1994), valores abaixo de 4,0 para a relação $\omega 6/\omega 3$ sugerem quantidades desejáveis à dieta para prevenção de riscos cardiovasculares.

Outro ácido graxo de interesse mundial é o CLA (ácido linoléico conjugado). Este termo refere-se a um grupo de isômeros de posição e geométricos do ácido linoléico, e suas duplas ligações são separadas por uma ligação simples carbono-carbono (insaturação conjugada). Os isômeros CLA incluem isomeria geométrica *cis-cis*, *cis-trans*, *trans-cis* e *trans-trans*, e isomeria com as duplas ligações nas posições 9 e 11, 10 e 12 ou 11 e 13 (BESSA et al., 2000).

A concentração do CLA na carne de ruminantes é superior à de outros animais, pois este ácido graxo é um intermediário da biohidrogenação ruminal do ácido linoléico. Quando a biohidrogenação deste ácido não for completa, pode ocorrer seu escape do rúmen e este será absorvido pelo epitélio intestinal e fará parte da gordura animal (BAUMAN e GRIINARI, 2000; PARIZA et al., 2001).

O interesse por este ácido graxo ocorre porque este tem sido associado à atividade biológica, com propriedades anticarcinogênicas, redução do estresse oxidativo, prevenção contra aterosclerose, proteção contra crescimento de tumores na glândula mamária (SHINGFIELD et al., 2008), e apresenta também efeito antiteratogênico, antidiabético (tipo II) e imunomodulador (BAUMAN e GRIINARI, 2000; PARIZA et al., 2001).

Embora evidente os efeitos benéficos do CLA sobre a saúde, existe a necessidade de mais estudos para determinar sua segurança e eficácia antes de serem feitas recomendações (FUNCK et al., 2006).

Mendoza et al. (2005) afirmam que as diferenças no teor de CLA podem ocorrer devido ao tamanho relativo do rúmen-retículo, às diferenças na microbiota ruminal e seu metabolismo e também aos comportamentos de consumo e ruminação.

Tratando-se de ácidos graxos, também é importante ressaltar que as propriedades físicas e químicas dos lipídeos afetam diretamente as qualidades nutricional, sensorial e de conservação da carne: o “flavour” (sabor e aroma) é influenciado pelo perfil de ácidos graxos (MOTTRAM, 1998; MADRUGA, 2004); as gorduras saturadas solidificam após o cozimento, influenciando a palatabilidade da carne; a presença dos ácidos graxos insaturados aumenta o potencial de oxidação, influenciando diretamente a vida de prateleira da carne *in natura* ou cozida.

As diferenças na composição em ácidos graxos nos lipídeos da carne de animais de mesma espécie e de diferentes raças foram revisadas por Banskalieva et al. (2000) e Wood et al. (2003), sendo atribuídas à influência de fatores diversos como alimentação, gênero, localização anatômica, idade e peso de abate.

Madruga et al. (2006), ao utilizar cordeiros de diferentes genótipos e gêneros não encontraram diferença no perfil de ácidos graxos na carne dos animais, e Madruga et al. (2009) ao trabalharem com quatro grupos raciais de caprinos (Boer; $\frac{3}{4}$ Boer+ $\frac{1}{4}$ SPRD (sem padrão racial definido); $\frac{1}{2}$ Boer + $\frac{1}{2}$ SPRD; $\frac{1}{2}$ Anglo Nubiano + $\frac{1}{2}$ SPRD) também não encontraram diferenças no perfil lipídico. Contrariamente, Dhanda et al. (2003) ao analisarem o perfil de ácidos graxos de seis grupos raciais (Boer x Angorá, Boer x Feral, Boer x Saanen, Feral x Feral, Saanen x Angorá e Saanen x Feral) observaram diferenças significativas, exceto para os ácidos mirístico e esteárico, concluindo que o grupo racial exerce influência sobre o perfil de ácidos graxos da gordura intermuscular.

Mahgoub et al. (2002), com caprinos Omani Jebel Akhdar de diferentes gêneros e pesos de abate observaram, efeito significativo do gênero no perfil de ácidos graxos, sendo que os machos apresentaram maiores teores de C15:0, C18:2 e C18:3 e menores teores de C17:0 e C18:0 do que as fêmeas e castrados.

Werdí Pratiwi et al. (2007) ao pesquisar a qualidade e o valor nutritivo de caprinos Feral na Austrália, abatidos com 5, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70 kg observaram mudanças no perfil de ácidos graxos do músculo *Longissimus thoracis* e atribuíram essas mudanças ao conteúdo total de gordura, que é maior nos animais mais pesados, o que leva a modificações principalmente nas concentrações de ácidos graxos poli-insaturados (AGPI), ácidos graxos saturados (AGS) e ácidos graxos monoinsaturados (AGMI).

O capítulo II, intitulado **ÁREA DE FIBRA MUSCULAR, COLÁGENO E PERFIL DE ÁCIDOS GRAXOS DA CARNE CAPRINA**, foi redigido em formato de artigo segundo as normas da **Revista Brasileira de Zootecnia**. O objetivo desta pesquisa foi avaliar a influência do grupo racial, peso de abate e gênero na área de fibra muscular, porcentagem de colágeno e perfil de ácidos graxos da carne de cabritos.

Literatura Citada

ALVES, D. D.; GOES, R. H. T. B.; MANCIO, A. B. Maciez da carne bovina. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v.6, p. 135-149, Jul./Set. 2005.

ANDRADE, E. N. **Influência da utilização de lipídio protegido na dieta sobre o perfil de ácidos graxos e qualidade da carne de bovinos jovens Nelore-Angus**. 2010. 98 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2010.

ARGÜELLO, A. et al. Effects of diet and liveweight at slaughter on kid meat quality. **Meat Science**, Barking, v. 70, p. 173-179, 2005.

BAILEY, A. J. The role of collagen in the development of muscle and relationship to eating quality. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.60, p.1580-87, 1985.

BAILEY, A. J.; SIMS, T. J. Meat tenderness: distribution of molecular species of collagen in bovine muscle. **Journal Science and Food Agriculture**, London, v.28, p.565-570, 1977.

BALDWIN, R. L.; ALLISON, M. J. Rumens metabolism. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 57, n.2, p. 462-477, 1983.

BANSKALIEVA, V.; SAHLU, T.; GOETSCH, A. L. Fatty acid composition of goat muscles and fat depots: a review. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v. 37, p. 255-268, 2000.

BAUMAN, D. E.; GRIINARI, J. M. Regulation and nutritional manipulation of milk fat: low –fat milk syndrome. **Livestock Production Science**, Amsterdam, v. 70, n. 1-2, p. 15-29, 2000.

BESSA, R. J. B.; SANTOS-SILVA, J.; RIBEIRO, J. M. R.; PORTUGAL, A. V. Reticulo-rumen biohidrogenation and enrichment of ruminant edible products with linoleic acid conjugated isomers. **Livestock Production Science**, Amsterdam, v. 63, p. 201-211, 2000.

BONANOME, A.; GRUNDY, S. M. Effect of dietary stearic acid on plasma cholesterol and lipoprotein levels. **The New England Journal of Medicine**, Waltham, v. 318, n. 19, p. 1244-1248, 1988.

CALDER, P. C. Immunoregulatory and antiinflammatory effects of n-3 polyunsaturated fatty acids. **Brazilian Journal of Medical and Biological Research**, Ribeirão Preto, v. 31, p. 467-490, 1998.

CASEY, N. H.; VAN NIEKERK, W. A.; WEBB, E. C. Goat Meat. In: CABALLERO, B.; TURGO, L.; FINGLASS, P. (Ed.), **Encyclopaedia of Food Sciences and Nutrition**. London: Academic Press, 2003, p 2937-2944.

DENKE, M. A.; GRUNDY, S. M. Comparison of effects of lauric acid and palmitic acid on plasma lipids. **American Journal of Clinical Nutrition**. Bethesda, v. 56, p. 895-898, 1992.

DEPARTMENT OF HEALTH AND SOCIAL SECURITY. **Diet and cardiovascular disease**. London, 1984. Report on Health and Social Subjects, n. 28.

DEPARTMENT OF HEALTH AND SOCIAL SECURITY. **Nutritional aspects of cardiovascular disease**. London, 1994. Report on Health and Social Subjects, n.46.

DERR, J. K.; et al. The role of fatty acid saturation on plasma lipids, lipoproteins and apolipoproteins: II The plasma total and low-density lipoprotein cholesterol response to individual fatty acids. **Metabolism**, Baltimore, v. 42, p. 130-134, 1993.

DHANDA, J. S.; TAYLOR, D. G.; MURRAY, P. J. Carcass composition and fatty acid profiles of adipose tissue of male goats: effects of genotype and liveweight at slaughter. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v. 50, p. 67-74, 2003.

DIAS, F.B. **Desempenho, características das fibras musculares e das carcaças de cordeiros ½ Dorper Santa Inês abatidos com diferentes pesos**. 2009. 65 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2009.

DOMENE, S.M.A.A contribuição da carne bovina para uma alimentação saudável. In: CONGRESSO BRASILEIRO DAS RAÇAS ZEBUÍNAS, Uberaba, 5, 2002. Disponível em: <<http://www.sic.org.br/upload/artigos/contribuicaodecarne.pdf>> Acesso em: 04 jan. 2011.

ENSER, M., et al. Fatty acid content and composition of UK beef and lamb muscle in relation to production system and implications for human nutrition. **Meat Science**, Barking, v. 49, n. 3, p. 329-341, 1998.

FAO 2009, Roma, 2009. Disponível em: < <http://faostat.fao.org>> Acesso em: 22 set. 2010.

FLORES, J.; BERMELL, S. Colágeno: características y propiedades de intrés para a indústria carniça. **Revista Agroquímica Tecnologia y Alimentos**, Valencia, v. 28, n. 4, p. 463-472, 1988.

FUNCK, L.G.; BARRERA-ARELLANO, D.; BLOCK, J.M. Ácido linoléico conjugado (CLA) e sua relação com a doença cardiovascular e os fatores de risco associados. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**, Caracas, v. 56, n. 2, p. 123-134, 2006.

GAILI, E. S.; ALI, A. E. Meat from Sudan Desrt sheep and goats: Part 1-Carcass yield, offals and distribution of carcass tissues. **Meat Science**, Barking, v. 13, p. 217-227, 1985.

GODBER, J. M. Nutritional value of muscle food. In: KINSMAN, D. M., KOTULA, A. W.; BREINDESTEIN, B. C. Muscle foods. New York: Champman & Hall, 1994, 568 p.

GRUNDY, S. M.; DENKE, M. A. Dietary influences on serum lipids. **Journal of Lipid Research**, Bethesda, v. 31, p. 1149-1172, 1990.

