

I Congresso Brasileiro de Nutrição Animal

21 a 24 de Setembro de 2008

Fortaleza - Ceará - Brasil

USO DA NUTRIÇÃO PARA A DIFERENCIAÇÃO E A VALORIZAÇÃO DA QUALIDADE DO LEITE E DA CARNE: UM NOVO PARADIGMA NA NUTRIÇÃO DE PEQUENOS RUMINANTES

Marco Aurélio Delmondes Bomfim¹

Leandro Silva Oliveira²

Marcelo Ferreira Fernandes³

1. Introdução

A pesquisa na área de nutrição de ruminantes tem, ao longo dos anos, contribuído de forma significativa para a eficiência e economicidade dos sistemas de produção animal. O conhecimento cada vez mais aprofundado sobre o valor nutricional dos alimentos, as exigências nutricionais para os diferentes genótipos nos diversos ambientes, bem como sobre o metabolismo e a eficiência de uso dos nutrientes no organismo animal, tem sido ferramentas fundamentais para a construção dos sistemas de alimentação que hoje são amplamente utilizados nas propriedades rurais.

Entretanto, as rápidas mudanças na sociedade observadas nos últimos anos, têm exigido da nutrição de ruminantes uma participação mais ampla, bem como uma interação mais efetiva com outras áreas do conhecimento. Esta capacidade de adaptação às novas demandas é de grande importância para o crescimento da área e para a abertura de novas oportunidades para os cientistas que militam no campo da nutrição animal.

Dentre os novos desafios, a caracterização do impacto da nutrição animal sobre a qualidade dos produtos tem tido um destaque especial. Há muito tempo se sabe sobre a influência do perfil dos nutrientes consumidos pelo animal, sobre os produtos sintetizados por eles, notadamente a carne e o leite. Obviamente, a própria constatação de que esses produtos são construídos utilizando os substratos fornecidos pela dieta animal demonstra muito claramente esta relação.

No entanto, a preocupação cada vez mais freqüente dos consumidores na relação do alimento com a qualidade de vida, tem motivado a adoção por parte da pesquisa, de

¹ Pesquisador, Embrapa Caprinos - mabomfim@cnpc.embrapa.br

² Analista, Embrapa Caprinos - leandro@cnpc.embrapa.br

³ Doutorando em Zootecnia, Universidade Federal da Paraíba - marceloffernandes@pop.com.br

um enfoque mais detalhado sobre esta matéria. Conceitos como colesterol “bom ou ruim”, glicose e diabetes, gorduras *trans* e acidentes cardiovasculares, antioxidantes e boa saúde, ácidos graxos ômega-3 e redução de colesterol, alimentos probióticos e integridade do sistema gastrointestinal, estão hoje presentes no vocabulário da sociedade e não são mais apenas componentes do jargão médico.

Esta preocupação tem conduzido os consumidores a buscarem alimentos diferenciados, como aqueles produzidos sob condições naturais ou orgânicas, com propriedades funcionais agregadas, bem como aqueles alimentos com algum tipo de certificação que possa assegurar-lhes qualidade e segurança. Neste contexto, o apelo por produtos regionais com características particulares, sob certificação, tem aumentado.

A consequência prática disto é a necessidade de valorização dos produtos para atender a esta demanda e conseqüentemente aumentar o retorno econômico para o produtor. A produção de cremes vegetais (margarinas) tem demonstrado o potencial de agregação de valor com esta estratégia. Hoje no mercado são encontrados além dos cremes vegetais tradicionais, outros feitos com maior proporção de ácidos graxos poliinsaturados e outros enriquecidos com fitoesteróis, elementos que apresentam evidências de redução de colesterol sérico. Os preços das porções de 250g de cada um podem variar de R\$1,00 até R\$13,00. Esta agregação de valor é especialmente importante para produção de leite de cabra e ovelhas, cujo mercado é altamente seletivo e especializado e não tem condições de absorver grande quantidade de produtos, portanto os produtos devem ter maior valor.

O presente artigo discute sobre estes novos desafios para a nutrição de ruminantes relacionados à interação entre dieta e qualidade dos produtos de pequenos ruminantes, bem como demonstra também a necessidade de maior articulação e parceria com outras áreas do conhecimento, notadamente da tecnologia de produtos de origem animal, no objetivo de ampliar sua contribuição para atender as demandas atuais.

2. Nutrição Animal e Qualidade do Leite

Não é uma tarefa fácil caracterizar em detalhes a composição do leite de cabras e ovelhas, uma vez que há uma grande variabilidade provocada por fatores genéticos e fisiológicos, tais como raça, características individuais, estágio de lactação, manejo do rebanho, clima, altitude, composição botânica do pasto, entre outras (Piredda & Pirisi, 2005). A transformação e maturação dos produtos lácteos como o queijo também estão

relacionadas a específicos e não reproduzíveis fatores naturais e humanos. A exploração deste potencial pode ser de considerável benefício para economia rural, em particular para os pequenos produtores (Sciuntu & Piredda, 2007).

Neste aspecto, a especialização dos tipos de animais em certas áreas tem mantido uma rica diversidade de raças, sistemas e produtos lácteos que são caracterizados pela tipicidade e pela qualidade. Estas qualidades são essencialmente ou exclusivamente devido a um ambiente geográfico particular, tipos genéticos de animais criados, biodiversidade, recursos humanos, processamento e preparação (Sciuntu & Piredda, 2007).

A oportunidade é de utilizar as ferramentas disponíveis hoje, para identificar e caracterizar os elementos diferenciais que são oriundos da alimentação animal, seja ela advinda da introdução de alimentos específicos usados como suplementação, ou mesmo da vegetação nativa (natural) da região onde estes animais são criados. Esta influencia pode ser observada tanto para os compostos nitrogenados, quanto para os lipídios, assim como para compostos secundários. Todos estes podem exercer forte influencia sobre as características tecnológicas, sensoriais e nutricionais destes produtos.

2.1. Nutrição animal e composição da proteína láctea

As proteínas do leite consistem de caseínas e proteínas do soro (beta-lactoglobulina e alfa-lactoglobulina) e algumas proteínas vindas do sangue, principalmente albumina sérica e imunoglobulinas. A percentagem média das quatro caseínas (α_{s1} , α_{s2} , β e κ) varia, e esta variação pode influenciar o rendimento e as características dos queijos (Sciuntu & Piredda, 2007).

