



IV Congresso Nordestino de Produção Animal

27 a 30 de novembro de 2006
Petrolina - PE

O USO DO LEITE DE CABRAS COMO UM ALIMENTO FUNCIONAL

MARCO AURÉLIO DELMONDES BOMFIM

D.Sc. Pesquisador da Embrapa Caprinos, Caixa Postal D-10, CEP: 62011-970,
mabomfim@cnpq.embrapa.br

INTRODUÇÃO

A associação entre nutrição, atividade física, estresse e doenças têm alterado os hábitos dos indivíduos nas últimas décadas. Estas observações, somadas à crescente idade média da população brasileira têm impulsionado as pesquisas relacionando alimentos e saúde.

Os trabalhos científicos nesta área foram intensificados a partir da década de 60 quando foi comprovado que a gordura e o açúcar poderiam afetar negativamente a saúde, que culminou, na década de 80, com a criação de produtos com baixos valores calóricos e isentos de gordura. Entretanto, nos dias de hoje, muito além da redução na predisposição a doenças, a identificação de alimentos que podem ajudar a prevenir ou mesmo combatê-las, tem levado a prospecção de uma nova classe de produtos, os chamados alimentos funcionais ou nutracêuticos.

O conceito de alimento funcional ou nutracêutico, provavelmente, derivou de práticas alimentares de povos do Extremo Oriente, especialmente do Japão e da China. Segundo Buttriss (2000), alimento funcional ou nutracêutico é aquele que além de nutrir, melhora o funcionamento e ajuda a prevenir ou mesmo curar disfunções ou doenças. No Brasil a definição deste grupo foi feita pela portaria nº 398 de 30/04/1999 da Agência de Vigilância Sanitária (ANVISA), órgão responsável pela regulamentação destes alimentos. Nesta portaria, alimento funcional é todo aquele alimento ou ingrediente que, além das funções nutricionais básicas, quando consumido como parte da dieta usual, produz efeitos metabólicos e/ou fisiológicos e/ou efeitos benéficos à saúde, devendo ser seguro para consumo sem supervisão médica.

Além da contribuição benéfica para a saúde humana, o desenvolvimento destes produtos pode ser uma importante fonte de agregação de valor ao produto primário. Segundo Salgado (2006), somente no ano de 2000, o mercado de alimentos funcionais apresentava um potencial de vendas de cerca de US\$ 70 bilhões/ano.

No Brasil, embora haja um interesse crescente, este conceito moderno de alimentação ainda está por tomar rumos mais definidos. Um ponto inicial são os alimentos enriquecidos com fibras, com antioxidantes e alguns ácidos graxos como aqueles do grupo ômega 3 e o ômega 6. Outros exemplos são os pró-bióticos e os pré-bióticos que agem regulando o funcionamento do trato digestivo. Atualmente, existem cinco segmentos de mercado brasileiro onde podem ser encontrados alimentos funcionais: bebidas, produtos lácteos, produtos de confeitaria, produtos de panificação e cereais matinais.

Os produtos lácteos têm sido tradicionalmente reconhecidos como uma importante fonte para nutrição humana, e suas propriedades estão relacionadas com os seus componentes, especialmente a gordura e a proteína (Donnelly, 2006).

Neste aspecto, o leite de cabra é um alimento diferenciado em relação ao leite de vaca, por apresentar na sua composição de gordura, maior proporção de ácidos graxos de cadeia pequena e média (6 a 14 carbonos) e menor proporção de proteína do tipo caseína α_{s1} , que resultam em maior digestibilidade (Jenness, 1980).

Estas características do leite de cabra são reconhecidas pela sociedade. Pesquisa realizada em Fortaleza-CE demonstrou que somente 5% dos consumidores em potencial consumiam o leite de cabra ou derivados. No entanto, 46% daqueles que não consomem, estariam dispostos a experimentar. Dentre as principais razões destacaram-se o reconhecimento de maior valor nutritivo e também sua relação com saúde que se somados, chegam a quase 60% (Figura 1).

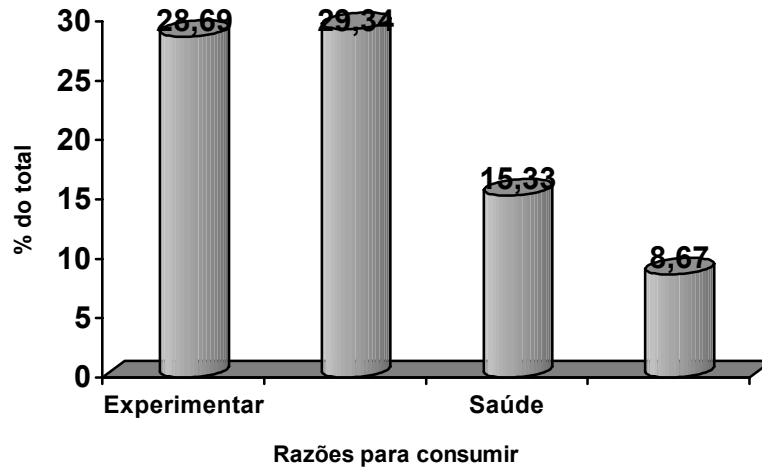


Figura 1. Resposta de consumidores da cidade de Fortaleza à pergunta sobre as razões que os levariam a consumir leite de cabra e derivados (SEBRAE, 2002)

Estas observações da pesquisa somam-se àquelas do conhecimento popular. São inúmeras as histórias que relacionam leite de cabra, nutrição e saúde, em crianças, jovens e adultos.