HASHIMOTO, J. H. et al. Características de carcaça e da carne de caprinos Boer x Saanen confinados recebendo rações com casca do grão de soja em substituição ao milho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 36, n. 1, p. 165-173, 2007.

HEINZE, P. J. et al. **Influence of breed and age on collagen content and solubility of some ovine and goat muscles**. In: Meeting of European Research Works, 32., 1986, **Proceedings...** Theix: INRA, 1986. p. 169-173.

MADRUGA, M. S. Carne caprina verdades e mitos à luz da ciência. **Revista Nacional da Carne**, São Paulo, v.23, n.264, p. 34-40, 1999.

MADRUGA, M. S. et al. Influência da idade de abate e da castração nas qualidades físico-químicas, sensoriais e aromáticas da carne caprina. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.31, n.3, p. 1562-1570, 2002.

MADRUGA, M. S. Qualidade química, sensorial e aromática da carne caprina: mitos e verdades. In: ENCONTRO NACIONAL PARA O DESENVOLVIMENTO DA ESPÉCIE CAPRINA, 8., 2004, Botucatu. **Anais...** Botucatu: ENDEC, 2004. p. 215-234.

MADRUGA, M. S. et al. Efeito do genótipo e do sexo sobre a composição química e o perfil de ácidos graxos da carne de cordeiros. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 35, n. 4, p. 1838-1844, 2006.

MADRUGA, M. S. et al. Chemical composition and fat profile of meat from crossbred goats reared under feedlot systems. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 38, n. 3, p. 547-552, 2009.

MAHGOUB, O. et al. Fatty acid composition of muscle and fat tissues of Omani Jebel Akhdar goats of different sexes and weights. **Meat Science**, Barking, v.61, p. 381-387, 2002.

MANCINI-FILHO, J. Implicações nutricionais dos ácidos graxos trans. In: SEMINÁRIO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ÓLEOS E GORDURAS. São Paulo, ITAL, 1996, 12 p.

MALAN, S. W. The improved Boer goat. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v. 36, p. 165-170, 2000.

MEDEIROS, B. B. L. **Proporção tecidual, características físicas, químicas e sensoriais da carne de caprinos de diferentes grupos raciais e aspectos comportamentais**. 2009. 119 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2009.

MENDOZA, M. G. et al. Occurrence of conjugated linoleic acid in *Longissimus dorsi* muscle of water buffalo (*Bubalus bubalis*) and zebu-type raised under savannah conditions. **Meat Science**, Barking, v.69, p.93-100, 2005.

MENEZES, J. J. L. **Desempenho e características de carcaça de cabritos de diferentes grupos raciais e pesos de abate**. 2008. 95 p. Tese (Doutorado em

Zootecnia) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2008.

MOTTRAM, D. S. Flavour formation in meat and meat products: a review. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v. 62, n. 4, p. 415-424, 1998.

NORMAN, G. A. The potential of meat from the goat. In: LAWRIE, R. A. (Ed.), **Developments in meat science**, Essex: Elsevier Science, 1991, v. 5, p. 89-157.

PARIZA, M. W.; PARK, Y.; COOK, M. E. The biologically active isomers of conjugated linoleic acid. **Progress in Lipid Research**, Oxford, v. 40, n. 4, p. 283-298, 2001.

PETER, J. B. et al. Metabolic profiles of three types of fibers of skeletal muscles in guinea pig and rabbits. **Biochemistry**, Washington, DC, v. 11, p. 2627 – 2633, 1972.

PICARD, B. et al. Muscle fiber ontogenesis in farm animal species. **Reproduction Nutrition Development**, Aberdeen, v. 42, p. 415-431, 2002.

PURSLOW, P. P. Intramuscular connective tissue and its role in meat quality. **Meat Science**, Kidlington, v. 70, n. 3, p. 435-447, 2005. Suplemento

RAMOS, E. M.; GOMIDE, L. A. M. **Avaliação da qualidade de carnes: fundamentos e metodologias**. 5. ed. Viçosa: UFV, 2007. 599 p.

REHFELDT, C. et al. Myogenesis and postnatal skeletal muscle cell growth as influenced by selection. **Livestock Production Science**, Amsterdam, v. 66, p. 177-188, 2000.

RIBEIRO, S. D. A. **Criação racional de caprinos**. São Paulo: Nobel, 1997. 318 p.

RODRIGUES, L. **Sistemas de produção de caprinos de leite e carne em pasto ou confinamento**. 2009. 117 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2009.

ROSE, D. P.; CONNOLLY, J. M. Omega-3 fatty acids as cancer chemopreventive agents. **Pharmacology & Therapeutics**, New York, v. 83, p. 217-244, 1999.

SAFARI, E. et al. Diverse Lamb genotypes. 3. Eating quality and the relationship between its objective measurement and sensory assessment. **Meat Science**, Barking, v.57, p.153-159, 2001.

SANTELLLO, G. A. et al. Características das fibras musculares de cordeiros nascidos de ovelhas recebendo suplementação protéica no terço inicial da gestação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 39, n. 10, p. 2288-2296, 2010.

SANTOS FILHO, J. M. et al. Lipídios em carnes de animais utilizados para consumo humano: uma revisão. **Ciência Animal**, Fortaleza, CE, v. 11, p. 87-100, 2001.

SCHÖNFELDT, H. C. et al. Cooking and juiciness related quality characteristics of goat and sheep meat. **Meat Science**, Kidlington, v. 34, p. 381-394, 1993.

SHIMOKOMAKI, M. Aproveitamento de sub-produtos nas indústrias de carnes para produção de colágeno e suas aplicações. **Revista Nacional da Carne**, São Paulo, v. 16, n. 187, p. 32-34, 1992.

SHINGFIELD, K. J. et al. Trans fatty acids and bioactive lipids in milk. **Advances in Experimental Medicine Biology**, New York, v.606, p.3-65, 2008.

SILVA, M. D. P.; CARVALHO, R. B. Mecanismos celulares e moleculares que controlam o desenvolvimento e o crescimento muscular. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 36, p. 21-231, 2007, suplemento especial.

SILVA SOBRINHO, A. G. Aspectos quantitativos e qualitativos da produção de carne ovina. In: A PRODUÇÃO ANIMAL NA VISÃO DOS BRASILEIROS, 2001, Piracicaba. **Anais...** São Paulo: FEALQ, 2001. p. 425 – 446.

SIMELLA, L.; NDLOVU, R. L.; SIBANDA, L. M. Carcass characteristics of the marketed matebele goat from South Western. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v. 32, p. 173-179, 1999.

SOUZA, W. H. O agronegócio da caprinocultura de corte no Brasil. In: ENCONTRO NACIONAL PARA DESENVOLVIMENTO DA ESPÉCIE CAPRINA, 8., 2004, Botucatu. **Anais...** Botucatu: UNESP, 2004. p. 199-214.

SUNDRAM, K.; HAYES, K. C.; SIRU, O. H. Dietary palmitic acid results in lower serum cholesterol than does a lauric-myristic acid combination in normolipemic humans. **American Journal of Clinical Nutrition**, Bethesda, v. 59, p. 841-846, 1994.

TEITELBAUM, J. E.; WALKER, W. A. Review: The role of omega 3 fatty acids in intestinal inflammation. **Journal of Nutritional Biochemistry**, New York, v.12, p. 21-32, 2001.

THOLSTRUP, T., et al. Fat high in stearic acid favorably affects blood lipids and factor VII coagulant activity in comparison with fats high in palmitic acid or high myristic and lauric acids. **American Journal of Clinical Nutrition**, Bethesda, v. 59, p. 317-377, 1994.

WEBB, E. C.; CASEY, N. H.; SIMELA, L. Goat meat quality. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v. 60, p. 153-166, 2005.

WERDI PRATIWI, N. M.; MURRAY, P. J.; TAYLOR, D. G. Feral goats in Australia: A study on the quality and nutritive value of their meat. **Meat Science**, Barking, v. 75, p. 168-177, 2007.

WILLIAMS, C. M. Dietary fatty acids and human health. **Annales Zootechnie**, Paris, v. 49, p. 165-180, 2000.

WOOD, J. D.; ENSER, M. Factors influencing fatty acids in meat and the role of antioxidants in improving meat quality. **British Journal of Nutrition**, London, v. 78, n. 1, S49, 1997.

WOOD, J. D. et al. Effects of fatty acids on meat quality: a review. **Meat Science**, Barking, v. 66, p. 21-32, 2003.

YEHUDA, S. et al. The role of polyunsaturated fatty acids in restoring the aging neuronal membrane. **Neurobiology of Aging**, New York, v.23, p.843-853, 2002.

YOUNG, V.M., et al. Effect of linoleic acid on endothelial cell inflammatory mediators. **Metabolism**, Baltimore, v. 47, p. 566-572, 1998.

ZOCK, P.L.; DE VRIES, J.H.M.; KATAN, M.J. Impact of myristic acid versus palmitic acid on serum lipid and lipoprotein levels in healthy women and men. **Arteriosclerosis Thrombosis and Vascular Biology**, Hagerstown, v. 14, p. 567-575, 1994.

CAPÍTULO II

ÁREA DE FIBRA MUSCULAR, COLÁGENO E PERFIL DE ÁCIDOS GRAXOS DA CARNE CAPRINA

Resumo: O presente estudo objetivou avaliar o efeito do grupo racial (GR), peso de abate (PA) e gênero (G) na área de fibra muscular, porcentagem de colágeno e perfil de ácidos graxos da carne de cabritos. Foram utilizados 74 animais dos seguintes GR: Alpino (A), ½ Boer + ½ Alpino (½ BA), ½ Anglo Nubiano + ½ Alpino (½ ANA), ¾ Boer + ¼ Alpino (¾ BA) e Tricross (TC- ¼ Boer + ¼ Alpino + ½ Anglo Nubiano), dos quais um animal de cada tratamento, gênero e grupo racial foi selecionado para avaliação do perfil de ácidos graxos. Os animais iniciaram o experimento aos 28 dias, sendo desmamados aos 60 dias de idade. Um terço dos animais foi abatido ao atingir 25, 30 e 35 kg. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado e o teste de Tukey ($P < 0,05$) foi utilizado para comparação das médias. Não houve diferença para a área de fibra muscular e porcentagem de colágeno para os parâmetros utilizados, indicando similaridade na textura da carne dos animais utilizados. O gênero influenciou os ácidos graxos C14:0, C16:0, C16:1, C20:3n3, C20:5n3 e ω -3; o GR influenciou os teores de C18:2n6c, C20:0, C24:1 e CLA *cis*. O PA individualmente não interferiu no perfil de ácidos graxos, porém a interação G x PA influenciou os teores de C18:0, AGPI e a relação AGPI/AGS, sendo que os machos com maior peso apresentaram uma carne nutricionalmente mais desejável.