No passado, a pobre habilidade de coagulação de determinadas raças caprinas francesas, foi atribuída ao baixo conteúdo de caseína. Alguns anos atrás várias variantes derivadas de polimorfismos na caseína α_{s1} foram identificados (nula, baixa, média e alta) bem como sua capacidade de influenciar no processamento do leite, em determinadas raças, para a fabricação de queijos (Sciuntu & Piredda, 2007).

Apesar da forte relação das características relacionadas à proteína do leite com a genética, e da sugestão de que a regulação da síntese de proteína láctea é mantida de forma muito estreita, nos últimos anos tem se demonstrado que fontes de proteína de baixa degradabilidade ruminal (PNDR) na dieta, podem influenciar o perfil de caseínas e o rendimento de queijo.

Este efeito foi demonstrado por Sanz Sampelayo et al. (1998) que observaram um aumento na fração de β -caseína e um aumento no rendimento de queijo em cabras leiteiras alimentadas com farelo de glúten de milho como fonte de PNDR. Estes resultados foram confirmados por Bomfim et al. (2006a) que avaliando diferentes fontes de PNDR na dieta de cabras leiteiras, também observaram um aumento na fração de β -caseína no leite de cabras alimentadas com farelo de glúten como fonte protéica. Em adição, estes autores também observaram redução na fração de α_{s2} -caseína, considerada uma fração com potencial alergênico o que pode contribuir para reforçar a baixa alergenicidade do leite de cabra em relação ao leite bovino (Tabela 1.)

Tabela 1. Efeito da fonte de proteína dietética sobre a concentração de proteína bruta (%) e perfil de caseínas (% do total de caseínas) do leite de cabra.

Variável	Tratamentos (Fonte de proteína)			
	Farelo de soja	Soja Tostada	Farelo de Glúten	Farelo de Algodão
Teor de PB	2,66	2,69	2,75	2,74
	Perfil de caseínas (% do total de caseínas) ¹			
K	8,78	7,14	7,51	6,83
α -s ₂	16,61a	15,95ab	11,54b	15,89ab
α -s ₁	21,33	21,18	20,49	22,92
B	53,28b	55,72ab	60,45a	54,36ab

Letras minúsculas na linha diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05); ¹ κ – kapa; α -s₂ – alfa-S2; α -s₁ – alfa-S1; β – beta. Fonte: Bomfim et al. (2006)

Estes resultados demonstram a possibilidade de manipulação do perfil de caseínas do leite de cabra, embora o impacto destas alterações sobre o perfil de aminoácidos do leite ainda carece de mais investigação uma vez que as mudanças observadas na composição protéica pode certamente influenciar o pool de aminoácidos.

Sabe-se, por exemplo, que, na média, o leite de cabra apresenta maior concentração de seis dos 10 aminoácidos essenciais em relação ao leite de vaca (Posati & Orr, 1976). Em adição a isto, Barrionuevo et al. (2002) demonstraram que o maior teor do aminoácido cistina neste alimento, aumenta a absorção de cobre no intestino de camundongos com síndrome de má absorção, quando comparado ao leite de vaca. Além destas constatações, muitos peptídeos bioativos têm sido identificados dentro de seqüências de aminoácidos de proteínas lácteas nativas. Reações hidrolíticas tais como aquelas catalizadas por enzimas digestivas resultam em sua liberação. Estes peptídeos influenciam diretamente vários processos biológicos como de comportamento, gastrointestinal, hormonal, imunológicos, neurológicos e nutricionais (Clare & Swaisgood, 2000). Peptídeos obtidos do desdobramento de caseínas com ação biológica têm sido identificados.

2.2. Nutrição animal e composição da gordura láctea

Se a proteína láctea expressa a evolução dos animais e permite descrever as relações filogenéticas entre as diferentes proteínas, a composição de gordura reflete o efeito do ambiente tanto em termos do sistema de alimentação e mais geral, o tipo de sistema de criação (Sciuntu & Piredda, 2007).

O atual enfoque do mercado para produtos de origem animal tem sido direcionado para a busca de alimentos com menores teores de gordura e que sua composição o caracterize como alimento funcional. Neste aspecto, a fração lipídica do leite de pequenos ruminantes, além de ser importante fonte de ácidos graxos essenciais, possui propriedades potencialmente funcionais relacionadas à diminuição dos níveis plasmáticos de colesterol e triglicerídeos e elevada digestibilidade em relação ao leite de vaca (Silva et al., 2006).

Um dos mais interessantes trabalhos nesta linha foi feito por Lopez-Aliaga et al. (2005), que demonstraram, em estudos com ratos, que o consumo de leite de cabra reduz os níveis plasmáticos de colesterol, pelo aumento na excreção biliar desta molécula para o intestino delgado. Embora não haja ainda uma teoria consistente sobre qual o mecanismo bioquímico envolvido, esta constatação reforça a importância do leite de cabra como alimento de potencial funcional que pode estar relacionado ao controle de distúrbios metabólicos relacionados à hipercolesterolemia.

Estas perspectivas são dirigidas a uma nova classe de alimentos, chamados alimentos funcionais, que, segundo a definição da ANVISA, são todos aqueles alimentos ou ingredientes que, além das funções nutricionais básicas, quando consumido como parte da dieta usual produz efeitos metabólicos e/ou fisiológicos e/ou efeitos benéficos á saúde, devendo ser seguro para consumo sem supervisão médica.

A gordura é o componente que mais sofre influência da alimentação e, portanto apresenta uma ampla gama de possibilidades de manipulação. Essas alterações não ocorrem somente com relação a sua concentração, mas também com a composição dos ácidos graxos. O comprimento da cadeia carbônica (cadeia curta ou longa), grau de saturação (saturado ou poliinsaturado) e isomeria geométrica (*cis* ou *trans*) dos ácidos graxos exercem mudanças nas propriedades tecnológicas da gordura como a textura e o *flavor* da manteiga e queijo, em razão dos diferentes pontos de fusão desses componentes (Mesquita et al., 2004).