Segundo HAENLEIN (2004) a demanda por leite de cabra cresce em função de três aspectos. Os caprinos, mais que outros mamíferos, são fonte de carne e leite para população de áreas rurais, representando, em certas regiões, parte importante do consumo doméstico de proteína e sua demanda, nestas regiões, acompanha o próprio crescimento populacional. O segundo aspecto é o interesse de conhecedores e especialistas por produtos como queijos e iogurtes, especialmente em países desenvolvidos, demanda que está relacionada à maior renda. O terceiro aspecto deriva da preocupação das pessoas com a saúde e a crescente procura por alimentos nutritivos, saudáveis e funcionais. Este último aspecto apresenta uma perspectiva de demanda crescente em função da preocupação cada vez maior com a alimentação e saúde humana.

A despeito da superioridade nutricional do leite de cabra em relação ao de vaca há evidências de funcionalidade de seus componentes e ainda espaço para manipulação do perfil, notadamente da proteína e da gordura, no sentido de conferir outras propriedades funcionais, aumentando a concentração de moléculas desejáveis e/ou reduzindo o teor daquelas menos desejáveis à saúde humana. Segundo DEVENDRA, (1982) a nutrição representa o fator mais importante de variação na composição do leite de cabras.

POTENCIAL FUNCIONAL DA GORDURA DO LEITE DE CABRA

A gordura do leite está envolvida na produção e firmeza do queijo, bem como na cor e sabor de outros produtos lácteos, contribuindo também como fonte de energia para o organismo. Além disto, os diferentes ácidos graxos que a compõe estão potencialmente envolvidos como fatores positivos ou negativos relacionados com a saúde humana (Chilliard et al., 2003).

A imagem nutricional da gordura do leite tem sofrido um impacto negativo durante as últimas décadas por causa da associação de alguns ácidos graxos saturados com a elevação do colesterol sérico, um fator de risco para doenças cardíacas coronarianas. Em adição a isto, a gordura, tradicionalmente, tem sido relacionada a fator de desenvolvimento de obesidade (Parodi, 1996; Parodi, 2003).

A epidemia de obesidade e a ocorrência crescente de doenças crônico-degenerativas, observadas em todo o mundo, têm direcionado as recomendações de saúde pública para que a população consuma dietas com baixos níveis de gordura e de energia. Entretanto os estudos mais recentes têm demonstrado que há necessidade de se considerar não apenas a quantidade, mas também a qualidade da gordura na dieta da população.

Os artigos sobre qualidade de gordura, por muito tempo, foram concentrados nos efeitos adversos dos ácidos graxos saturados e ácidos graxos insaturados *trans* sobre os teores de colesterol circulante. No entanto existe agora um grande número de evidências sugerindo que ácidos graxos específicos têm efeitos benéficos à saúde humana e podem contribuir para a prevenção de muitas doenças crônicas em humanos (Williams, 2000; Lee et al., 2005; Bertolino et al., 2006),

As pesquisas com ácidos graxos consumidos na dieta e sua relação com saúde humana, têm sido focadas principalmente no papel que moléculas estas exercem sobre no metabolismo das lipoproteínas. Embora o mecanismo pelo qual os ácidos graxos saturados aumentam o colesterol não esteja completamente entendido em nível molecular, sugere-se que estes ácidos graxos aumentam os níveis de colesterol circulante pela redução na atividade de receptores para lipoproteína de baixa densidade (LDL) presentes na superfície da célula (rLDL) e que são responsáveis pela degradação desta

lipoproteína e pela elevação nos níveis de colesterol circulante que inibe sua síntese hepática por um mecanismo de *feed-back* negativo (Woollett et al, 1992).

Por outro lado, as substituições de gorduras saturadas por poliinsaturadas, aumentam a atividade da rLDL, elevando o catabolismo da LDL e reduzindo a produção endógena e os níveis plasmáticos de colesterol (Woollett et al, 1992).

As comparações entre o leite de cabra e o leite de vaca quanto ao perfil de ácidos graxos da gordura, apesar de estarem presentes em algumas revisões, devem ser vistas com cautela, uma vez que a nutrição animal, raça, estágio de lactação, dentre outros fatores, podem alterar de forma considerável sua composição. De forma geral, o perfil da gordura do leite de cabra apresenta pouca diferença em relação à de vaca. A diferença mais marcante está maior proporção de ácidos graxos de cadeia curta (6 a 16 carbonos) na gordura do leite de cabra.

Estes ácidos graxos de cadeia curta e média podem auxiliar no tratamento de uma variedade de desordens clínicas e na recuperação de crianças prematuras ou subnutridas, por apresentarem maior digestibilidade e absorção seletiva e por serem utilizados no fornecimento direto de energia, especialmente para crianças, ao invés de serem depositadas como gordura no tecido adiposo (Bindal & Wadhwa, 1993). Além disto, tem havido um interesse particular no ácido butírico (C_{4:0}) devido ao seu efeito benéfico sobre a saúde, especialmente na regulação do crescimento celular, associado a propriedades antineoplásicas (Parodi, 2003).

Apesar da pequena diferença na composição de ácidos graxos, pesquisas mais recente, utilizando modelos animais têm demonstrado um efeito benéfico do leite de cabra em detrimento do de vaca sobre o metabolismo das lipoproteínas.

Lopez-Aliaga et al. (2005) 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 como o mecanismo bioquímico destes achados, 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.

Baseado na premissa de que a nutrição animal pode ser utilizada como uma ferramenta prática para alterar a produção e a composição dos ácidos graxos da gordura do leite (Bauman et al, 2006), os efeitos do leite de cabra sobre o metabolismo lipídico, observados por Lopez-Aliaga (2005), poderiam ainda ser potencializados.

Segundo Hillbrick e Augustin (2002), as tentativas de modificação na gordura do leite do ponto de vista funcional têm objetivado a redução da taxa de ácidos graxos saturados:insaturados, o aumento no nível de ácidos graxos poliinsaturados do grupo ômega-3 e o aumento no conteúdo de ácido linoléico conjugado (CLA).