Palavras-chave: caprinos, gordura, músculo, qualidade, raça, maciez

MUSCLE FIBER AREA, COLLAGEN AND FATTY ACID PROFILE OF GOAT MEAT

Abstract: The present study aimed to evaluate the effect of racial group (RG), slaughter weight (SW) and gender (G) on the muscle fiber area, percentage of collagen and fatty acid profile in kid meat. Seventy four animals of the following racial groups were used: Alpine (A), ½ Boer + ½ Alpine (½ BA), ½ Nubian + ½ Alpine (½ ANA), ¾ Boer + ¼ Alpine (¾ BA) and Tricross (TC- ¼ Boer + ¼ Alpine + ¼ Nubian). One animal from SW, G and RG were selected for evaluation of fatty acid profile. When the experiment started the animals were 28 days old and were weaned at 60 days old. One third of the animals was slaughtered when reaching 25, 30 and 35 kg. The experimental design was totally randomized and the Tukey test ($P < 0,05$) was used to compare the means. There was no difference for muscle fiber area and percentage of collagen among the parameters used, indicating similarity in texture of the meat from the animals used. The gender influenced the fatty acids C14:0, C16:0, C16:1, C20:3n3, C20:5n3 and ω -3; the RG influenced the levels of C18:2n6c, C20:0, C24:1 and CLA *cis*. The SW did not affect the fatty acid profile, but the interaction G x SW influenced the levels of C18:0, UFA and the PUFA/SFA ratio. Male and heavier animals produced the best meat in terms of nutrition.

Key Words: breed, caprine, fat, muscle, quality, tenderness

Introdução

Dados da FAO (2009) mostram um aumento na produção nacional da carne caprina de 2,28 em 1979 para 2,94 ton/ano em 2009, evidenciando o crescimento do mercado desse produto no Brasil.

Apesar disso, a aceitação da carne é bastante influenciada pelos costumes e preferências locais sendo impossível determinar um padrão universal para a qualidade da carne caprina (Naudé & Hofmeyr, 1981, citados por Argüello et al., 2005). Sabe-se que a textura da carne é importante para sua aceitação pelos consumidores e este aspecto qualitativo é influenciado por um conjunto de características relacionadas às fibras musculares e ao tecido conjuntivo.

Após o nascimento tem início a fase de hipertrofia das fibras musculares, e a área dessas fibras aumenta conforme se eleva o peso de abate dos animais (Gaili & Ali, 1985) sendo que este aumento de área pode estar relacionado ao aumento da dureza da carne (Crouse et al., 1991), o que prejudica a qualidade do produto, porém, poucas informações sobre a área de fibra muscular e sua contribuição para a qualidade da carne são encontradas.

As fibras musculares estão envoltas por uma matriz extracelular da qual o colágeno participa (Purslow, 2005; Silva & Carvalho, 2007), e esta proteína, segundo Bailey (1985), exerce influência sobre a maciez da carne apesar de estar presente em baixa quantidade.

Vários fatores influenciam o conteúdo de colágeno nos músculos. Segundo Arima (2006), à medida que se eleva a idade/peso, o número de ligações cruzadas se modifica, tornando-se mais resistentes ao corte e à mastigação. A localização anatômica do músculo também prediz diferenças na maciez, já que os músculos de locomoção

apresentam maior teor de tecido conjuntivo e, conseqüentemente, mais colágeno que os de suporte (Ramos & Gomide, 2007) e de acordo com Flores & Bermell (1988), animais machos tendem a apresentar maior teor de colágeno do que as fêmeas.

Além de uma textura agradável, os consumidores estão buscando alimentos benéficos à saúde, elevando a procura por carnes com baixos teores de gordura, pois esta é uma das principais fontes de lipídios da dieta e está relacionada a doenças cardiovasculares por possuir quantidade considerável de ácidos graxos saturados.

Os lipídios são importantes por participarem de diversas funções biológicas do organismo (Mancini-Filho, 1996), por isso, segundo Santos Filho et al. (2001), o aporte de lipídios pela dieta não deve ser totalmente suprimido, mas sim controlado, visando principalmente o tipo de gordura a ser consumido. Assim, o conhecimento do perfil de ácidos graxos da carne se faz necessário para saber os benefícios ou malefícios que este alimento pode trazer ao consumidor.

O consumo além da quantidade desejada de alimentos fonte de ácidos graxos saturados (AGS) promoverá um efeito hipercolesterolêmico, e a ingestão de ácidos graxos mono (AGMI) ou poli-insaturados (AGPI) leva a um efeito contrário (Farfan, 1996). Os poli-insaturados ω -3 e ω -6 devem ser obtidos da dieta, pois não são sintetizados pelo organismo humano (Rose & Connolly, 1999; Teitelbaum & Walker, 2001) e são necessários para manter sob condições normais as membranas celulares, as funções cerebrais e a transmissão de impulsos nervosos (Yehuda et al., 2002).

O fato da necessidade de ingestão de gorduras por estas participarem de funções biológicas importantes e, ao mesmo tempo, o excesso de algumas delas promoverem malefícios à saúde, de acordo com Ferreira et al. (2000) o Ministério da Saúde da

Inglaterra estabelece que a ingestão da relação AGPI/AGS deve ser de no mínimo 0,45 e de ω -6/ ω -3 de no máximo 4,0 para uma alimentação saudável.

A composição em ácidos graxos para carne de qualquer animal não é fixa, podendo variar em função de inúmeros fatores, dentre os quais a espécie, a raça, o sexo, a condição sexual, a idade, a alimentação, o manejo e o corte anatômico (Azzarine & Ponzoni, 1971; Gaili et al., 1972; Owen & Norman, 1977; Devendra & Burns, 1983; Casey et al., 1988).

Segundo Banskalieva et al. (2000), pouco se sabe sobre a composição de ácidos graxos da carne caprina devido aos poucos estudos realizados neste sentido, e também pelo fato dos dados existentes relatarem o assunto de forma fragmentada por utilizar diferentes músculos, raças e delineamentos.

Diante deste contexto, o objetivo da presente pesquisa foi observar o efeito do grupo racial, do peso de abate e do gênero na área de fibra muscular, conteúdo de colágeno e perfil de ácidos graxos da carne caprina.

Material e Métodos

Local de execução

O experimento foi conduzido na UNESP – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Campus de Botucatu, na Área de Produção de Caprinos, localizada na Fazenda Lageado, após aprovação pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) desta Faculdade (processo nº 139/2009-CEUA).

Foram utilizados 74 cabritos, com peso médio inicial de 3,31 kg, de cinco grupos raciais (GR): Alpino (A), ½ Boer + ½ Alpino (½ BA), ½ Anglo Nubiano + ½ Alpino (½ ANA), ¾ Boer + ¼ Alpino (¾ BA) e ¼ Boer + ¼ Alpino + ½ Anglo

Nubiano (Tricross - TC). Os animais atingiram os pesos pré-determinados de abate de 25, 30 e 35 kg com idades médias de 145, 168 e 193 dias respectivamente. A distribuição dos cabritos segundo o grupo racial, peso de abate e gênero é apresentada na Tabela 1.

Tabela 1. Distribuição dos animais experimentais que foram utilizados para colheita de amostras de acordo com o grupo racial, peso de abate e gênero

| GR | Peso de Abate | | | | | | Total |
|----------|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 25 kg | | 30 kg | | 35 kg | | |
| | Macho | Fêmea | Macho | Fêmea | Macho | Fêmea | |
| Alpino | 1 | 3 | 0 | 3 | 1 | 3 | 11 |
| ½ BA | 2 | 3 | 1 | 3 | 1 | 3 | 13 |
| ½ ANA | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 10 |
| ¾ BA | 4 | 5 | 2 | 4 | 3 | 5 | 23 |
| Tricross | 2 | 4 | 2 | 3 | 2 | 4 | 17 |
| Totais | 10 | 17 | 7 | 14 | 9 | 17 | 74 |

GR- Grupo racial, ½ BA- ½ Boer + Alpino, ½ ANA- ½ Anglo Nubiano + Alpino, ¾ BA- ¾ Boer + Alpino, Tricross – ¼ Boer + ¼ Alpino + ½ Anglo Nubiano.

Criação dos animais

Após o nascimento os cabritos foram separados das mães, receberam tratamento do cordão umbilical, foram pesados, identificados e receberam colostro aquecido em banho-maria a 56°C durante 60 minutos, procedimento de rotina para evitar a CAEV (Artrite Encefalite Caprina Viral), oferecido individualmente duas vezes ao dia, durante três dias. Após o fornecimento do colostro o aleitamento com leite de cabra passou a ser coletivo e de maneira artificial e foi fornecido duas vezes ao dia até o 10º dia e, a partir do 11º dia, fornecido uma vez ao dia no período da manhã. A quantidade de leite oferecida diariamente por cabrito não ultrapassou 1,5 L e o desmame ocorreu aos 60

dias de idade. A partir da segunda semana os cabritos tiveram à disposição concentrado farelado.

Os animais iniciaram o experimento com média de 28 dias, quando foram alojados em 10 baias coletivas de acordo com o grupo racial (GR) e gênero (G), passando então a receber dieta experimental contendo 70% de concentrado e 30% de feno de *Coast cross*. A composição do concentrado, formulado conforme as exigências do NRC (1981) para ganho de 150 g/dia, foi: 49% de milho, 38% de farelo de soja, 10% de farelo de algodão, 2% de calcário, 1% de mistura mineral Purinafós Caprinos®. A análise da ração utilizada foi realizada no Laboratório de Bromatologia da FMVZ – UNESP de Botucatu, e está apresentada na Tabela 2.

Tabela 2. Composição bromatológica da dieta experimental

| MS | PB | EE | CZ | ENN | NDT | FDN | FDA |
|-------|-------|------|------|-------|-------|-------|-------|
| (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) |
| 90,64 | 21,35 | 2,34 | 5,41 | 56,03 | 70,71 | 45,85 | 21,97 |

MS– Matéria seca, PB– Proteína bruta, EE– Extrato etéreo, CZ– Cinzas, ENN– Extrato não nitrogenado, NDT– Nutrientes digestíveis totais, FDN– Fibra em detergente neutro, FDA– Fibra em detergente ácido. Composição da mistura mineral: sódio: 100,00g; zinco: 3.010,00 mg; flúor (máx.) 700,00 mg; fósforo: 70,00 g; vitamina A: 250.000,00 UI/kg; enxofre: 10,00 g; cálcio: 210,00 g; vitamina D3: 40.000,00 UI/kg; ferro: 340,00 mg; cromo: 6,00 mg; vitamina E: 350,00 UI/kg; manganês: 1.485,00 mg; cobre: 440,00 mg; iodo: 48,00 mg; cobalto: 25,00 mg; magnésio: 5,00 g; selênio: 20,00 mg.