Por outro lado, a composição em ácidos graxos pode ser importante para a introdução de bactérias probióticas em produtos lácteos caprinos. Diversos efeitos sobre a saúde humana têm sido atribuídos à ingestão regular de alimentos contendo bactérias probióticas, entre os quais destacam-se como cientificamente confirmados a prevenção de desordens e de infecções gastrointestinais e a ação imunomoduladora (FAO/WHO 2006).

O destaque neste ponto é a constatação de Boylston et al. (2004) de que os ácidos láurico e mirístico podem inibir o crescimento de bifidobactérias, enquanto os ácidos butírico, palmítico e esteárico podem, de forma contrária, estimular. Este é mais uma importante ponto de interseção entre a nutrição de ruminantes e a tecnologia de leite que pode gerar produtos com valor agregado. No entanto, quando se fala de gordura do leite de ruminantes, não se pode deixar de destacar o ácido linoléico conjugado que é nos dias de hoje, o ácido graxo que tem sido mais estudado no que se refere à nutrição e impacto sobre a composição dos produtos.

2.2.1 O ácido linoléico conjugado (CLA)

Talvez o estudo relacionando nutrição e perfil da gordura do leite seja a área que recebeu maior *input* de informações nos últimos anos. Sabe-se hoje que não apenas o conteúdo global de ácidos graxos saturados, insaturados ou poliinsaturados é importante, mas também que ácidos graxos específicos têm efeitos benéficos ou maléficos à saúde humana e seu conhecimento pode contribuir para a prevenção de muitas doenças crônicas em humanos (Williams, 2000; Lee et al., 2005; Bertolino et al., 2006). Dentre estas moléculas destacam-se o ácido linoléico conjugado (Bomfim, 2006).

Dentre os ácidos graxos, os ácidos linoléicos conjugados (CLA) são as moléculas que apresentam maior potencial funcional e de manipulação, através da nutrição animal, na gordura do leite de cabra. O CLA pertence a uma classe de isômeros do ácido linoléico (C18:2) que hoje são reconhecidos como tendo propriedades anticarcinogênica e antioxidante em estudos feitos com modelos animais (Parodi, 1997; Parodi, 2003). Destes isômeros, o C18:2 *cis*-9, *trans*-11, é o que apresenta maior evidência de funcionalidade.

Os ácidos linoléicos conjugados (CLA) são formados no rúmen, como um intermediário durante a biohidrogenação no rúmen do ácido linoléico, que é o principal

ácido graxo, precursor da síntese de *cis-9, trans-11-CLA*, devido à ação de *Butyrivibrio fibrosolves* como descrito por (Kepler e Tove, 1967). No entanto, sabe-se hoje que a maior parte do CLA encontrado no leite é resultado da ação da enzima Δ -9 desaturase, presente na glândula mamária, que atua sobre o ácido graxo vacênico ($C_{18:1}$ *trans-11*) formando então o principal isômero do CLA, o $C_{18:2}$ *cis-9, trans-11* (Grinari & Bauman et al., 1999).

Sendo formado direta ou indiretamente pela biohidrogenação de ácidos graxos poliinsaturados no rúmen (especialmente $C_{18:3}$ e $C_{18:2}$), o CLA responde de forma significativa tanto ao aumento no suprimento dietético de ácidos graxos precursores, notadamente óleos vegetais, quanto à outras estratégias de manipulação da fermentação que afetam a habilidade das bactérias de produzir, durante a fermentação, precursores destas moléculas.

O potencial de aumento no conteúdo de CLA no leite de cabra através da nutrição de cabras leiteiras tem sido demonstrado em vários experimentos. Neste campo tem-se apresentado efeitos da utilização de diversas fontes de óleo. Mir et al. (1999) demonstraram um aumento significativo no teor de CLA em cabras alpinas suplementadas com óleo de canola.

Maia et al. (2006) também avaliando a resposta da inclusão de três tipos de óleo na dieta de cabras leiteiras (arroz, canola e soja), no nível de 5,1%, na dieta de cabras Saanen em lactação sobre composição do leite e o perfil de ácidos graxos do leite observaram que estes aumentaram as concentrações de CLA na gordura do leite em aproximadamente 21% (óleo de canola), 57% (óleo de arroz) e 87% (óleo de soja).

Outras estratégias incluem a utilização de forragens verdes e pastagem (White et al., 2001); associação de dietas com reduzido conteúdo de fibra e suplementação com óleo (Bomfim et al., 2006b); suplementação com ionóforos (Dhiman et al., 1999); uso de forrageiras ricas em taninos (Vasta et al., 2007); adição de vitamina E e microminerais (Korniluk et al., 2008). Alguns tipos de óleo têm demonstrado serem efetivo, a exemplo do de peixe, em influenciar positivamente a fermentação ruminal, contribuindo para maior síntese de CLA ou precursores no rúmen. Baseado nestes resultados com óleo de peixe, vários *blends* de óleos tem sido utilizados (AbuGhazaleh et al., 2007) e também associados com modificadores de fermentação ruminal com a monensina (Bell et al., 2006) e o bicarbonato de sódio (Schmidely et al., 2005), todos na tentativa de aumentar o conteúdo de CLA na gordura do leite.

Resultados mais consistentes têm sido obtidos quando se aumenta a quantidade de substrato para a síntese de CLA ou de seus precursores, especialmente óleos ricos em ácidos graxos C_{18:2} e C_{18:3}, bem como sua associação com óleo de peixe. Além destes, está claramente demonstrado também a vantagem das forragens verdes em aumentar o conteúdo destes ácidos graxos, quando comparados com dietas usando forragem conservada como feno ou silagem. De qualquer forma, ainda há espaço para avançar na avaliação de estratégias que incrementem o teor de CLA na gordura.

2.3. Nutrição animal e compostos secundários no leite

Os compostos secundários de plantas são um grupo diverso de moléculas envolvidas na adaptação de plantas ao ambiente, mas que não fazem parte do metabolismo primário de crescimento e reprodução da célula vegetal. Existem mais de 24.000 estruturas neste grupo, que inclui muitos compostos com efeitos antinutricionais e/ou tóxicos para os mamíferos. Os compostos secundários de plantas que ocorrem em forragens incluem: alcalóides, aminoácidos não protéicos, glicosídeos cianogênicos, terpenóides voláteis, saponinas, ácidos fenólicos, taninos hidrolizáveis e flavonóides, incluindo proanthocianidinas (PA) e isoflavonas estrogênicas.