A gordura do leite de cabra, assim como a de vaca, não é uma boa fonte de ácidos graxos do grupo ômega-3 ou ômega-6, cujos valores estão em 0,86 e 1,88% do total de ácidos graxos (Bomfim et al., 2006a). Uma das estratégias para aumento no conteúdo destes grupos de ácidos graxos seria a utilização de óleo de peixe na dieta dos animais. No entanto, a inclusão desta fonte de óleo na dieta de animais ruminantes está proibida força da Instrução Normativa 08 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA.

Por outro lado, a gordura do leite de cabra apresenta uma alta proporção de ácidos graxos saturados, os quais representam quase 75% da gordura do leite (Bomfim et al., 2006a). Através da inclusão de fontes de óleos ricos em ácidos graxos insaturados, como o de soja, pode-se reduzir os níveis destes compostos em até 6,4% e aumentar a proporção dos insaturados em 18,4%. Dentre os insaturados, aqueles poliinsaturados (PUFA), são os que mais respondem à suplementação, chegando a 41,5% de acréscimo (Bomfim et al., 2006a).

Os efeitos do aumento no consumo de PUFA estão relacionados ao aumento na participação destes ácidos graxos na composição das membranas plasmáticas (Tepperman et al., 1978) que podem elevar o número de receptores para insulina e um decréscimo na afinidade do receptor, o que é importante para a patogenia do diabetes, mas, por outro lado, um excesso de ácidos graxos poliinsaturados pode exercer um efeito adverso no sistema glicose-insulina por mecanismos envolvendo estresse oxidativo (Freire, 2005).

Estudos prospectivos com ácidos graxos poliinsaturados (PUFA) têm demonstrado associação negativa com mortalidade relacionada a doenças coronarianas cardíacas e com a pressão sanguínea. Estes efeitos têm sido atribuídos, primeiro, ao efeito da própria substituição dos ácidos graxos saturados por PUFA, mas, também, e principalmente, pela presença de ácidos graxos do grupo ômega-3, os quais não estão presentes em grande quantidade na gordura do leite de ruminantes (Bomfim et al., 2006a; Grynberg, 2006; Ascherio et al., 1996; Hu et al., 1997).

Dentre os ácidos graxos, os ácidos linolêicos conjugados (CLA) são as moléculas que apresentam maior potencial funcional e de manipulação na gordura do leite de cabra. O CLA pertence a uma classe de isômeros do ácido linolêico (C_{18:2}) que hoje são reconhecidos como tendo propriedades anticarcinogênica e antioxidante em estudos feitos com modelos animais (Parodi, 1997; Parodi, 2003). Destes isômeros, o C_{18:2} *cis-9, trans-11*, é o que apresenta maior evidência de funcionalidade.

O CLA também tem sido relacionado à maior resposta imune e proteção contra a aterosclerose. Hamsters alimentados com uma dieta hipercolesterolêmica suplementados com 0,05% de CLA na dieta, demonstraram redução significativa no colesterol sérico (-26%), LDL-colesterol (-27%) e triglicérides (-28%) sem qualquer efeito sobre o HDL-colesterol (Nicolosi et al., 1993) (Cook et al., 1993).

Além disto, o CLA tem demonstrado atuar como um fator de crescimento. Fêmeas de camundongos de primeiro parto, suplementadas com CLA (0,25 ou 0,50%) na dieta durante a gestação e lactação obtiveram um aumento significativo no peso à desmama das crias. As crias que continuaram a receber suplementação com CLA depois da desmama, tiveram maior ganho de peso corporal e maior eficiência em relação aos animais controle (Chin et al., 1994).

O mecanismo de ação do CLA parece incluir modulação de formação de ácidos graxos, bem como regulação da expressão de genes que atuam codificando enzimas conhecidas na modulação do metabolismo de macronutrientes (Belury, 2002). Em ratos, o CLA aumentou também a resposta mitogênica e a atividade fagocitária de macrófagos (Cook et al., 1993).

Um outro efeito associado ao CLA tem sido um aumento da lipólise e/ou redução da lipogênese, que resultam em alterações na composição corporal, especialmente no tecido adiposo abdominal, que atualmente tem sido apontada como tendo um papel-chave no desenvolvimento de síndrome metabólica. Embora haja evidências que suportem esta teoria, os resultados estão longe de serem conclusivos (Mourão et al., 2005).

Dentre os mecanismos propostos para esta ação do CLA, está o aumento na atividade da lipase hormônio-sensível acompanhado por uma maior oxidação de ácidos graxos tanto no músculo esquelético quanto no tecido adiposo, pelo aumento da atividade da carnitina palmitoil-transferase (CPT) (Park et al., 1999).

A principal forma de CLA, C_{18:2} – *cis-9, trans-11*, pode ser produzida diretamente pela hidrogenação bacteriana no rúmen a partir do ácido graxo linoléico dietético (C_{18:2}) ou pela ação da enzima delta-9 desaturase sobre o ácido vacênico (C_{18:1, trans 11}), produto intermediário da biohidrogenação do ácido linoléico e também do ácido linolênico da dieta. Assim, fontes de óleo ricas nestes dois ácidos graxos podem ser utilizadas como estratégia para aumentar a concentração de CLA na gordura do leite.

O nordeste brasileiro apresenta, dentro da diversidade de sua flora, algumas sementes de espécies com alto teor de lipídios ricos em ácidos graxos linoléico que poderiam ser explorados para o aumento na concentração de CLA na gordura do leite de cabra. Mayworm et al. (1998) avaliou a composição de alguns destes materiais, dos quais destacamos alguns com maior potencial e que estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Conteúdo de lipídios (%) e composição em ácido graxo linoléico (% do total de ácidos graxos) de espécies da caatinga

Espécie	Lipídios	C_{18:2}
<i>Cesalpineia pyramidalis</i>	23,0	62,2
<i>Senna spectabilis</i>	14,5	62,4
<i>Pilosocereus gounellei</i>	18,3	39,8
<i>Jatropha molissima</i>	37,8	50,1
<i>Argemone mexicana</i>	40,0	51,5

Fonte: Adaptado de Mayworm et al. (1998)

O potencial de aumento no conteúdo de CLA no leite de cabra através da nutrição de cabras leiteiras com fontes de óleo foi demonstrado por Mir et al. (1999) que trabalhando com cabras alpinas suplementadas com óleo de canola observaram um aumento de 209,7% no conteúdo de CLA, com a utilização de 4% de óleo de canola na dieta.