Os cabritos foram pesados semanalmente pela manhã, antes do aleitamento, e um terço dos animais de cada grupo foi abatido na semana em que atingiram peso médio de 25, 30 e 35 kg para avaliação das características da carne.

Colheita de amostras

Ao atingirem o peso pré-determinado para abate, os animais foram submetidos a jejum de 24 horas de sólidos, e em seguida pesados para determinar o peso vivo ao

abate, e foram abatidos em frigorífico comercial, obedecendo ao fluxo normal do estabelecimento. Após evisceração, as carcaças foram refrigeradas a 4°C por um período de 24 horas e, posteriormente foram colhidas amostras do músculo *Semitendinosus*, as quais foram congeladas “in loco” em n-Hexano resfriado em nitrogênio líquido a -196°C e armazenadas em freezer a -80°C para posterior determinação de área de fibra muscular e porcentagem de colágeno. Para avaliação do perfil de ácidos graxos foram selecionados 30 animais e o músculo *Longissimus dorsi* foi removido das respectivas carcaças, sendo acondicionados em papel alumínio e congelados. A distribuição dos animais segundo o grupo racial, peso de abate e gênero para avaliação do perfil de ácidos graxos é apresentada na Tabela 3.

Tabela 3. Distribuição dos animais experimentais de acordo com o grupo racial, peso de abate e gênero para determinação do perfil de ácidos graxos

| GR | Peso de Abate | | | | | | Total |
|----------|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 25 kg | | 30 kg | | 35 kg | | |
| | Macho | Fêmea | Macho | Fêmea | Macho | Fêmea | |
| Alpino | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 5 |
| ½ BA | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 6 |
| ½ ANA | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 6 |
| ¾ BA | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 7 |
| Tricross | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 6 |
| Totais | 5 | 6 | 4 | 5 | 5 | 5 | 30 |

GR – Grupo Racial, ½ BA – ½ Boer + ½ Alpino, ½ ANA – ½ Anglo Nubiano + ½ Alpino, ¾ BA – ¾ Boer + ¼ Alpino, Tricross – ¼ Boer + ¼ Alpino + ½ Anglo Nubiano.

A determinação da área de fibra muscular e porcentagem de área de colágeno foi realizada no Laboratório de Biologia do Músculo Estriado, do Departamento de Morfologia do Instituto de Biociências e a avaliação do perfil de ácidos graxos foi

realizada no Laboratório de Tecnologia de Produtos de Origem Animal, do Departamento de Gestão e Tecnologia Agroindustrial, ambos na UNESP, Botucatu.

Determinação da área de fibra muscular e do conteúdo de colágeno

Para determinação da área de fibra muscular foram preparadas lâminas com cortes histológicos de 10 μm obtidos em câmara de micrótomo criostático a -20°C , os quais foram submetidos à coloração Hematoxilina-Eosina conforme descrito por Lillie (1954). Através da utilização de um Sistema de Análise de Imagens (Leika Qwin), foi mensurada a área de secção transversal de aproximadamente 200 fibras de cada animal.

Nos mesmos cortes congelados de músculo foram realizadas colorações citoquímicas para estudo das fibras colágenas, sendo corados pelo Picrossírius – Hematoxilina e pela técnica da reticulina. A quantidade de colágeno foi mensurada em 10 campos da lâmina, cada um com uma área de $68.233,16 \mu\text{m}^2$, escolhidos de forma aleatória e o resultado foi expresso em porcentagem de área.

Preparo das amostras para avaliação do perfil de ácidos graxos

As amostras do músculo *Longissimus dorsi* foram descongeladas e a gordura subcutânea e o tecido conjuntivo foram removidos. Em seguida as amostras foram homogeneizadas em processador/triturador até a obtenção de uma massa homogênea, antes da realização da análise descrita a seguir.

Composição dos ácidos graxos por cromatografia

Os lipídios foram extraídos com clorofórmio/metanol (2:1) seguindo a metodologia de Folch et al. (1957). A análise dos ésteres metílicos dos ácidos graxos foi

realizada em cromatógrafo gasoso (Shimadzu, modelo GC – 17A), equipado com detector de ionização de chama, injetor “Split/splitless”, coluna capilar de sílica fundida contendo polietilenoglicol como fase estacionária (DB-Wax, 60m x 0,25mm, J&W Scientific), nas seguintes condições cromatográficas: temperatura do injetor 230°C. A temperatura inicial da coluna foi de 80°C por 2 minutos a uma taxa de 3°C por minuto, sendo então elevada para 180°C a uma taxa de 30°C/minutos, permanecendo nesta temperatura por 30 minutos, e, após esse tempo, elevada para 200°C a uma taxa de 3°C/minuto, permanecendo nesta temperatura por 108 minutos. A temperatura do detector foi de 240°C, gás de arraste utilizado foi o hélio com fluxo total de 8,0 mL/min; e a razão de divisão de amostra 1:50. Para identificação dos ácidos graxos compararam-se os tempos de retenção com os dos padrões ésteres metílicos (Sigma-Aldrich), enquanto a quantificação foi realizada pela normalização de área e os resultados expressos em percentual de área de cada ácido sobre a área total de ácidos graxos (%), segundo a metodologia de Hartman & Lago (1973).

Análise estatística

As características de área de fibra muscular e porcentagem de colágeno foram analisadas considerando os 5 grupos raciais (GR), 3 pesos de abate (PA), 2 gêneros (G) e suas interações, no delineamento inteiramente casualizado (Modelo I) e o teste de Tukey ($P < 0,05$) para comparação entre médias.

Para o perfil de ácidos graxos foram considerados os 5 grupos raciais (GR), 3 pesos de abate (PA), os dois gêneros (G) e a interação PA*G, no delineamento inteiramente casualizado (Modelo II) e as médias foram comparadas através do teste de

Tukey ($P < 0,05$). Em função dos dados não apresentarem distribuição normal eles foram transformados (somando 1 e extraíndo a raiz quadrada).

MODELO I

$$Y_{ijkl} = \mu + PA_i + GR_j + G_k + PA * GR_{ij} + PA * G_{ik} + GR * G_{jk} + PA * GR * G_{ijk} + e_{ijkl}$$

MODELO II

$$Y_{ijkl} = u + PA_i + GR_j + G_k + PA * G_{ik} = e_{ijkl},$$

em que:

Y_{ijkl} = característica observada no animal l, do gênero k, do grupo racial j e avaliado/abatido com peso i;

μ = constante inerente aos dados;

PA_i = efeito do peso de abate/avaliação i, sendo i = 1: 25, 2: 30 e 3: 35 kg;

GR_j = efeito do grupo racial j, sendo j = 1: A, 2: 1/2 BA, 3: 1/2 ANA, 4: 3/4 BA e 5: TC;

G_k = efeito do gênero k, sendo k = 1: macho e 2: fêmea;

$PA * GR_{ij}$ = efeito da interação entre peso ao abate/avaliação i e grupo racial j;

$PA * G_{ik}$ = efeito da interação entre peso ao abate/avaliação i e gênero k;

$GR * G_{jk}$ = efeito da interação entre o grupo racial j e gênero k;

$PA * GR * G_{ijk}$ = efeito da interação entre o peso de abate i, o grupo racial j e o gênero k;

e_{ijkl} = erro associado à observação $Y_{ijkl} \sim NID(0; \sigma_e^2)$.

O coeficiente de correlação (r) entre características de área de fibra muscular e porcentagem em área de colágeno foi calculado pela fórmula:

$$\rho_{XY} = \frac{\sigma_{XY}}{\sqrt{\sigma_X^2 \sigma_Y^2}},$$

em que:

ρ_{XY} = coeficiente de correlação entre as características X e Y;

σ_{XY}^2 = Soma de produto entre X e Y;

σ_X^2 = Soma de quadrado de X;

σ_Y^2 = Soma de quadrado de Y.

O coeficiente de correlação foi testado por meio do teste t ao nível de 5% de probabilidade:

$$t = \frac{\rho}{\sqrt{1-\rho^2}} \sqrt{n},$$

em que:

n = número de graus de liberdade do resíduo.

Para execução das análises estatísticas foi utilizado o programa SAEG, versão 8.0 (UFV, 2000).

Resultados e Discussão

As características de área de fibra muscular e porcentagem de colágeno do músculo *Semitendinosus* não apresentaram diferenças para os grupos raciais, pesos de abate, gêneros e suas interações estudados. A área de fibra muscular e a porcentagem de área de colágeno apresentaram média geral de 2.488 μm^2 e 6,60% respectivamente.

As médias observadas para os diferentes grupos raciais estão apresentadas na Tabela 4. Esperava-se que os animais da raça Alpina, por serem especializados na produção de leite e por isso apresentarem musculatura mais delgada, apresentassem

fibras com maior área e em menor número se comparado com animais de raças especializadas para produção de carne, pois, conforme relatos de Rehfeldt et al. (2000), a taxa de crescimento pós-natal da fibra muscular individual é menor quando há um elevado número de fibras no músculo, e mais alta quando há um menor número de fibras, indicativo de que o número de fibras musculares é inversamente correlacionado à área da fibra muscular ao final do período de crescimento intensivo. A figura 1 ilustra o corte do músculo *Semitendinosus* das fibras musculares de um animal Alpino e de um ½ BA respectivamente. Nesta, visualmente é possível observar maior diâmetro de fibra para animais da raça Alpina, porém, estatisticamente os valores são iguais, e isto pode estar associado ao fato de os animais serem ainda jovens e não estarem com a musculatura totalmente desenvolvida.

Com relação ao conteúdo de colágeno, apesar de não ter apresentado diferença neste estudo, Sainz & Araújo (2001) alegam que várias características da carne, dentre elas o acúmulo de tecido conjuntivo, são influenciadas pela idade, genótipo, gênero, uso de anabolizantes e alimentação. A figura 2 ilustra o colágeno nos cortes do músculo *Semitendinosus* de um animal Alpino e ½ BA respectivamente.