Acredita-se que estes compostos estejam envolvidos na defesa da planta contra herbívoros e patógenos, regulação de simbiose, controle de germinação de sementes e/ou inibição química da competição entre espécies de plantas (alelopatia). Portanto são parte integrante das interações de espécies em comunidade de plantas e animais.

Tradicionalmente, as pesquisas com compostos secundários de plantas têm-se concentrado em seus efeitos tóxicos e antinutricionais em animais domésticos, no entanto, estes compostos podem influenciar de forma significativa tanto a tecnologia quanto as características sensoriais do leite. A dieta é o fator principal a influenciar o odor do leite fresco. Substâncias que influenciam no odor são transferidas para o leite diretamente através da inalação do ar no sangue e deste para o leite ou através do alimento e do sistema digestivo pela absorção direta ou via gases do rúmen para o sangue e para o leite (Moio et al., 1996).

Povolo et al. (2007), demonstrou que terpenos e hidrocarbonetos podem ser transferidos das forragens para o leite e para o queijo. Estes compostos podem ser avaliados por análise de fração volátil. Os compostos sulfurados presentes na dieta, podem também comprometer a qualidade da manteiga (Shooter et al., 1999).

Os voláteis são mais importantes quando se trabalha com pastagens diversificadas, como aquelas naturais. De forma geral, estas apresentam uma maior quantidade de compostos voláteis, alguns dos quais são muito particulares do tipo de pasto prevalente em uma determinada região, como demonstrado por Moio et al. (1996), que observou dois sesquiterpenos no leite de animais mantidos em pastagem natural que não foram encontrados no leite dos animais alimentados com feno ou com ração completa. Estes compostos podem estar envolvidos em sabor, odor ou características tecnológicas específicas que podem ser utilizados como marcadores para processos de indicação geográfica ou denominação de origem.

3. Nutrição Animal e Qualidade da Carne

A manipulação ou a promoção de mudanças na carne por meio do manejo alimentar, ao contrário do leite, não é tão simples e desafia a pesquisa, principalmente por causa das particularidades dos ruminantes, ressaltando a fermentação no rúmen dos alimentos ingeridos.

Estudos demonstram que a dieta é fator determinante para caracterizar possíveis variações na carcaça e na composição tecidual e química dos cortes comerciais. Neste contexto os fatores que podem determinar maior ou menor variação são: diferentes proporções de concentrados e volumosos, assim como sistema exclusivo em pastejo ou em confinamento, diferentes fontes de volumosos, diferentes fontes de concentrado etc.

Relatos na literatura demonstram que as diferentes proporções volumoso:concentrado influenciam nas características qualitativas da carne de caprino e ovino. Dieta rica em concentrados favorece carne com maior teor de gordura, podendo aumentar a suculência e a maciez da mesma, variando a composição de ácidos graxos (Osório et al., 2006). Entretanto a maior concentração de concentrado também resulta, na maioria das vezes em um aumento do custo de produção e predispõe à ocorrência de distúrbio fisiológico nos ruminantes (Alves et al., 2003). Por outro lado, a utilização de maiores proporções de volumoso na dieta, resulta em dietas de menor custo, desde que as necessidades nutricionais dos animais sejam atendidas (Gonzaga Neto et al., 2006).

Estudos mostram que a gordura de cordeiros mantidos em pastagem, normalmente, apresenta adequada proporção de ômega-6/ômega-3 de ácidos graxos poliinsaturados do que observado para as mesmas gorduras de cordeiros no confinamento. Essa diferença é em virtude da composição de ácidos graxos da dieta,

uma vez que as forragem contém alto nível de ácidos graxos linolênico (C_{18:3}), precursor da série ômega-3 de ácidos graxos. O concentrado, ao contrário, tem alto teor de ácido linoléico (C_{18:2}), precursor da série n-6 (Díaz et al., 2002).

Em dois sistemas de alimentação, um em pastagem e outro em confinamento exclusivo com concentrado (mistura de trigo com aveia, com 18% de matéria seca), ovinos da raça Skudde tiveram na gordura intramuscular maior teor de CLA (*cis*-9, *trans*-11) no primeiro sistema. Apesar de não ser observada diferença estatística do teor de CLA na gordura do tecido adiposo, entre os dois sistemas de alimentação, os animais da pastagem mantiveram uma tendência maior de CLA em relação aos animais alimentados com concentrado (Nuernberg et al., 2008).

Wood et al. (2008) em revisão sobre deposição de gordura, composição de ácido graxo e qualidade de carne, relata que dietas com concentrados ricos em ácido linoléico (C_{18:2}) favorecem o acúmulo desse ácido na carne, pois com a pequena dimensão das partículas e um trânsito mais curto no rúmen, limita a biohidrogenação pelos microorganismos. Russo et al. (1999) cita que a bactéria *Butyrivibrio fibridolvens* responsável pela a biohidrogenação dos ácidos graxos insaturados está em menor porcentagem na população bacteriana dos animais alimentados com dietas com concentrado.

Avaliando a influência da relação volumoso:concentrado (40:60, 55:45 e 70:30, respectivamente) sobre a composição tecidual de carcaça de cordeiros Morada Nova em confinamento, Gonzaga Neto et al. (2006), concluíram que as proporções de gordura total e subcutânea foram maiores nos teores mais elevados de concentrado, sendo que as dietas com maiores proporções de concentrado detinham os maiores teores de energia metabolizável e de proteína bruta.

Madruça et al. (2008a) avaliando o efeito de níveis decrescentes de concentrado na dieta (80, 65 e 50%) sobre a qualidade da carne de caprinos Saanen, observaram que o decréscimo dos níveis de concentrado na dieta determinou variações percentuais totais dos ácidos graxos mono e poliinsaturados, mas não afetou os percentuais dos ácidos graxos saturados, constataram também que, a proporção de 50% de concentrado na dieta proporcionou maior número de voláteis nos extratos da carne, na qual identificou um total de 121 compostos, entretanto os autores ressaltaram que os animais com a menor proporção de concentrado tiveram uma maior idade ao abate, contribuindo para o acúmulo de lipídeos, justificando assim um melhor perfil de voláteis e textura da carne

desses animais, já que o percentual de gordura é o principal responsável por tais características.