No Brasil, Bomfim et al. (2006a) suplementando a dieta de cabras leiteiras com 3% de óleo de soja, a fonte de óleo rico em C_{18:2} mais acessível do ponto de vista econômico, observaram um aumento de 140% na concentração de CLA, sem qualquer prejuízo para o aspecto sensorial do leite quando comparado à dieta controle (dados da avaliação sensorial ainda não publicados).

O efeito da modificação do perfil de ácidos graxos da gordura do leite gera algumas indagações sobre o aspecto de aceitabilidade do produto. No entanto, Jones et al. (2005) avaliaram características químicas, físicas e sensoriais de produtos derivados do leite de vacas enriquecido com ácido linoléico conjugado (CLA) e também concluíram que é possível a produção destes alimentos sem alteração nas características de estocagem e sensoriais.

Apesar das respostas em aumento do teor de CLA serem expressivas, muitos questionamentos tem surgido sobre os níveis a partir dos quais se pode evidenciar alguma resposta em modelos animais ou humanos. Na verdade não se conhece, com segurança, estes níveis.

Williams (2000) estimou os níveis dietéticos de CLA para humanos, baseados nos trabalhos com modelos animais, para cada uma das propriedades funcionais atribuídas a esta molécula (Tabela 2).

Tabela 2 Níveis dietéticos equivalentes de ácido graxo linoléico conjugado (CLA) que demonstram produzir efeitos protetivos em animais

Ação	Dose ativa em animais	Nível equivalente em dieta para humanos
Anti-carcinogênico	0,04 g/kgPV	3,0 a 3,5 g/dia
Anti-lipogênico	0,05 % da dieta	15 a 20 g/dia
Anti-aterogênico ¹	5 g/kg	400 g/dia

¹Lesões iniciais.

Fonte: Adaptado de Williams (2000)

Estas estimativas não são otimistas, visto que os níveis de CLA observados na gordura do leite de cabra têm alcançado níveis menores que 5% do total de ácidos graxos. Baseado nas estimativas da Tabela 2, para se observar um efeito anticarcinogênico, seria necessário o consumo diário de 70 gramas de gordura (com 5% de CLA), que representa 81 gramas de manteiga ou 2,3 L de leite fluído.

Por outro lado, estas estimativas simplistas devem ser analisadas com cuidado, porque na prática elas não têm se reproduzido em todas os experimentos feitas *in vivo*. Blankson et al. (2000) avaliando 60 indivíduos com sobrepeso ou obesidade, observaram uma redução no tecido adiposo abdominal dos indivíduos que receberam doses de 3,4 g/dia durante 12 semanas. Indivíduos que receberam 6,8 g/dia, além de apresentarem esta redução no tecido adiposo também apresentaram um aumento na massa magra.

No trabalho de Kamphuis et al. (2003) indivíduos submetidos a restrição alimentar (900 kcal/dia) durante três semanas, seguido de um período de treze semanas sem restrição e com suplementação com CLA apresentaram menor recuperação da gordura e um aumento na massa magra corporal, acompanhado de maior gasto energético de repouso em doses de 1,8 e 3,6 g/dia.

Por estes dados verifica-se que estas estimativas de Williams (2000) não devem ser consideradas como definitivas, uma vez que, segundo suas projeções, ação anti-lipogênica somente seria verificada em doses superiores a 15 g/dia (Tabela 2), enquanto que, nos trabalhos apresentados, doses tão baixas quanto 1,8 g/dia, já exibiram resultados. Ademais, deve-se considerar que o leite e os derivados lácteos são compostos de uma infinidade de outras moléculas e que há interação não só com outros ácidos graxos, mas também com proteínas, peptídeos, minerais e outros.

A este respeito o leite de cabra apresenta ainda uma particularidade. Nas fêmeas caprinas, uma maior parte da secreção do leite é feita através do processo apócrino, onde os fragmentos das células são liberados no leite, semelhante ao que ocorre na mulher. No caso da vaca uma menor proporção do leite é secretada por esta via, sendo mais observado o mecanismo pelo qual

o leite é liberado sem perda de componentes celulares (processo mesócrino) (Figura 2).

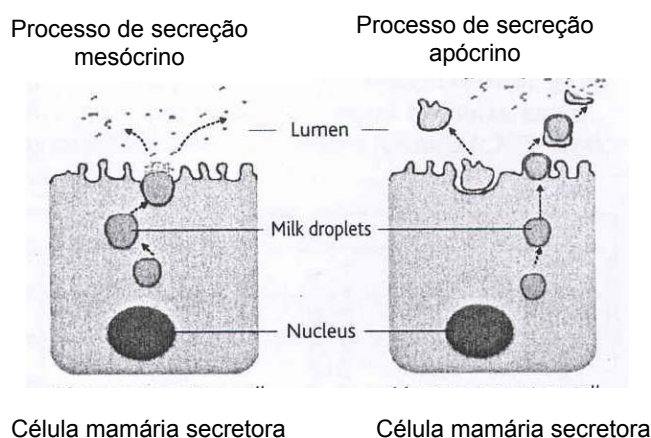


Figura 2 Processos de secreção do leite (adaptado de Prosser, 2004)

Isto significa o leite de cabra assim como o leite da mulher, contém uma maior variedade de componentes celulares, incluindo moléculas bioativas, tais como nucleotídeos quando comparados com a vaca que podem interagir também com outros componentes. Estas interações podem ajudar a explicar as diferenças entre simulações e observações experimentais.