Tabela 4. Área de fibra muscular e porcentagem de área de colágeno do músculo *Semitendinosus* de cabritos de diferentes grupos raciais

| Característica | Media Geral | Grupo Racial | | | | | CV |
|--------------------------|-------------|--------------|-------|-------|-------|----------|-------|
| | | Alpino | ½ BA | ¾ BA | ½ ANA | Tricross | |
| Fibra (µm ²) | 2.488 | 2.888 | 2.307 | 2.440 | 2.212 | 2.591 | 26,90 |
| Colágeno (% área) | 6,60 | 7,50 | 6,41 | 5,93 | 6,75 | 6,39 | 23,34 |

½ BA = ½ Boer + ½ Alpino; ¾ BA = ¾ Boer + ¼ Alpino; ½ ANA = ½ Anglo Nubiano + ½ Alpino; Tricross = ¼ Boer + ¼ Alpino + ½ Anglo Nubiano.

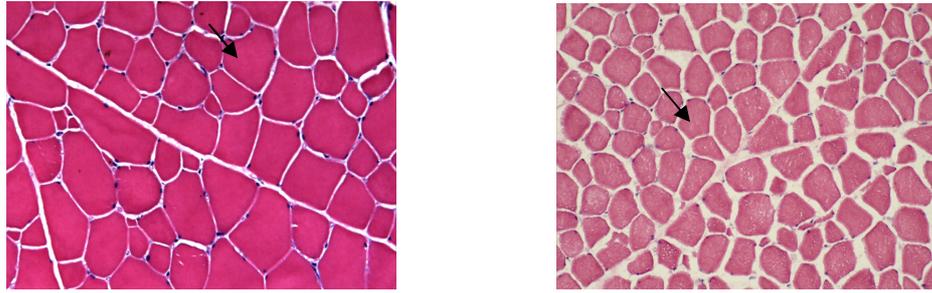


Figura 1. Corte transversal ilustrativo do músculo *Semitendinosus* de animal Alpino e ½ BA, respectivamente, demonstrando as fibras musculares.

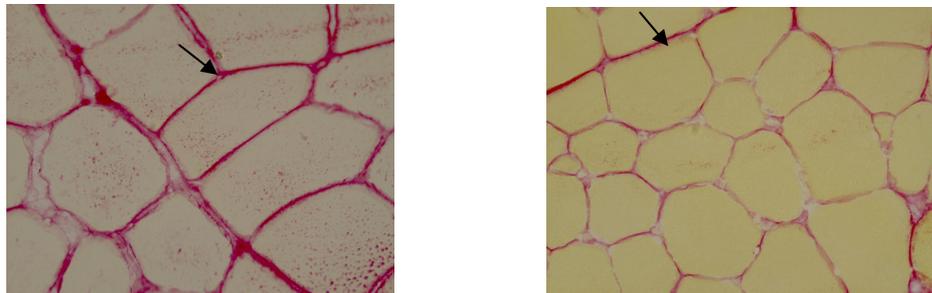


Figura 2. Corte transversal ilustrativo do músculo *Semitendinosus* de animal Alpino e ½ BA, respectivamente, demonstrando o colágeno.

Na Tabela 5 estão apresentadas as médias de área de fibra muscular e porcentagem de colágeno para os dois gêneros e três pesos de abate. Não houve diferença entre gênero para área de fibra muscular, concordando com os dados de Dias (2009) para cordeiros ½ Dorper Santa Inês. Semelhantemente a porcentagem de colágeno não apresentou diferença significativa para gênero, como também foi observado por Díaz Chirón (2001) ao estudar características da carne de cordeiros recebendo leite materno como alimentação base.

Normalmente animais machos fisiologicamente apresentam maior velocidade de crescimento e maior deposição de tecido muscular em relação às fêmeas (Santello et al., 2010), sendo isto atribuído à testosterona, a qual estimula a hipertrofia das células musculares (Bhasin et al., 2003). Novamente, a ausência de diferença ocorrida no

presente estudo pode estar associada à pouca idade dos animais utilizados, sendo ainda baixa a produção deste hormônio pelos machos.

Tabela 5. Área de fibra muscular e porcentagem de área de colágeno da carne de cabritos de diferentes gêneros e pesos de abate

| Característica | Média Geral | Gênero | | Peso de Abate (kg) | | | CV |
|---------------------------|----------------|--------|-------|--------------------|-------|-------|-------|
| | | Macho | Fêmea | 25 | 30 | 35 | |
| Fibra (μm^2) | 2.488 | 2.304 | 2.672 | 2.289 | 2.507 | 2.667 | 26,93 |
| Colágeno (% área) | 6,60 | 6,15 | 7,04 | 7,05 | 6,17 | 6,57 | 23,34 |

Não foi observada diferença para área de fibra muscular nos pesos de abate estudados, contrariando Argüello et al. (2005) que, ao compararem a área de fibra muscular de três músculos em cabritos da raça Majorera abatidos com 6 e 10 kg, observaram incremento de 28,55%, 39% e 40,2% na área de fibra muscular para os músculos *Longissimus dorsi*, *Semimembranosus*, e *Triceps brachii* respectivamente, e Dias (2009) com cordeiros ½ Dorper Santa Inês abatidos com 28, 32 e 36 kg, que também relatou aumento na área de fibra muscular no músculo *Semitendinosus* conforme aumentou o peso de abate. Yamaguchi et al. (1993) explicam que é o peso do animal e não a idade que determina a área de fibra muscular, e este aumento é atribuído à hipertrofia muscular.

A porcentagem de área de colágeno também não diferiu entre os pesos de abate e são escassos os trabalhos com caprinos que demonstram a influência do peso de abate no conteúdo de colágeno. Gonzalez et al. (1983) e Owen et al. (1983) reportaram que o abate de caprinos Criollo, machos, castrados, pesando 24 kg ao invés de 8 kg não promoveu nenhum efeito negativo nas qualidades físicas e químicas (incluindo

colágeno) investigadas. Semelhantemente Argüello et al. (2005) não encontraram diferença para a quantidade de colágeno para caprinos abatidos com diferentes pesos.

O valor de correlação entre área de fibra muscular e porcentagem de colágeno foi de -31,21, o qual embora significativo ($P < 0,01$) é considerado baixo, demonstrando que as duas características estudadas são independentes.

No perfil geral de ácidos graxos do músculo *Longissimus dorsi* dos cabritos machos e fêmeas de diferentes grupos raciais e pesos de abate utilizados no presente estudo foram identificados 37 ácidos graxos, cujas médias estão apresentadas na Tabela 6. Nesta, observa-se que os ácidos graxos mais abundantes na carne dos cabritos foram o ácido oléico (C18:1n9c) com 55,15%, o ácido palmítico (C16:0) com média de 20,45% e o ácido esteárico (C18:0) com 5,5%. Estes dados são concordantes com Madruga et al. (2008) para carne de caprinos Saanen recebendo diferentes níveis de concentrado na alimentação. O conteúdo de ácidos graxos mais abundantes na carne caprina seguiu também a mesma ordem dos dados reportado por Grande et al. (2009) na carne de cabritos $\frac{3}{4}$ Boer + $\frac{1}{4}$ Saanen recebendo rações com grãos de oleaginosas e também por Banskalieva et al. (2000) em revisão sobre a composição em ácidos graxos do músculo e tecido adiposo de caprinos.

Grundy (1989) relatou que o ácido oléico parece ser benéfico para reduzir o colesterol plasmático total e LDL em humanos. Isto ocorre porque a enzima $\Delta 9$ -dessaturase catalisa a introdução de uma dupla ligação entre os átomos de carbono 9 e 10, convertendo o ácido esteárico para ácido oléico (Calder, 1998; Teitelbaum & Walker, 2001) que é um ácido graxo insaturado. Tendo em vista o resultado obtido para este ácido graxo nesta pesquisa, a carne caprina se mostra uma excelente opção de carne saudável ao considerar o aspecto colesterol, que muito preocupa a população.

Tabela 6. Médias gerais da composição em ácidos graxos do músculo *L. dorsi* de cabritos machos e fêmeas, Alpinos, ½ Boer + ½ Alpino, ¾ Boer + ¼ Alpino, ½ Anglo Nubiano + ½ Alpino, ¼ Boer + ¼ Alpino + ½ Anglo Nubiano, abatidos com 25, 30 e 35 kg

| Ácido Graxo | Nomenclatura | Média Geral (%) | CV | Ácido Graxo | Nomenclatura | Média Geral (%) | CV |
|-------------|---------------------------|-----------------|-------|-------------|------------------------------------------------|-----------------|-------|
| C4:0 | Ac. butírico | 0,10 | 5,18 | C18:2n6c | Ac. linoleico | 0,06 | 4,21 |
| C6:0 | Ac. capríco | 0,09 | 7,57 | C18:3n6 | Ac. γ -linolênico | 0,08 | 8,33 |
| C8:0 | Ac. caprílico | 0,10 | 7,32 | C18:3n3 | Ac. α -linolênico | 0,14 | 7,88 |
| C10:0 | Ac. cáprico | 0,04 | 2,67 | C20:0 | Ac. araquídico | 0,27 | 8,29 |
| C11:0 | Ac. undecanóico | 0,13 | 4,06 | C20:1 | Ac. eicosanóico cis 11 | 1,31 | 32,60 |
| C12:0 | Ac. láurico | 0,07 | 5,97 | C20:2 | Ac. eicosadienóico cis 11, 14 | 0,52 | 22,54 |
| C13:0 | Ac. tridecanóico | 0,55 | 8,57 | C20:3n3 | Ac. eicosatrienóico cis 11, 14, 17 | 2,33 | 18,13 |
| C14:0 | Ac. mirístico | 1,74 | 5,12 | C20:3n6 | Ac. eicosatrienóico cis 8, 11, 14 | 0,10 | 8,93 |
| C14:1 | Ac. miristoleico | 0,54 | 25,95 | C20:4n6 | Ac. araquidônico | 0,11 | 5,80 |
| C15:0 | Ac. pentadecanóico | 1,41 | 14,55 | C20:5n3 | Ac. eicosapentanóico cis 5, 8, 11, 14, 17 | 0,29 | 5,63 |
| C15:1 | Ac. pentadecanoico cis 10 | 1,34 | 14,72 | C21:0 | Ac. heneicosanóico | 0,05 | 4,93 |
| C16:0 | Ac. palmítico | 20,45 | 4,99 | C22:0 | Ac. behênico | 0,05 | 4,54 |
| C16:1 | Ac. palmitoleico | 2,10 | 18,11 | C22:1n9 | Ac. eurucico | 0,05 | 7,55 |
| C17:0 | Ac. margárico | 1,43 | 15,52 | C22:2 | Ac. docosadienóico cis 13, 16 | 0,19 | 8,19 |
| C17:1 | Ac. heptadecanóico cis 10 | 0,46 | 10,02 | C22:6n3 | Ac. docosaheptaenóico cis 4, 7, 10, 13, 16, 19 | 0,08 | 6,37 |
| C18:0 | Ac. esteárico | 5,50 | 10,20 | C24:0 | Ac. lignocérico | 0,17 | 6,16 |
| C18:1n9t | Ac. elaídico | 0,66 | 15,40 | C24:1 | Ac. nervônico | 0,11 | 4,41 |
| C18:1n9c | Ac. oleico | 55,16 | 5,55 | C23:0 | Ac.tricosanóico | 0,0009 | 0,14 |
| C18:2n6t | Ac. linolelaídico | 0,04 | 4,58 | | | | |

As proporções de ácidos graxos láurico (C14:0), palmítico (C16:0), palmitoleico (C16:1), eicosapentanóico (C20:5n3) foram diferentes entre os gêneros, estando as médias apresentadas na Tabela 7. Os ácidos graxos linoléico (C18:2n6c), araquídico (C20:0) e nervônico (C24:1) apresentaram diferença entre os grupos raciais (Tabela 8). O ácido graxo esteárico (C18:0) apresentou diferença significativa para a interação Gênero x Peso de Abate, cujas médias estão na Tabela 9.