Diferentes volumosos ou concentrados na dieta podem ter efeito sobre as características quantitativas e qualitativas das carcaças de caprinos e ovinos, devido às diversas transformações que estes são submetidos no trato digestório desses animais, aliadas à diversidade químico-bromatológica que proporciona a produção de diferentes compostos durante a digestão.

Avaliando grupos de ovinos alimentados em pastagem composta por *Atriplex* ssp. (erva-sal) *versus* pastos senescente com restolho de cevada, ambos suplementados com grãos de cevada, Pearce et al. (2008), observaram que animais alimentados com erva-sal e suplementados com cevada, tiveram em suas carcaças menores teores de gordura, segundo os autores essa característica pode ser explicada pela maior relação da proteína/energia, diminuindo a deposição de gordura e aumentando a de proteína na carne, em virtude da maior quantidade de proteína no *Atriplex* ssp., e também pela alta ingestão de sal, que aumentou a taxa de passagem da proteína para absorção no intestino delgado e reduziu o fornecimento de energia.

Estudando quatro diferentes fontes de volumoso (capim d'água, restolho de abacaxi, palma forrageira e silagem de milho) sobre parâmetros químicos e sensoriais da carne ovina, Madruga et al. (2005), observaram que a carne dos animais alimentados com palma forrageira tiveram o menor teor de gordura em relação aos outros volumosos, para os autores, os outros volumosos favoreceram maiores teores de lipídeos na carne, por serem mais energéticos que a palma. Os animais alimentados com palma tiveram as menores notas nos atributos aparência, textura, maciez, sabor e suculência para a carne dos ovinos alimentados com palma forrageira. Em revisão sobre a formação do aroma cárneo, Madruga (1997) descreveu que o aroma e o sabor característicos da carne estão diretamente relacionados ao teor de gordura presente no músculo.

Adnoy et al. (2005), avaliando o efeito de pastagens de diferentes qualidades na região Oeste do Sul da Noruega (pastagem nativa de montanha e pastagem cultivada em várzea), concluíram que há diferenças no conteúdo químico e sensorial da carne de cordeiros dos grupos criados nessas pastagens, sendo que as carcaças dos animais criados na pastagem nativa de montanha tiveram os maiores teores de ácidos graxos poliinsaturados, e um teor de lipídeos total, menor que os animais da pastagem cultivada em várzea, umas das possíveis explicações para essa diferenciação está na composição

da pastagem nativa, com uma variedade de gramíneas e ervas, além das longas distâncias percorridas pelos animais da montanha, que proporciona uma condição corporal diferente dos animais da outra pastagem.

Na avaliação de três níveis de substituições de milho moído pela a casca do grão de soja (0, 50 e 100% da dieta total), sobre as características de carcaça de caprinos Bôer x Saanen confinados, Hashimoto et al. (2007), observaram que a substituição do milho pela a casca de grão de soja, reduziu a proporção de gordura, aumentando a porcentagem de osso, visto que os teores de músculos não variaram entre as dietas. Na relação de proteína bruta (%) e energia metabolizável (Mcal/kg de matéria seca) das dietas avaliadas, a dieta com 100% de casca de grão de soja, possuía uma maior proporção de proteína/energia que a dieta com 100% de milho moído, corroborando com as hipóteses apresentadas por Pearce et al. (2008), em que a relação de proteína/energia disponível para o animal pode ter uma influência no teor de gordura na carcaça.

Verificando o efeito da inclusão de níveis crescentes (0, 20, 30 e 40%) de caroço de algodão integral no concentrado oferecido aos ovinos Santa Inês sobre os componentes químicos e o perfil lipídico da carne, Madruga et al. (2008b) verificaram que a carne dos animais que não receberam o caroço de algodão, foi o que apresentou melhor qualidade nutricional, por seus altos teores absolutos de ácido oléico (C 18:1) e baixo teores de ácido graxos saturados, sendo que esse ácido oléico está associado à diminuição do colesterol do sangue. Os animais que receberam dieta com 40% de caroço de algodão, em termos absolutos apresentaram altos níveis de saturados e baixo níveis de oléico, mostrando que a utilização do caroço de algodão em um percentual alto (40%), poderá diminuir a qualidade da carne de ovinos Santa Inês.

Utilizando concentrado *ad libitum* na alimentação de cabritos lactentes, para detectar efeitos na qualidade na carne desses animais, foi observado que a inclusão do concentrado não teve uma melhoria substancial na qualidade da carne dos cabritos, no entanto diminui a concentração de ácidos graxos saturados em relação aos que receberam somente o leite em sua alimentação (Todaro et al., 2006).

Estudo realizado por Russo et al. (1999), para verificar o efeito de diferentes quantidades de energia através de três dietas (1-feno de leucena + concentrado com flocos de cevada, 2-feno de leucena + concentrado com 5% óleo de milho e 3-somente concentrado com 5% óleo de milho) sobre a composição de ácidos graxos saturados e insaturados na carne de ovinos, o concentrado com 5% de óleo de milho não revelou

qualquer alteração fisiológica desfavorável aos cordeiros e a dieta somente com concentrado resultou em uma maior quantidade de ácidos graxos insaturados na gordura subcutânea, destacando-se nas boas características dietéticas, já que esse grupo se isenta do aumento do LDL (lipoproteína de baixa densidade) no sangue, o qual se tem uma correlação alta com doenças cardiovasculares.

4. Nutrição Animal e Marcadores de Produtos para Certificação

A definição de produto típico inclui as características sensoriais do produto, a origem geográfica de ambos, do material cru e do processo de transformação e ainda sua relação com a cultura social e tradições da área de produção (Sciuntu & Piredda, 2007).

Nos últimos anos, recentemente, vários estudos têm sido feitos na detecção de marcadores que podem ser usados para identificar a origem geográfica do leite e do queijo, o que é particularmente importante para produtos com denominação de origem protegida porque a ligação com a região deve ser estabelecida (Povolo et al., 2007).