Potencial funcional das proteínas do leite de cabra

As proteínas do leite são importantes fontes de aminoácidos para a alimentação humana, constituindo cerca de 20 a 30% do consumo global (Haembraeus, 1992). Além destas funções, as proteínas do leite desempenham um importante papel funcional de proteção contra agressões na forma de imunoglobulinas, lactoferrina e certas enzimas como lisozima, lactoperoxidase e outras.

As propriedades funcionais desta fração do leite de cabra estão relacionadas às próprias proteínas na forma nativa, bem como aos peptídeos resultantes de sua hidrólise, que são inativas quando presentes na proteína, mas apresentam atividade biológica uma vez liberadas pela hidrólise enzimática.

Atualmente, o papel funcional da proteína do leite de cabra tem sido relacionado, principalmente, ao controle de alguns tipos de alergia alimentar provocada por proteínas do leite de vaca (Haenlein, 2004). Este distúrbio é relativamente comum entre crianças, com uma prevalência de 2,5% nos primeiros três anos de vida (Businco & Bellanti, 1993) e 12 a 30% em crianças com menos de 3 meses (Lothe et al., 1982).

A freqüência na Escandinávia é de 7 a 8% (Host et al., 1988), enquanto que na Itália este distúrbio metabólico acomete 3% das crianças com menos de 2 anos de idade (Bevilacqua et al., 2000). Nos Estados Unidos, segundo Hurley (1993), a incidência varia de 0,5 a 7,5%.

No Brasil o maior consumo de leite de cabra ainda está associado ao uso pediátrico por crianças com algum nível de intolerância ou alergia ao leite de vaca ou indivíduos que necessitam de um leite especial (Guimarães e Cordeiro, 2003). Silva (1998) observou que 70% das pessoas que consumiam leite de cabra na região de Campina Grande-PB, o faziam pelas características de hipoalergenicidade, enquanto 20% dos entrevistados consumiam o leite de cabra pelo fato de apresentar maior valor nutritivo.

Embora muitos produtores não sejam simpáticos a este mercado, alegando que o leite de cabra não pode ser considerado remédio, é importante reconhecer que se não fosse este nicho de mercado, não haveria, hoje, comercialização assegurada para este produto em muitas regiões. Ao invés de se combater este nicho de mercado, deve-se ter como objetivo a diversificação de produtos e mercados, como o de alimentos funcionais, o de queijos finos e outros que agreguem valor e que ofereçam novas oportunidades, conservando as que já são realidade, como o uso para crianças intolerantes ou alérgicas ao leite de vaca.

O leite de vaca é a mais freqüente causa de alergia alimentar (92% dos casos), sobretudo em crianças (Walker, 1965). A patogênese da alergia ao leite de vaca indica haver um múltiplo mecanismo imunológico. A β -lactalbumina (peso molecular de 36.000), principal proteína do soro do leite de vaca, é muito resistente à hidrólise luminal e tem sido considerada a principal responsável pela alergia ao leite de vaca. Uma vez que a configuração das lactalbuminas é espécie-específica, o leite de cabra tem sido recomendado para pacientes com alergia às lactalbuminas do leite de vaca (Park, 1994).

Entre 40 e 100% dos pacientes com intolerância ao leite de vaca, toleram o leite de cabra, embora algumas proteínas do leite de cabra tenham reações cruzadas com as do leite vaca, especialmente quando a intolerância está relacionada à caseína. Entretanto, uma vez que o conteúdo de α_{s1} -caseína no leite de cabra é menor que no leite de vaca, é lógico imaginar que, mesmo indivíduos sensíveis à α_{s1} -caseína têm maior tolerância ao leite de cabra (Park, 1994).

Em adição ao interesse nutricional, as proteínas do leite apresentam importantes atividades biológicas as quais, na maioria dos casos, estão associadas aos peptídeos, produtos da hidrólise da cadeia aminoacídica durante o processo de digestão. As principais atividades biológicas estão associadas à maior absorção de minerais, às ações hipertensiva, antimicrobiana, imunomoduladora e antiestresse (Léonil et al. 2001).

Das frações protéicas, a β -caseína é, provavelmente, a caseína que apresenta maior número de peptídeos com atividade biológica conhecida (Léonil et al. 2001) sendo inclusive chamada, por Migliore-Samour et al. (1988), de pró-hormônio. Esta fração apresenta uma maior proporção nas caseínas do leite de cabra quando comparada ao leite de vaca.

A manipulação da proteína do leite de cabra tem sido estudada através da seleção animal, baseada em polimorfismos de genes associados à síntese de frações protéicas do leite (Marletta et al., 2003), no entanto, esta abordagem envolve um grande número de animais e trabalhos de longo prazo. Resultados podem ser obtidos com maior rapidez através da manipulação nutricional. A manipulação do perfil protéico do leite através da alimentação e seus impactos sobre o valor nutritivo e saúde humana tem recebido menos atenção da pesquisa quando comparada à gordura láctea.

Por estas evidências, o uso de fonte de proteína de baixa degradabilidade ruminal, em cabras leiteiras, poderia ser usado como estratégia para alterar o perfil de caseínas do leite, reduzindo ainda mais a proporção de α_{s1} caseína e aumentando o percentual de β caseína, imprimindo uma diferença maior quando comparado ao leite de vaca. Este perfil resultaria em um maior potencial anti-alérgico e uma maior quantidade de peptídeos com potencial funcional sendo produzidos na hidrólise enzimática.

Sampelayo et al. (1998), testaram diferentes fontes de proteína em dietas de cabras leiteiras Granadinas e observaram que os animais alimentados com o farelo de glúten de milho, uma fonte de proteína de baixa degradabilidade ruminal, apresentaram maior teor de proteína bruta no leite, mais especificamente da fração β , o que resultou também em maior rendimento em queijo.