Na Tabela 7 observa-se que os machos apresentaram maiores teores de palmitoleico (C16:1), eicosatrienóico (C20:3n3), eicosapentanóico (C20:5n3) e ω 3 e menores teores de mirístico (C14:0) e palmítico (C16:0) quando comparados com as fêmeas. Mahgoub et al. (2002) encontraram menores teores de palmítico (C16:0) dentre outros ácidos graxos para machos, concordando com o resultado obtido neste trabalho, e, da mesma forma, Johnson et al. (1995) relatou maior teor de palmitoleico (C16:1) para machos. Com relação ao mirístico (C14:0), Banskalieva et al. (2000) reportaram que fêmeas apresentam menor teor do que os machos, contrariando os dados da presente pesquisa.

Não foram encontrados relatos sobre os ácidos graxos eicosatrienóico (C20:3n3), eicosapentanóico (C20:5n3) e ω 3 para comparação dos dados. De acordo com Banskalieva et al. (2000) as diferenças entre gênero na composição entre ácidos graxos encontrados na literatura são ainda inconsistentes e, segundo Wood (1984), os efeitos de gênero na composição em ácidos graxos em diferentes espécies de gado são pequenas e podem ser explicadas em termos de diferenças no conteúdo total de gordura. Menezes (2008) observaram diferença significativa na quantidade de gordura intramuscular de cabritas fêmeas em relação aos cabritos machos, consolidando esta afirmação.

Animais machos apresentam maior deposição de tecido muscular e menor de tecido adiposo quando comparados às fêmeas, e segundo Bhasin et al. (2003) esta característica é atribuída à testosterona, que atua sobre as células tronco inibindo a diferenciação da linhagem adipogênica.

Tabela 7. Médias das proporções de ácidos graxos da carne de cabritos em função do gênero

| Ácido Graxo | Nomenclatura | Média Geral (%) | Gênero | |
|-------------|---------------------------------------------|-----------------|---------|---------|
| | | | Macho | Fêmea |
| C14:0 | Ácido mirístico | 1,74 | 1,58 b | 1,90 a |
| C16:0 | Ácido palmítico | 20,45 | 19,19 b | 21,75 a |
| C16:1 | Ácido palmitoleico | 2,10 | 2,58 a | 1,66 b |
| C20:3n3 | Ácido eicosatrienóico cis 11, 14, 17 | 2,33 | 2,90 a | 1,80 b |
| C20:5n3 | Ácido eicosapentanóico cis 5, 8, 11, 14, 17 | 0,29 | 0,36 a | 0,21 b |
| ω 3 | Ômega 3 | 2,85 | 3,52 a | 2,23 b |

Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente ao nível de 5% pelo teste de Tukey.

Os teores dos ácidos graxos linoléico (C18:2n6c) e araquídico (C20:0) (Tabela 8) foram maiores para animais Alpinos em relação aos animais $\frac{3}{4}$ BA, e estes não apresentaram diferenças para os demais grupos raciais. O ácido graxo C24:1 apresentou maior teor para animais Tricross e menor teor para os grupos raciais $\frac{1}{2}$ ANA e $\frac{3}{4}$ BA. Os grupos raciais Alpino e $\frac{1}{2}$ BA não diferiram dos demais para este ácido graxo.

Wood (1984) ressalta que a diferença no conteúdo de gordura entre animais machos e fêmeas altera o perfil de ácidos graxos. O mesmo deve ocorrer em animais de diferentes grupos raciais, pois os animais de raças especializadas para a produção de carne são geralmente mais precoces, depositando gordura na carcaça numa idade menor

do que animais não especializados para corte, possivelmente modificando o perfil de ácidos graxos.

Dhanda et al. (2003) estudando o perfil em ácidos graxos de seis grupos raciais (Boer x Angorá; Boer x Feral; Boer x Saanen; Feral x Feral; Saanen x Angorá e Saanen x Feral) encontraram diferença entre eles para todos os ácidos graxos, exceto para o mirístico (C14:0) e esteárico (C18:0). Porém, ressaltam os autores que existem poucas publicações comparando o perfil de ácidos graxos entre diferentes grupos raciais de caprinos.

Tabela 8. Médias das proporções de ácidos graxos da carne caprina em função do grupo racial

| Ácido Graxo | Nomenclatura | Média Geral | Grupo Racial | | | | |
|-------------|------------------|-------------|--------------|---------|---------|--------|----------|
| | | | A | ½ BA | ½ ANA | ¾ BA | Tricross |
| C18:2n6c | Ácido linoléico | 0,06 | 0,18 a | 0,03 ab | 0,07 ab | 0,01 b | 0,03 ab |
| C20:0 | Ácido araquídico | 0,27 | 0,53 a | 0,30 ab | 0,21 ab | 0,11 b | 0,20 ab |
| C24:1 | Ácido nervônico | 0,11 | 0,07 ab | 0,17 ab | 0,02 b | 0,04 b | 0,24 a |

Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente ao nível de 5% pelo teste de Tukey.

A carne dos animais utilizados neste estudo, conforme apresentado na Tabela 9, apresentou maiores proporções de ácido graxo monoinsaturado (AGMI) com média 62,28%, seguido por ácido graxo saturado (AGS), apresentando média 32,49%, os quais não diferiram entre as variáveis estudadas, porém, os ácidos graxos poli-insaturados (AGPI) com média geral de 3,97%, apresentou efeito da interação Gênero x Peso de Abate conforme apresentado na Tabela 10. Os dados de proporção são semelhantes aos de Rhee et al. (2000), Hashimoto et al. (2007) e Grande et al. (2009).

Tabela 9. Proporção de ácidos graxos e índices de qualidade nutricional da fração lipídica do músculo *L. dorsi* de cabritos machos e fêmeas de diferentes grupos raciais e pesos de abate

| Ácido Graxo | Média Geral (%) | Grupo Racial (GR) | | | | TC | Peso de Abate (PA) (kg) | | | Gênero (G) | | Efeitos | | | |
|-------------|-----------------|-------------------|----------------|----------------|---------------|----------------|-------------------------|-------|-------|---------------|---------------|---------|----|----|--------|
| | | A | ½ BA | ½ ANA | ¾ BA | | 25 | 30 | 35 | M | F | GR | PA | G | G x PA |
| AGS | 32,49 | 33,77 | 32,27 | 31,83 | 32,14 | 32,45 | 32,10 | 32,92 | 32,45 | 32,41 | 32,57 | ns | ns | ns | ns |
| AGMI | 62,28 | 59,68 | 62,35 | 63,32 | 64,00 | 62,10 | 62,79 | 61,87 | 62,20 | 61,27 | 63,31 | ns | ns | ns | ns |
| AGPI | 3,97 | 5,14 | 4,00 | 3,76 | 3,06 | 4,01 | 3,71 | 4,02 | 4,19 | 4,94 | 3,09 | ns | ns | ns | * |
| ω3 | 2,85 | 3,28 | 3,39 | 2,76 | 2,28 | 2,59 | 2,82 | 2,94 | 2,78 | 3,52 a | 2,23 b | ns | ns | * | ns |
| ω6 | 0,33 | 0,80 | 0,17 | 0,44 | 0,09 | 0,19 | 0,33 | 0,23 | 0,43 | 0,38 | 0,28 | ns | ns | ns | ns |
| AGMI/AGS | 1,92 | 1,77 | 1,93 | 1,99 | 2,0 | 1,92 | 1,97 | 1,88 | 1,92 | 1,90 | 1,95 | ns | ns | ns | ns |
| AGPI/AGS | 0,13 | 0,16 | 0,12 | 0,12 | 0,10 | 0,13 | 0,12 | 0,13 | 0,13 | 0,15 | 0,10 | ns | ns | ns | * |
| ω6/ω3 | 0,14 | 0,29 | 0,06 | 0,16 | 0,10 | 0,12 | 0,13 | 0,12 | 0,18 | 0,14 | 0,15 | ns | ns | ns | ns |
| CLA cis | 0,06 | 0,18 a | 0,03 ab | 0,07 ab | 0,01 b | 0,03 ab | 0,06 | 0,05 | 0,09 | 0,07 | 0,05 | * | ns | ns | ns |
| CLA trans | 0,04 | 0,11 | 0,01 | 0,07 | 0,004 | 0,002 | 0,04 | 0,01 | 0,06 | 0,05 | 0,03 | ns | ns | ns | ns |

Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente ao nível de 5% pelo teste de Tukey.

AGS = Ácidos graxos saturados; AGMI = Ácidos graxos monoinsaturados; AGPI = Ácidos graxos poliinsaturados; CLA = Ácido linoléico conjugado.

½ BA = ½ Boer + ½ Alpino; ¾ BA = ¾ Boer + ¼ Alpino; ½ ANA = ½ Anglo Nubiano + ½ Alpino; TC = ¼ Boer + ¼ Alpino + ½ Anglo Nubiano.

M = machos, F = fêmeas.

GR = grupo racial, PA = peso de abate, G = gênero, G x PA = interação gênero x peso de abate.

A relação AGPI/AGS também apresentou influência da interação Gênero x Peso de Abate, e apresentou média geral de 0,13, a qual está abaixo do recomendado pelo Ministério de Saúde da Inglaterra, que é de no mínimo 0,45 para a dieta total. Normalmente a razão AGPI/AGS é menor em ruminantes devido à biohidrogenação dos ácidos graxos insaturados da dieta pelos micro-organismos do rúmen (French et al., 2000). Neste processo as gorduras insaturadas provenientes da dieta, por serem quimicamente mais instáveis e por isso não passarem pela membrana das bactérias, são hidrogenadas pelas enzimas hidrogenases, sendo então convertidas em gorduras saturadas (Baldwin & Allison, 1983) resultando em um menor valor para a relação AGPI/AGS. Embora ocorra este processo, alguns ácidos graxos insaturados da dieta passam intactos pelo rúmen, sendo absorvidos e depositados no tecido adiposo do animal (Wood & Enser, 1997).