Claramente, biodiversidade e produtos típicos estão fortemente relacionados. O sistema de produção de leite caprino e ovino é um bom exemplo disto (Sciuntu & Piredda, 2007). Um exemplo concreto é o queijo Fiore Sardo PDO. Este queijo de leite de ovelha tem características estritamente relacionadas com a área de produção que inclui toda a ilha da Sardenha, na Itália. Dentre outras características, destaca-se o uso de uma raça autóctone, Sarda e ao sistema de alimentação, todo baseado em pastagens naturais compostas pela flora nativa típica do ambiente do mediterrâneo (Sciuntu & Piredda, 2007). Portanto, a qualidade está relacionada com a interação planta, animal e tipos microbiológicos em um determinado ambiente (Sciuntu & Piredda, 2007).

Por outro lado, os sistemas de produção de pequenos ruminantes confinados têm aumentado (Sciuntu & Piredda, 2007). Esta é uma preocupação importante e que a nutrição e a tecnologia de alimentos podem dar uma contribuição significativa. Uma vez demonstrado que as características da carne ou do leite de uma determinada região têm como origem determinada planta ou conjunto de plantas, os esforços no sentido de melhorar o manejo e de preservar a vegetação natural serão muito maiores, garantindo não somente as características dos produtos, mas também a preservação do meio natural trazendo benefícios vários.

Esta diferenciação dos produtos regionais, que pode muitas vezes resultar em uma Indicação Geográfica ou mesmo em uma Denominação de Origem, pode estar

baseada em um composto secundário ou mesmo em um elemento formado durante o metabolismo animal e incorporado à carne ou ao leite. Isto significa que o perfil da dieta consumida em uma determinada região ou o metabolismo de um nutriente ou composto secundário ingerido e incorporado aos produtos, pode ser usado como um marcador para a caracterização e diferenciação dos produtos.

Povolo et al. (2007) avaliaram a influencia de três tipos de forragem no leite e queijo (Caciotta, 2 meses de cura) de ovelha, com o objetivo de detectar marcadores úteis para ligar produtos lácteos à origem. Foi analisada a composição química e de voláteis dos queijos. As pastagens mistas foram mais ricas em voláteis que as pastagens compostas de trevo ou aveia e os compostos voláteis mais abundantes foram alcoóis e terpenos, estes últimos ausentes nas outras duas pastagens (Povolo et al., 2007).

A diferença na composição da fração de voláteis destes queijos produzindo usando leite de mesmo rebanho sob as mesmas condições tecnológicas, confirma que o tipo de dieta foi responsável não apenas pela presença de um composto marcador, mas também de outros voláteis mostrando diferenças no metabolismo animal, oxidação da gordura e desenvolvimento microbiano durante a maturação.

Priolo et al. (2004), avaliando voláteis traços na gordura de cordeiros criados e terminados em diferentes sistemas de alimentação (pastos *versus* concentrados), observaram que os compostos: sesquiterpene e β -caryophyllene, foram encontrados em maiores quantidades na gordura dos animais criados e terminados em pastagem, indicando que este pode se tornar um biomarcador, na identificação de produtos cárneos, oriundos de animais terminados em pastagem.

A associação, portanto, da composição do pasto, com aquela encontrada nos produtos cárneos, que possam ser únicos, tem sido um caminho bastante utilizado para a diferenciação e valorização dos produtos.

5. Considerações Finais

A valorização dos produtos carne e leite, quanto aos seus atributos nutricionais, funcionais, sensoriais e regionais, representa um novo campo de atuação para a nutrição de ruminantes. Isto exige uma interação muito forte entre a nutrição animal, a tecnologia de alimentos e a biomedicina. As oportunidades de manipulação da proteína e especialmente da gordura podem subsidiar a valorização dos produtos primários, bem como a criação de outros. Por outro lado, a caracterização dos produtos diferenciados,

oriundos de regiões específicas usando técnicas modernas para identificação especialmente de compostos voláteis presentes na vegetação e que podem ser incorporadas ao leite, são ferramentas importantes com marcadores para processos de indicação geográfica e/ou denominação de origem.

Para isto, há necessidade de fortalecimento da capacidade analítica dos laboratórios e formação de recursos humanos. Equipamentos como Cromatografia Gasosa e Líquida, Espectrômetro de Massa e outros, devem estar tão presentes no dia-dia do laboratório, quanto o Kjeldahl, o Soxhlet e outros equipamentos da nutrição clássica.