No Brasil, Bomfim et al. (2006b) também avaliaram diferentes fontes de baixa degradabilidade ruminal disponíveis no país, sobre o perfil de caseínas do leite de cabra e observaram que a utilização do farelo de glúten como fonte protéica da dieta das cabras reduziu a participação da fração alfa- s_2 e aumentou a participação da fração beta não afetando o teor de kapa ou de alfa- s_1 caseína (Figura 3).

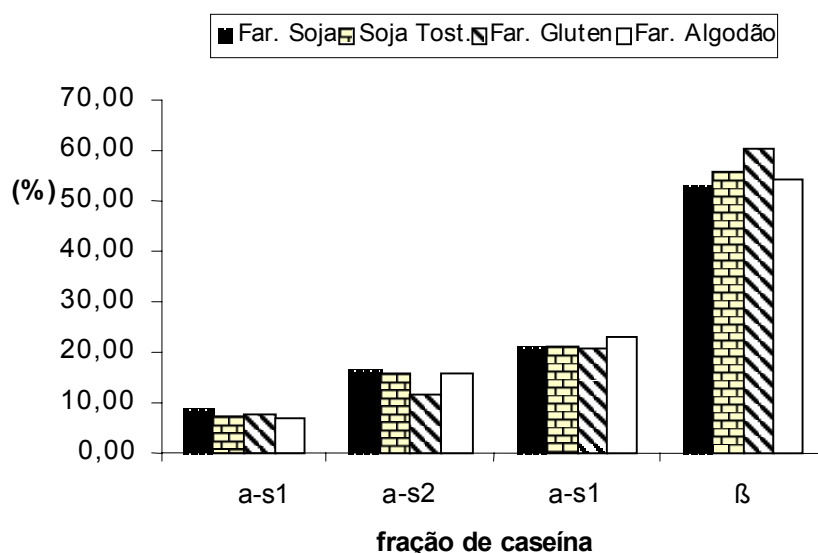


Figura 3. Efeito de diferentes fontes de proteína sobre o perfil de caseínas do leite

Poucos trabalhos com humanos têm avaliado os efeitos das diferenças no perfil de nutrientes do leite de cabra na alimentação humana. Um dos únicos trabalhos feitos no Brasil, demonstrou que, em crianças com idade pré-escolar, as características de hipo-alergenicidade e maior digestibilidade do leite de cabra, resultaram em um consumo de quase o dobro de leite (5 L/mês) e uma maior concentração de hemoglobina no sangue, quando comparado ao leite de vaca (Fisberg et al., 1999)

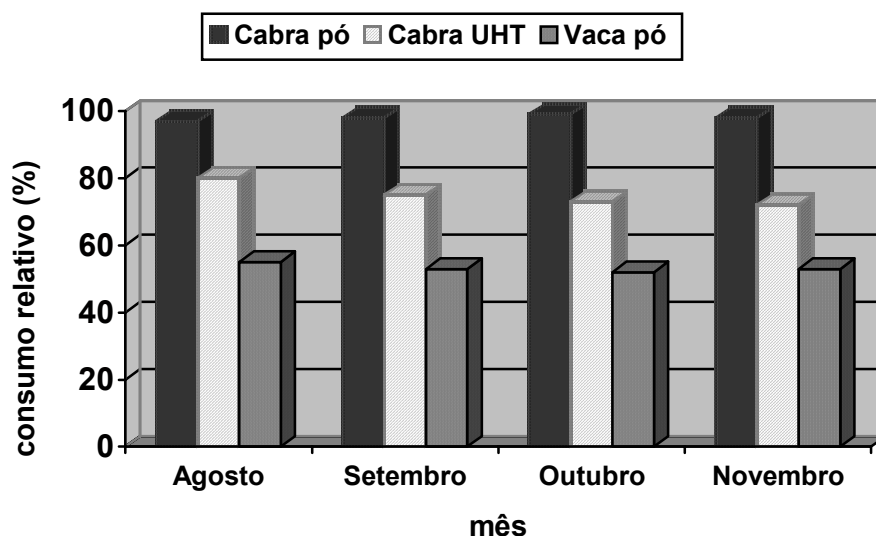


Figura 3. Efeito do tipo de leite na dieta de crianças em idade pré-escolar sobre o consumo relativo (%)

Estes resultados foram associados a uma maior digestibilidade e, portanto, mais rápido esvaziamento gástrico do leite de cabra e também ao fato deste produzir menos ocorrências de intolerância ou alergia.

De maneira geral há uma carência deste tipo de avaliação *in vivo*, seja com modelos animais ou com humanos, enfocando não somente as diferenças e similaridades entre o leite de cabra, o leite de vaca e o leite da mulher, mas também as várias alternativas de perfil de nutrientes e moléculas funcionais que podem ser agregadas a este alimento.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O leite de cabra apresenta-se como um alimento de alto valor nutritivo e com características de funcionalidade, são inúmeras as histórias de crianças, jovens e adultos que se beneficiaram do valor nutricional e, provavelmente do valor funcional deste alimento.

A pesquisa tem ainda um longo caminho a percorrer não só para comprovar as observações empíricas, mas também para prospectar novas oportunidades de agregação de propriedades funcionais no leite de cabra. Este linha de trabalho pode resultar em um alimento diferenciado para a sociedade e com valor agregado para o produtor.

É necessário, no entanto, que haja maior interação entre os pesquisadores da área animal e da área humana, para que se possa avançar

na consolidação de grupos de pesquisa com *know-how* suficiente para estes tipos de avaliações.