Alimentos que apresentam a razão AGPI/AGS abaixo de 0,45 são considerados indesejáveis à dieta por induzir o aumento do colesterol sanguíneo (Department of Health and Social Security, 1984). Dhanda et al. (2003) obtiveram valores entre 0,60 e 0,77 para a relação AGPI/AGS para seis grupos raciais de caprinos. Werdi Pratiwi et al. (2007) ao avaliarem o perfil de ácidos graxos de cabritos Feral abatidos com diferentes pesos observaram valores variando de 0,1 a 0,3. Madruga et al. (2008) ao estudar diferentes níveis de concentrado obtiveram variação de 0,10 a 0,13 para esta relação e Grande et al. (2009) observaram valores entre 0,14 e 0,23 para carne de cabritos $\frac{3}{4}$ Boer + $\frac{1}{4}$ Saanen recebendo rações com diferentes grãos de oleaginosas.

Diferentemente do ω -3, a média de ω -6 não apresentou diferença entre os parâmetros estudados, porém as proporções de 2,85 para ω -3 e 0,33 para ω -6 encontram-se diferentes das obtidas por Grande et al. (2009), as quais foram 8,43 e 0,83

para ω -6 e ω -3 respectivamente. Apesar de essencial, de acordo com Young et al. (1998), altas quantidades de ω -6 podem favorecer processos inflamatórios que conduzem à arteriosclerose, pois há uma tendência em aumentar a agregação das plaquetas, assim é desejável níveis pequenos desse ácido graxo na carne para que se estabeleça uma relação ω -6/ ω -3 menor do que 4,0 para prevenção de riscos de doenças cardiovasculares, de acordo com o *Department of Health and Social Security* (1994). Sendo assim, o valor de 0,14 obtido para esta relação neste trabalho, promove a carne dos animais estudados à categoria de potencialmente saudável. Grande et al. (2009) obtiveram valores entre 5,52 e 10,85 para a relação ω -6/ ω -3 no músculo *L. dorsi* de cabritos alimentados com rações com grãos de diferentes oleaginosas.

Com relação ao CLA, a carne de cabritos apresentou médias de 0,06 e 0,04 respectivamente para os isômeros CLA *cis* e CLA *trans*, sendo o CLA *cis* significativo para os grupos raciais (Tabela 9). Mendoza et al. (2005) afirmam que as diferenças no teor de CLA podem ocorrer devido ao tamanho relativo do rúmen-retículo, às diferenças na microbiota ruminal e seu metabolismo e também aos comportamentos de consumo e ruminação.

Foi observado efeito de interação Gênero x Peso de Abate para o ácido esteárico (C18:0), para AGPI e para a razão AGPI/AGS (Tabela 10). Para fêmeas foi observado maior proporção de ácido esteárico (C18:0) no peso de abate de 25 kg em relação ao peso de 30 kg, e estes não foram diferentes do peso de 35 kg.

Para o ácido esteárico (C18:0), AGPI e AGPI/AGS não foi observada diferença entre gênero no peso de abate de 25 kg, porém à medida que se elevou o peso (30 e 35 kg) os machos apresentam maiores proporções.

Considerando que os AGPI favorecem a redução da concentração de lipoproteínas de baixa densidade (Oda, et al., 2004), a carne de animais machos parece ser mais saudável aos consumidores.

Tabela 10. Interação gênero x peso de abate no perfil de ácidos graxos do músculo *L. dorsi* de cabritos

| Ácido Graxo | Nomenclatura | Gênero | Pesos de Abate (kg) | | |
|-------------|-----------------------------|--------|---------------------|---------|----------|
| | | | 25 | 30 | 35 |
| C18:0 | Ácido esteárico | Macho | 5,81 Aa | 7,07 Aa | 7,07 Aa |
| | | Fêmea | 5,55 Aa | 3,54 Bb | 4,38 Bab |
| AGPI | Ácido graxo poli-insaturado | Macho | 3,62 Aa | 5,50 Aa | 5,81 Aa |
| | | Fêmea | 3,80 Aa | 2,72 Ba | 2,76 Ba |
| AGPI/AGS | AGPI/ Ácido graxo saturado | Macho | 0,12 Aa | 0,17 Aa | 0,19 Aa |
| | | Fêmea | 0,12 Aa | 0,08 Ba | 0,08 Ba |

Médias seguidas de mesma letra maiúscula nas colunas e minúsculas nas linhas não diferem estatisticamente ao nível de 5% pelo teste de Tukey.

Conclusão

Os grupos raciais, os pesos de abate e o gênero não influenciam a área de fibra muscular e porcentagem de colágeno da carne caprina, indicando semelhança em sua maciez. Portanto, independente do gênero ou do grupo racial, o abate de animais mais pesados, que é interessante para os produtores por produzir carcaças maiores levando a uma melhor remuneração, pode ser realizado sem alterações qualitativas importantes na carne.

O perfil de ácidos graxos sofre influência do grupo racial, peso de abate e do gênero. Animais machos e com maior peso apresentam carne mais saudável em termos de ácidos graxos.

Literatura Citada

- ARGÜELLO, A.; CASTRO, N.; CAPOTE, J. et al. Effects of diet and liveweight at slaughter on kid meat quality. **Meat Science**, v. 70, n.1, p. 173-179, 2005.
- ARIMA, H.K. Maturação de carnes. In: CASTILLO, C.C. et al. **Qualidade da carne**. São Paulo: Varela, 2006. p. 153-172.
- AZZARINE, M.; PONZONI, R. **Aspectos modernos de la producción ovina**. Montevideo: Universidad de la Republica, Departamento de Publicaciones, 1971, 75 p.
- BALDWIN, R.L.; ALLISON, M.J. Rumen metabolism. **Journal of Animal Science**, v. 57, n.2, p. 462-477, 1983.
- BAILEY, A.J. The role of collagen in the development of muscle and its relationship to eating quality. **Journal of Animal Science**, v. 60, n. 6, p. 1580-1587, 1985.
- BANSKALIEVA, V.; SAHLU, T.; GOETSCH, A.L. Fatty acid composition of goat muscles and fat depots: a review. **Small Ruminant Research**, v. 37, n.3, p. 255-268, 2000.
- BHASIN, S.; TAYLOR, W.E.; SINGH, R. et al. The mechanisms of androgen effects on body composition: mesenchymal pluripotent cell as the target of androgen action. **Journal of Gerontology: Biological Sciences**, v. 58, n. 12, p. 1103-1110, 2003.
- CALDER, P.C. Immunoregulatory and antiinflammatory effects of n-3 polyunsaturated fatty acids. **Brazilian Journal of Medical and Biological Research**, v. 31, n.4, p. 467-490, 1998.
- CASEY, N.H.; VAN NIEKERK, W.A.; SPREETH, E.B. Fatty acid composition of subcutaneous fat of sheep grazed on eight different pastures. **Meat Science**, v. 23, n.1, p. 55-63, 1988.
- CROUSE, J.D.; KOOHMARAIE, M.; SEIDEMAN, S.D. The relationship of muscle fibre size to tenderness of beef. **Meat Science**, v. 30, n.4, p. 295-302, 1991.
- DEPARTMENT OF HEALTH AND SOCIAL SECURITY. **Diet and cardiovascular disease**. London: HMSO, 1984. Report on Health and Social Subjects, n. 28.
- DEPARTMENT OF HEALTH AND SOCIAL SECURITY. **Nutritional aspects of cardiovascular disease**. London: HMSO, 1994. Report on Health and Social Subjects, n.46.
- DEVENDRA, C.; BURNS, M. Goat productions in the tropics. **Meat Production**, v.2, p. 55-63, 1983.

- DHANDA, J.S.; TAYLOR, D.G.; MURRAY, P.J. Carcass composition and fatty acid profiles of adipose tissue of male goats: effects of genotype and liveweight at slaughter. **Small Ruminant Research**, v. 50, n. 1-2, p. 67-74, 2003.
- DIAS, F.B. **Desempenho, características das fibras musculares e das carcaças de cordeiros ½ Dorper Santa Inês abatidos com diferentes pesos**. Maringá: UEM, 2009. 65 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual de Maringá, 2009.
- DÍAZ CHIRÓN, M.T.D. **Características de la canal y de la carne de corderos lechales Manchegos. Correlaciones y ecuaciones de predicción**. Madrid: Universidade Complutense de Madrid, 2001. 308 p. Tese (Doutorado em Veterinária). Madrid, 2001.
- FAO 2009, Roma, 2009. Disponível em: < <http://faosatat.fao.org>>. Acesso em: 22/09/2010.
- FARFAN, J.A. Alimentos que influenciam os níveis de colesterol no organismo. In: INSTITUTO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS. **Seminário “colesterol”**: análise, ocorrência, redução em alimentos e implicações na saúde. Campinas: ITAL, 1996. p. 35-44.
- FERREIRA, C.S.; MACEDO, F.A.F.; VISENTAINER, J.V. et al. Ácidos graxos em cordeiros submetidos a dietas isoproteicas e dois níveis de energia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 2000, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza:SBCTA, 2000. p. 175.
- FLORES, J.; BERMELL, S. Colágeno: características y propiedades de intrés para a indústria carniça. **Revista Agroquímica Tecnologia Alimentos**, v. 28, n. 4, p. 463-472, 1988.
- FOLCH, J.; LEE, M.; SLOANE STANLEY, G.H. A simple method for isolation and purification of total lipids from animal tissue. **Journal Biological Chemistry**, v. 226, n.1, p. 497-509, 1957.
- FRENCH, P. STANTON, P.; LAWLESS, F. et al. Fatty acid composition, including conjugated linoleic acid of intramuscular fat from steers offered grazed grass, grass silage, or concentrated-based diets. **Journal of Animal Science**, v. 78, n. 11, p. 2849-2855, 2000.
- GAILI, E.S.; ALI, A.E. Meat from Sudan Desrt sheep and goats: Part 1-Carcass yield, offals and distribution of carcass tissues. **Meat Science**, v. 13, n.4, p. 217-227, 1985.
- GAILI, E.S.E.; GHANEM, Y.S.; MUKHTAR, A.M.S. A comparative study of same carcass characteristics of Sudan Desert sheep and goat. **Animal Production**, v. 14, n.3, p. 351-357, 1972.