Literatura Citada

- ABUGHAZALEH, D. J.; FELTON, D. O.; IBRAHIM, S. A. **Journal of Dairy Science**, v.90, p.4793-4769, 2007.
- ADNOY, T.; HAUG, A.; SORHEIM, O.; THOMASSEN, M. S.; VARSZEGI, Z.; EIK, L. O. Grazing on mountain pastures-does it affect meat quality in lambs? **Livestock Production Science**, v.94, p.25-31, 2005.
- ALVES, K. S.; CARVALHO, F. F. R.; FERREIRA, M. A. VÉRAS, A. S. C.; MEDEIROS, A. N.; NASCIMENTO, J. F.; NASCIMENTO, L. R. S. Níveis de energia em dieta para ovinos Santa Inês: características de carcaça e constituintes corporais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.6, p.1927-1936, 2003.
- BARRIONUEVO, M.; ALFEREZ, M. J. M.; LOPEZ ALIAGA, I.; SANZ SAMPELAYO, M. R.; CAMPOS, M. S. Beneficial effect of goat milk on nutritive utilization of iron and copper in malabsorption syndrome. **Journal Dairy Science**, v.85, p. 657-664, 2002.
- BELL, J. A.; GRIINARI, J. M.; KENNELLY, J. J. Effect of safflower oil, flaxseed oil, monensin, and vitamin E on concentration of conjugated linoleic acid in bovine milk fat. **Journal Dairy Science**, v.89, p.733-748, 2006.
- BERTOLINO, C. N.; CASTRO, T. G.; SARTORELLI, D. S.; FERREIRA, S. R. G.; CARDOSO, M. A. Influência do consumo alimentar de ácidos graxos *trans* no perfil de lipídios séricos em nipo-brasileiros de Bauru, São Paulo, Brasil. **Caderno Saúde Pública**, v.22, n.2, p.357-364, 2006.
- BOMFIM, M. A. D. O uso do leite de cabras como alimento funcional. In: CONGRESSO NORDESTINO DE PRODUÇÃO ANIMAL, 4.; SIMPÓSIO NORDESTINO DE ALIMENTAÇÃO DE RUMINANTES, 10.; SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO ANIMAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO, 1., 2006, Petrolina. **Anais...** Petrolina: Sociedade Nordestina de Produção Animal; Embrapa Semi-Arido, 2006. CD-ROM.
- BOMFIM, M. A. D.; RODRIGUES, M. T.; MAGALHÃES, A. C. M. de; EGITO, A. S. do; SOUZA, G. N. de; BRITO, J. R. F.; PEREIRA, L. P. da S.; GOMES, G. M. F. Manipulação do conteúdo de proteína e das frações de caseína do leite de cabra através da nutrição animal. In: CONGRESSO PAN-AMERICANO DE LEITE, 9., Porto Alegre. **Anais...** Coronel Pacheco: Embrapa Gado de Leite, 2006a.
- BOMFIM, M.A.D.; LANA, D. P. D.; FACÓ, O.; RODRIGUES, M. T. ; GOMES, G. M. F. ; SILVA, L. P. Ácidos graxos *trans* octadecenóicos no leite de cabras, suplementadas com diferentes fontes de óleo na dieta. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 43, 2006, João Pessoa. Produção animal em biomas tropicais: anais dos simpósios. João Pessoa. **Anais...** Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2006b. CD-ROM.
- BOYLSTON, T. D.; VINDEROLA, C. G.; GHODDUSI, H. B.; REINHEIMER, J. A. Incorporation of bifidobacteria into cheeses: challenges and rewards. **International Dairy Journal**, v.14, p.375-387, 2004.
- CLARE, D. A.; SWAISGOOD, E. Bioactives milk proteins: A prospectus. **Journal of Dairy Science**, v.83, p.1187-1195, 2000.
- DÍAZ, M. T.; VELASCO, S.; CAÑEQUE, V.; LAUZURICA, S.; RUIZ DE HUIDOBRO, F.; PEREZ, C.; GONZALEZ J. MANZANARES, C. Use of

- concentrate or pasture for fattening lambs and its effect on carcass and meat quality. **Small Ruminant Research**, v.43, n.3, p.257-268, 2002.
- DHIMAN, T. R.; ANAND, G. R.; SATTER, L. D.; PARIZA, M. W. Conjugated linoleic acid content of milk cows fed different diets. **Journal of Dairy Science**, v.82, p.2146-2156, 1999.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION / WORLD HEALTH ORGANIZATION. Probiotics in food: Health and nutritional properties and guidelines for evaluation. FAO Food and Nutrition Paper 85. Rome, 2006. Disponível em: <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/009/a0512e/a0512e00.pdf>. Acesso em: 04 de jul. 2008.
- GONZAGA NETO, S.; SILVA SOBRINHO, A. G.; ZEOLA, N. M. B. L.; MARQUES, C. A. T.; SILVA, A. M. A.; PEREIRA FILHO, J. M.; FERREIRA, A. C. D. Características quantitativas da carcaça de cordeiros deslanados Morada Nova em função da relação volumoso:concentrado na dieta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.4, p.1487-1495, 2006.
- GRIINARI, J.M., BAUMAN, D.E. Biosynthesis of conjugated linoleic acid and its incorporation into meat and milk in ruminants. In: *Advances in Conjugated Linoleic Acid Research*. v.1, p.180-200, AOACS Press, Champaign, IL, 1999.
- HASHIMOTO, J. H.; ALCALDE, C. R.; SILVA, K. T.; MACEDO, F. A. F.; MEXIA, A. A.; SANTELLO, G. A.; MARTINS, E. N.; MATSUSHITA, M. Características de carcaça e da carne de caprinos Bôer 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.
- KEPLER, C. R., TOVE, S. B. Biohydrogenation of unsaturated fatty acids. **The Journal of Biological Chemistry**, v. 242, p.5686-5692, 1967.
- KORNILUK, K.; GABRYSZUK, M.; KOWALCZYK, J.; CZAUDERNA, M. Effect of diet supplementation with selenium and α -tocopherol on fatty acid composition in the liver and loin muscle of lambs. **Animal Science Papers and Reports**, v.26, p.59-70, 2008.
- LEE, K. W.; LEE, H. J.; CHO, H. Y.; KIM, Y. J. Role of the conjugates linoleic acid in the prevention of cancer. **Crit. Rev. Food Sci. Nutr.**, v.45, n.2, p.135-144, 2005
- LÓPEZ-ALIAGA, I.; ALFÉREZ, M. J. M.; NESTARES, M. T.; ROS, P. B.; BARRIONUEVO M.; CAMPOS, M. S. Goat Milk Feeding Causes an Increase in Biliary Secretion of Cholesterol and a Decrease in Plasma Cholesterol Levels in Rats. **Journal of Dairy Science**, v.88, p.1024-1030, 2005.
- MADRUGA, M. S. Revisão: formação do aroma cárneo. **Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, n.31, v.1, p.33-41, 1997.
- MADRUGA, M. S.; GALVÃO, M. S.; COSTA, R. G.; BELTRÃO, S. E. S.; SANTOS, N. M.; CARVALHO, F. M.; VIARO, V. D. 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, 2008a.
- MADRUGA, M. S.; SOUSA, W. H.; ROSALES, M. D.; CUNHA, M. G. G.; RAMOS, J. L. F. Qualidade da carne de cordeiros Santa Inês terminados com diferentes dietas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.1, p.309-315, 2005.