Por fim, o fortalecimento de um alimento e porque não dizer de uma cadeia produtiva não depende somente do desenvolvimento de conhecimento ou produto, é necessário que haja divulgação para que a sociedade possa tomar conhecimento das qualidades e oportunidades que este produto lhe oferece.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASCHERIO, A.; RIMM, E.B.; GIOVANNUCCI, E.L. et al. Dietary fat and risk of coronary heart disease in man: Cohort follow up study in the United States, **Brit. Med. Journal**, v.313, p.84-90, 1996.
- BAUMAN, D.E.; MATHER, I.H.. WALL, R.J. et al. Major advances associated with the biosynthesis of milk. **Journal of Dairy Science**, v.89, p.1235-1243, 2006.
- BELURY, M.A. Dietary conjugated linoleic acid in health: physiological effects and mechanisms of action. **Annu. Rev. Nutr.** 22:505-531, 2002.
- BERTOLINO, C.N.; CASTRO, T.G.; SAARTORELLI, D.S. et al. Influência da gordura *trans* no perfil de lipídios séricos em nipo-brasileiros de Bauru, São Paulo, Brasil. **Cad. Saúde Pública**, v.22, n.3, p.357-364, 2006.
- BEVILACQUA, C.; MARTIN,P.; CANDALH, C.; FAUQUANT, J.; PIOT, M.; BOUVIER, F.; MANFREDI, E.; PILLA, F.; HEYMAN, M. Allergic sensitization to milk proteins in guinea pigs fed cow milk and goat milk of different genotype. In: GRUNER, L.; CHABERT, Y. (Eds.), **Proceedings of the Seventh International Conference on Goat**, vol. II. Institute de l'Élevage, Tours, France, p.874, 2000.
- BINDAL, M.P.; WADHWA, B.K. Compositional differences between goat milk fat and that of cows and buffaloes. **Small Ruminant Research**, v.12, p.79-88, 1993.
- BLANKSON H, STAKKESTAD JA, FAGERTUN H, THOM E, WADSTEIN J, GUDMUNDSEN O. Conjugated linoleic acid reduces body fat mass in overweight and obese humans. **J Nutr.** 2000; 130(12):2943-8.
- BOMFIM, M.A.D.; LANNA, D.P.D.; FACO, O. et al. Efeito da manipulação dos teores de ácidos graxos sobre o potencial funcional da gordura do leite de cabra para a nutrição e saúde humanas. In: CONGRESSO PAN-AMERICANO DO LEITE, 9. Tendências e avanços do Agronegócio de leite nas américas: mais leite = mais saúde. Ed. Carlos Eugênio Martins et al. Porto Alegre-RS, 2006a. (CD ROM)

- BOMFIM, M.A.D.; RODRIGUES, M.T.; MAGALHÃES, A.C.M. de. et al. Manipulação do conteúdo de proteína e das frações de caseína do leite de cabra através da nutrição animal. In: CONGRESSO PAN-AMERICANO DO LEITE, 9. Tendências e avanços do Agronegócio de leite nas américas: mais leite = mais saúde. Ed. Carlos Eugênio Martins et al. Porto Alegre-RS, 2006b. (CD ROM).
- BUSINCO, L.; BELLANTI, J. Food allergy in childhood. Hypersensitive to cow's milk allergens. **Clinical Experimental Allergy**, v.23, p.481-483, 1993.
- BUTTRISS, J. Is Britain ready for FOSHU? **Nutrition Bulletin**, v.25, p.159-161, 2000.
- CHILLIARD, Y.; FERLAY, A.; ROUEL, J.; LAMBERET, D. A review of nutritional and physiological factors affecting goat milk synthesis and lypolysis. **Journal of Dairy Science**, v.86, p.1751-1770, 2003.
- CHIN, S.F.; STORKSON, J.M.; ALBRIGHT, K.J.; COOK, M.E.; PARIZA, M.W. Conjugated linoleic acid is a growth factor for rats as show by enhanced weight gain and improved feed efficiency. **Journal of Nutrition**, v.124, n.2344-2349, 1994.
- COOK, M.C.; MILLER, C.C; PARK, Y.; PARIZA, M.W. Immune modulation by altered nutrient metabolism: Nutritional control of immune-induced growth depression. **Poultry Science**, v.72, p 1301-1305, 1993.
- DEVENDRA, C. Goat: Factors affecting milk secretion and composition. **International Goat and Sheep Research**, v.2, p.61-76, 1982.
- DONNELLY, W.J. New functions of dairy products for human health. In: CONGRESSO PAN-AMERICANO DO LEITE, 9. Tendências e avanços do Agronegócio de leite nas américas: mais leite = mais saúde. Ed. Carlos Eugênio Martins et al. Porto Alegre-RS, p.63-68, 2006.
- FREIRE, R.D.; CARDOSO, M.A.; GIMENO, S.G.A. et al. Dietary fat is associated with metabolic syndrome in japanese brazilians. **Diabetes Care**, v.28, n.7, 2005.
- FISBERG, M., NOGUEIRA, M., FERREIRA, A.M.A., FISBERG, R.M. Aceitação e tolerância de leite de cabra em pré-escolares. *Pediatria Moderna*, v.37, p.1-9, 1999.
- GRYNBERG, A. Hypertension prevention: from nutrients to (fortified) foods to dietary patterns focus on fatty acids. **J. Hum. Hypertens.**, 19(suppl. 3):S25-33, 2006.
- GUIMARÃES, M.P.S.M. de P.; CORDEIRO, P.R.C. Dimensionamento do mercado de produtos lácteos no Brasil. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE CAPRINOS E OVINOS DE CORTE, 2.; SIMPOSIO INTERNACIONAL SOBRE O AGRONEGÓCIO DA CAPRINOCULTURA LEITEIRA, 1.; 2003. João Pessoa-PB. *Anais...* Ed. Elson Soares Santos e Wandrick Hauss de Souza. João Pessoa-PB: Emepa, 2003, p.95-102.