- GONZALEZ, F.A.N.; OWEN, J.E.; CERECERES, M.T.A. Studies on the Criollo Goat of Northern Mexico: Part 2 – Physical and Chemical Characteristics of the Musculature. **Meat Science**, v.9, n.4, p. 305-314, 1983.
- GRANDE, P.A.; ALCALDE, C.R.; LIMA, L.S. et al. Características quantitativas da carcaça e qualitativas do músculo *Longissimus dorsi* de cabritos $\frac{3}{4}$ Boer + $\frac{1}{4}$ Saanen confinados recebendo rações contendo grãos de oleaginosas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n.6, p. 1104-1113, 2009.
- GRUNDY, S.M. Monounsaturated fatty acids and cholesterol metabolism: implications for dietary recommendations. **The Journal of Nutrition**, v. 119, n.4, p. 529-533, 1989.
- HARTMAN, L.; LAGO, B.C.A. Rapid preparation of fatty, methyl esters from lipids. **Laboratory Practical**, v.22, n.6, p. 457-477, 1973.
- HASHIMOTO, J.H.; ALCALDE, C.R.; SILVA, K.T. et al. Características de carcaça e da carne de caprinos Boer x Saanen confinados recebendo rações com casca do grão de soja em substituição ao milho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 1, p. 165-173, 2007.
- JOHNSON, D.D.; EASTRIDGE, J.S.; NEUBAUER, D.R. et al. Effect of sex class in nutrient content of meat from young goat. **Journal of Animal Science**, v. 73, n.1, p. 296-301, 1995.
- LILLIE, R.D. **Histopathologic technic and practical histochemistry**. 2. ed. New York: Blakiston, 1954.
- MADRUGA, M.S.; GALVÃO, M.S.; COSTA, R.G. et al. Perfil aromático e qualidade química da carne de caprinos Saanen alimentados com diferentes níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n.5, p. 936-943, 2008.
- MAHGOUB, O.; KHAN, A.J.; AL-MAQBALY, R.S. et al. Fatty acid composition of muscle and fat tissues of Omani Jebel Akhdar goats of different sexes and weights. **Meat Science**, v.61, n.4, p. 381-387, 2002.
- MANCINI-FILHO, J. Implicações nutricionais dos ácidos graxos trans. In: SEMINÁRIO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ÓLEOS E GORDURAS. São Paulo: ITAL, 1996. 12 p.
- MENDOZA, M.G.; MORENO, L.A.; HUERTALEIDENZ, N. et al. Occurrence of conjugated linoleic acid in *Longissimus dorsi* muscle of water buffalo (*Bubalus bubalis*) and zebu-type raised under savannah conditions. **Meat Science**, v.69, n.1, p.93-100, 2005.
- MENEZES, J.J.L. **Desempenho e características de carcaça de cabritos de diferentes grupos raciais e pesos de abate**. Botucatu: Faculdade de Medicina

- Veterinária e Zootecnia, 2008. 95 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, 2008.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of goats**. Washington, DC, 1981. 91p.
- ODA, S.H.I.; BRESSAN, M.C.; CARDOSO, M.G. et al. Efeitos dos métodos de abate e sexo na composição centesimal, perfil de ácidos graxos e colesterol da carne de capivaras. **Ciência e Tecnologia de Alimentação**, v. 24, n. 2, p. 236-242, 2004.
- OWEN, J.E.; CERECERES, M.T.A; MACIAS, J.A.G. et al Studies on the Criollo Goat of Northern Mexico: Part 1- The effects of Body Weight on Body Components and Carcass Development. **Meat Science**, v. 9, n.3, p. 191-204, 1983.
- OWEN, J.E.; NORMAN, G.A. Studies on the meat production characteristics of Botswana goats and sheep – part II: General body composition, carcass measurements and joint composition. **Meat Science**, v.1, n.4, p. 283-306, 1977.
- PURSLOW, P.P. Intramuscular connective tissue and its role in meat quality. **Meat Science**, v. 70, n. 3, p. 435-447, 2005. Suplemento.
- RAMOS, E.M.; GOMIDE, L.A.M. **Avaliação da qualidade de carnes: fundamentos e metodologias**. 5. ed. Viçosa: UFV, 2007. 599 p.
- REHFELDT, C.; FIELDLER, I.; DIETL, G. et al. Myogenesis and postnatal skeletal muscle cell growth as influenced by selection. **Livestock Production Science**, v. 66, n.2, p. 177-188, 2000.
- RHEE, K.S.; WALDRON, D.F.; ZIPRIN, K.C. et al. Fatty acid composition of goat diets vs intramuscular fat. **Meat Science**, v. 54, n.4, p. 313-318, 2000.
- ROSE, D.P.; CONNOLLY, J.M. Omega-3 fatty acids as cancer chemopreventive agents. **Pharmacology & Therapeutics**, New York, v. 83, n.3, p. 217-244, 1999.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA – UFV. **Sistema de análises estatísticas e genéticas – SAEG**. Versão 8.0. Viçosa, MG, 2000. 142p.
- SAINZ, D., ARAÚJO, F.R.C. Tipificação de carcaças de bovinos e suínos, 1º **Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Carnes**. In: Carne: Qualidade e Segurança para os consumidores do Novo Milênio, p.26, 2001.
- SANTELLA, G.A.; MACEDO, F.A.F.; MACEDO, R.M.G. et al. Características das fibras musculares de cordeiros nascidos de ovelhas recebendo suplementação protéica no terço inicial da gestação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 10, p. 2288-2296, 2010.

- SANTOS FILHO, J.M.; MORAIS, S.M.; BESERRA, F.J. et al. Lipídios em carnes de animais utilizados para consumo humano: uma revisão. **Ciência Animal**, v. 11, n.2, p. 87-100, 2001.
- SILVA, M.D.P.; CARVALHO, R.B. Mecanismos celulares e moleculares que controlam o desenvolvimento e o crescimento muscular. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 36, p. 21-231, 2007. Suplemento especial.
- TEITELBAUM, J.E.; WALKER, W.A. Review: The role of omega 3 fatty acids in intestinal inflammation. **The Journal of Nutritional Biochemistry**, New York, v.12, n.1, p. 21-32, 2001.
- WERDI PRATIWI, N.M.; MURRAY, P.J.; TAYLOR, D.G. Feral goats in Austrália: A study on the meat quality and nutritive value of their meat. **Meat Science**, v. 75, n.1, p. 168-177, 2007.
- WOOD, J.D. Fat deposition and the quality of fat tissue in meat animals. In: WISEMAN, J.D. (ed). **Fats in animal nutrition**. London: Butterworths, 1984. p. 407-435.
- WOOD, J.D.; ENSER, M. Factors influencing fatty acids in meat and the role of anti-oxidants in improving meat quality. **British Journal of Nutrition**, v. 78, n. 1, S49, 1997.
- YAMAGUCHI, A.; HORIO, Y.; SAKUMA, K. et al. The effect of nutrition on the size and proportion of muscle fibre types during growth. **Journal of Anatomy**, v. 182, n.1, p. 29-36, 1993.
- YEHUDA, S.; RABINOVITZ, S.; CARASSO, R.L.; MOSTOFSKY, D.I. The role of polyunsaturated fatty acids in restoring the aging neuronal membrane. **Neurobiology of Aging**, New York, v.23, n.5, p.843-853, 2002.
- YOUNG, V.M.; TOBOREK, M.; YANG, F. et al. Effect of linoleic acid on endothelial cell inflammatory mediators. **Metabolism**, v. 47, n.5, p. 566-572, 1998.

CAPÍTULO III

Implicações

A caprinocultura de corte está crescendo em decorrência da maior procura pela carne de cabritos no mercado. Apesar disso, a atividade ainda não é suficientemente tecnificada em função de adaptações ocorridas nos rebanhos leiteiros para produção de cabritos para corte, utilizando raças pouco especializadas para gerar carne e carcaças de boa qualidade, e também pela falta de padronização na implantação de um sistema de produção, levando à geração de carcaças bastantes distintas, com diferentes pesos acarretando em diferenças na conformação e no grau de acabamento das mesmas.

Além de uma produção elevada e da importância da padronização do produto, é preciso considerar o consumidor, o qual está cada vez mais exigente com relação aos alimentos, para garantir a colocação e venda do produto no mercado.

Para enfatizar a demanda pelo produto se faz necessário a propaganda com informações atrativas sobre o produto, impulsionando, por isso, o desenvolvimento de pesquisas que gerem tais informações, tanto para auxiliar os produtores como para atrair os consumidores.

A principal característica sensorial responsável pela aceitação da carne no momento do consumo é a textura, e são vários fatores que interferem nesta característica, dentre eles a área de fibra muscular e o conteúdo de colágeno. Neste sentido esta pesquisa contribuiu para conhecer as possíveis diferenças na carne que ocorrem entre animais de diferentes raças, ou grupos raciais, gêneros e pesos de abate. Os dados obtidos sobre área de fibra muscular e conteúdo de colágeno dos animais estudados permitem afirmar que a carne dos animais, independente do grupo racial, gênero e peso de abate, são semelhantes em sua textura, permitindo ao produtor optar pela melhor raça ou grupo racial e peso de abate (até 35 kg) a ser utilizado em seu sistema, sem que haja prejuízo à qualidade de seu produto. Apesar disso, existe a necessidade de pesquisas mais detalhadas neste sentido, observando além da quantidade, a solubilidade do colágeno e também os tipos e proporções de fibras existentes no músculo de caprinos, relacionando estes aspectos com a força de cisalhamento para obter resultados mais concretos sobre a textura da carne caprina.

Há também uma preocupação por parte dos consumidores com relação à saúde. Existem muitas propagandas negativas, e até mesmo sensacionalistas, relacionadas à

carne vermelha principalmente a respeito da gordura e dos males que seu consumo gera à saúde (principalmente doenças cardiovasculares). Apesar disso, pesquisas demonstram que é o tipo de gordura, e não a quantidade total ingerida, que promove os efeitos indesejáveis à saúde.

Neste contexto, o presente estudo permitiu conhecer um pouco mais sobre o perfil de ácidos graxos da carne caprina, a qual se mostrou uma opção considerada saudável, pois além de ser “magra” por natureza, apresentou maior teor de ácidos graxos insaturados do que de ácidos graxos saturados, além de apresentar uma relação ω -6/ ω -3 dentro da faixa recomendada para uma nutrição saudável.

A pesquisa demonstrou que o grupo racial, o gênero e a interação gênero x peso de abate são influentes no perfil de ácidos graxos, provavelmente em função da diferença na quantidade de gordura que promovem nas carcaças. Assim, é possível que o produtor opte pelo melhor grupo racial, gênero e peso de abate para gerar um produto que melhor satisfaça o consumidor, e, através de propagandas positivas sobre a carne caprina, tornar o produto atrativo de forma a auxiliar na inserção do produto no mercado.