- MADRUGA, M. S.; VIEIRA, T. R. L.; CUNHA, M. G. G.; PEREIRA FILHO, J. M.; QUEIROGA, R. C. R. E.; SOUSA, W. H. Efeito de dietas com níveis crescentes de caroço de algodão integral sobre a composição química e o perfil de ácidos graxos da carne de cordeiros Santa Inês. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.8, p.1496-1502, 2008b.
- MAIA, F.J.; BRANCO, A.F.; MOURO, G.F.; et al. Inclusão de fontes de óleo na dieta de cabras em lactação: produção, composição e perfil dos ácidos graxos do leite. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.35, n.4, p.1504-1513, 2006.
- MESQUITA, I. V. U; COSTA, R. G; QUEIROGA, R. C. R. E; et al. Efeito da dieta na composição química e características sensoriais do leite de cabras. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, Juiz de Fora: v.59, n.337, 2004.
- MIR, Z.; GOONEWARDENE, L. A.; OKINE, E. et al. Effect of feeding canola oil on constituents, conjugated linoleic acid (CLA) and long chain fatty acids in goats milk. **Small Ruminant Research**, v.33, p.137-143, 1999.
- MOIO, L.; RILLO, L.; LEDDA, A.; ADDEO, F. Odorous constituents of ovine milk in relationship to diet, **Jornal of Dairy Science**, v.79, p.1322-1331, 1996.
- NUERNBERG, K.; FISCHER, A.; NUERNBERG, G.; ENDER, K.; DANNENBERGER, D. Meat quality and fatty acid composition of lipids in muscle and fatty tissue of Skudde lambs fed grass *versus* concentrate. . **Small Ruminant Research**, v. 74, p.279-283, 2008.
- OSÓRIO, M. T. M.; OSÓRIO, J. C. S.; JARDIM, R.; HASHIMOTO, J.; BONACINA, M.; ÁVILA, C. C. Qualidade nutritiva e funcional da carne ovina. In: SEMANA DA CAPRINOCULTURA E OVINOCULTURA BRASILEIRAS, 5, 2006, Campo Grande. **Palestras e resumos**. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte; Embrapa Caprinos, 2006. CD-ROM.
- PARODI, P. W. Anti-cancer agents in milk fat. **Australian Journal of Dairy Technology**, v.58, p.114-118, 2003.
- PARODI, P.W. Cow's milk components as potential anticarcinogenic agents. **Journal of Nutrition**, v.127, p.1055-1060, 1997.
- PEARCE, K. L.; NORMAN, H. C.; WILMOT, M.; RINTOUL, A.; PETHICK, D. W.; MASTERS, D. G. The effect of grazing saltbush with a barley supplement on the carcass and eating quality of sheep meat. **Meat Science**. v.79, p.344-354, 2008.
- PIREDDA, G.; PIRISI, A. Detailed composition of sheep and goats milk and antimicrobial substances. In: IDF SYMPOSIUM ON: THE FUTURE OF SHEEP AND GOAT DAIRY SECTORS, Zaragoza, Spain, p.110-116, 2005. (Special issue of the International Dairy Federation 005/Part3).
- POSATI, L. P.; ORR, M. L.; Composition of Foods, Dairy and Egg Products, Agriculture Handbook, n. 8-1. USDA-ARS, **Consumer and Food Economics Institute Publishers**, Washington, DC, p. 77-109, 1976.
- POVOLO, M.; CONTARINI, G.; MELE, M.; SECCHIARI, P. Study on the influence of pasture on volatile fraction of ewes dairy products by solid-phase microextraction and gas chromatography-mass spectrometry. **Journal of Dairy Science**, v.90, n.2, p.556-569, 2007.

- PRIOLO, A.; CORNU, A.; PRACHE, S.; KROGMANN, M.; KONDJAYAN, N.; MICOL, D.; BERDAGUÉ, J. L. Fat volatiles tracers of grass feeding in sheep. **Meat Science**, v.66, p.475-481, 2004.
- RUSSO, C.; PREZIUSO, G.; CASAROSA, L.; CAMPODONI, G. E CIANCI, D. Effect of diet energy source on the chemical – physical characteristics of meat and depot fat of lambs carcasses. **Small Ruminant Research**, v.33, p.77-85, 1999.
- SANZ SAMPELAYO, M. R.; PEREZ L.; BOZA, J.; AMIGO L. Forage of different physical forms in the diets of lactating granadina goats: Nutrient digestibility and milk production and composition. **Jornal of Dairy Science**, v.81, n.2, p.492-498, 1998.
- SCHMIDELY, P.; MOHAND-FEHR, P.; SAUVANT, D. Influence of extruded soybeans with ou without bicarbonate on milk performance and fatty acid composition of goat milk. **Journal of Dairy Science**, v.88, p.757-765, 2005.
- SCINTU, M. F.; PIREDDA, G. Typicity and biodiversity of goat and sheep milk products. **Small Ruminant Research**, v.68, p.221-231, 2007.
- SHOOTER, D.; JAITISSA, N.; RENNER, N. Volatile reduced sulphur compounds in butter by solid phase microextraction. **Journal of Dairy Research**. v.66, p.115-123. 1999.
- SILVA, M. M. C.; RODRIGUES, M. T.; SILVA, M. T. C. S.; et al. Perfil de ácidos graxos do leite de cabras recebendo suplementos de lipídios na dieta. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA. **Anais...** João Pessoa – PB, 2006.
- TODARO, M.; CORRAO, A.; BARONE, C. M. A.; ALICATA, M. L.; SCHINELLI, R.; GIACCONE, P. Use of weaning concentrate in the feeding of suckling kids: Effects on meat quality. **Small Ruminant Research**, v.66, p.44-50, 2006.
- VASTA, V.; PENNISI, P.; LANZA, M.; BARBAGALLO, D.; BELLA, M.; PRIOLO, A. Intramuscular fatty acid composition of lambs given a tanniferous diet with or without polyethylene glycol supplementation. **Meat Science**, v.79, p.739-745, 2007.
- WHITE, S.L.; BERTRAND, J. A.; WADE, M. R.; WASHBURN, S. P.; GREEN, J.T. JR.; JENKINS, T.C. Comparison of fatty acid content of milk from Jersey and Holstein cows consuming pasture or a total mixed ration. **Journal of Dairy Science**, v.84, p.2295-2301, 2001.
- WILLIAMS, C. M. Dietary fatty acids and human health. **Animal Research**, v.49, n.3, p.165-180, 2000.
- WOOD, J. D.; ENSER, M.; FISHER, A. V.; NUTE, G. R.; SHEARD, P. R.; RICHARDSON, R. I.; HUGHES, S. I.; WHITTINGTON, F. M. Fat deposition, fatty acid composition and meat quality: A review. **Small Ruminant Research**, v.78, p.343-358, 2008.