- HAELEIN, G.F.W. Goat milk in human nutrition. *Small Ruminant Research*, v.51, p.155-163, 2004.
- HAMBRAEUS, L. Nutritional aspects of milk proteins. In: *ADVANCED DAIRY CHEMISTRY*, 1, proteins, chap. 11, Ed. Fox, P.F., Elsevier Science Publishers, London, p.457-490, 1992.
- HILLBRICK, G., AUGUSTIN, M.A. Milk fat characteristics and functionality: opportunities for improvement. ***Australian Journal of Dairy Technology***, v.57, p.45-51, 2002.
- HOST, A.; HUSBY, S.; OSTERBALLE, O. A prospective study of cow's milk allergy in exclusively breast-fed infants. ***Acta Paediatric Scandinava***, v.77, p.663-670, 1988.
- HU, F.B., STAMPFER, M.J., MANSON, J.E., RIMM, E., COLDITZ, G.A., ROSNER, B.A., HENNEKENS, C.H., WILLET, W.C. Dietary fat intake and the risk of coronary heart disease in women. ***N. Engl. J. Med.***, 337:1491-1499, 1997.
- HURLEY, W. Immunological response to drinking milk. <http://www.clases.aces.uiuc.edu/ansci308/proteinallergy.html>. 1993. (capturado 25/10/2003) from Illinois Dairy Report, Department of Animal Science, University of Illinois.
- JENNESS, R. Composition and characteristics of goat milk: review 1968-1979. ***Journal of Dairy Science***, v.63, p.1605-1630, 1980.
- JONES, E.L.; SHINGFIELD, K.J.; KOHEN, C. et al. Chemical, physical, and sensory properties of dairy products enriched with conjugated linoleic acid. ***Journal of Dairy Science***, v.88, p.2923-2937, 2005.
- KAMPHUIS MM, LEJEUNE MP, SARIS WH, WESTERTERP-PLANTENGA MS. The effect of conjugated linoleic acid supplementation after weight loss on body weight regain, body composition, and resting metabolic rate in overweight subjects. *Int J Obes*. 2003; 27(7):840-7.
- 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.***, 45(2):135-144, 2005.
- LÉONIL, J.; BOS, C.; MAUBOIS, J.L.; TOMÉ, D. Protéins. In: *Lait, nutrition et santé*. DEBRY, G. (Ed), Technique & Documentation. Paris, França, 2001.
- LOPES-ALIAGA, M.J.M.; ALFÉREZ, M.J.M.; NESTARES, M.T. et al. Goat milk feeding cause 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.

- LOTHE, L.; LINDBERG, T.; JACOBSON, I. Cow's milk formula as a cause for infantile colic. **Pediatrics**, v.30, p.7-10, 1982.
- MARLETTA, D., BORDONARO, S., GUASTELLA, A.M., FALAGIANI, P., CRIMI, N., D'URSO, G. Goat milk with different α_{S2} -casein content: analysis of allergenic potency by REAST-inhibition assay. *Small Ruminant Research*, v.52, p.19-54, 2003.
- MAYWORM, M.A.S.; NASCIMENTO, A.S. do; SALATINO, A. Seeds of species from the caatinga: proteins, oils and fatty acid contents. **Revista Brasileira de Botânica**, v.21, n.3, 1998.
- MIGLIORE-SAMOUR, D.; JOLLÈS, P. Casein, a prohormone with an immunomodulating role for the newborn? *Experientia*, v.44, p.188-193, 1988.
- MIR, Z.; GOONEWARDENE, L.A.; OKINE, E.; JAEGAR, S.; SCHEER, H.D. Effect of feeding canola oil on constituents, conjugated linoleic acid (CLA) and long chain fatty acids in goat milk. **Small Ruminant Research**, v.33, p.137-143, 1999.
- MOURÃO, D.M. et al. Ácido linoléico conjugado e perda de peso. **Rev. Nutr.**, v.18, n.3, p.391-399, 2005.
- NICOLOSI, R.J.; COURTEMANCHE, K.V.; LAITINEN, L.; SCIMECA, J.A.; HUTH, P.J. Effect of feeding diets enriched in conjugated linoleic acid on lipoproteins and aortic atherogenesis in hamster. **Circulation**, v.88, p.451-457, 1993.
- PARK, Y.W. Hypo-allergenic and therapeutic significance of goat milk. **Small Ruminant Research**, v.14, p.151-159, 1994.
- 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.
- PARODI, P.W. Milk fat components: possible chemopreventive agents for cancer and other diseases. **Australian Journal of Dairy Technology**, v.51, p.24-32, 1996.
- PROSSER, C. Characteristics and benefits of goat milk as a base for infant formula. In: KOREAN SOCIETY OF PEDIATRIC GASTROENTEROLOGY AND NUTRITION CONFERENCE, Seoul:Corea, 2004.
- SALGADO, J.M.S. Saiba mais sobre alimentos funcionais, 2006. www.sbfa.org.br/SBAF/AF2.htm (capturado em 05/11/2006)

- SAMPELAYO, M.R., AMIGO, L., ARES, J.S. et al. The use of diets with different protein sources in lactating goats: Composition of milk and its suitability for cheese production. *Small Ruminant Research*, v.31, p.37-43, 1998
- SILVA, R. de S. Agribusiness da caprinocultura de leite no Brasil. Ed. Bureau, 1998, 74p.
- TEPPERMAN, H.M., DEWITT, J., TEPPERMAN, J. Hormone effects on glycogenesis, glucogenesis, and cyclic AMP production by liver cells from rats fed high in glucose or lard. **J. Nutr.**, 108:1924-1928, 1978.
- WALKER, V.B. Therapeutic uses of goat milk in the modern medicine. *British Goat Society's Yearbook*, v.66-26, p.23-26, 1965.
- WILLIAMS, C.M. Dietary fatty acid and human health. **Ann. Zootech.**, v.49, p.165-180, 2000.
- WOOLLETT, L.A., SPADY, D.K., DIETSCHY, J.M. Saturated and unsaturated fatty acids independently regulate low density lipoprotein receptor activity and production rate. **J. Lipid Res.**, 33:77-88, 1992.