# ASPECTOS COMPOSICIONAIS, PROPRIEDADES FUNCIONAIS, NUTRICIONAIS E SENSORIAIS DO LEITE DE CABRA: UMA REVISÃO

## Compositional aspects, functional, nutritional and sensory properties of goat milk: a review

*Danielle Barros CENACHI*[1]
*Marco Antônio Moreira FURTADO*[2]
*Maria José Valenzuela BELL*[4]
*Mônica Santana PEREIRA*[5]
*Lourdes Amigo GARRIDO*[3]
*Miriam Aparecida de Oliveira PINTO*[2]

**SUMÁRIO**

O objetivo deste trabalho foi realizar uma revisão de literatura sobre aspectos composicionais e propriedades funcionais, nutricionais e sensoriais do leite de cabra aplicados à sua tecnologia de processamento. A escassez de publicações contendo informações específicas sobre o leite de cabra motivou a realização deste artigo. Para a realização da revisão bibliográfica foi feita uma busca de artigos científicos nas bases de dados da SpringLink, Nature, Scientific Electronic Library Online, principalmente, acessados através do portal de periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior por intermédio do Sistema Integrado de Gestão Acadêmica da UFJF. As principais palavras-chave utilizadas como descritor do assunto foram "leite de cabra" em português, em inglês "goat milk" e em espanhol "leche de cabra". O leite de cabra tem um importante papel como fonte de cálcio, de gordura de elevada digestibilidade, de proteína de alto valor biológico e hipoalergenicidade. Comparando o leite caprino com o leite bovino em relação aos aspectos composicionais, observou-se que os leites das duas espécies são distintos. Informações específicas sobre o leite de cabra facilitam o seu processamento e desenvolvimento de novos produtos a partir deste. As propriedades nutricionais e funcionais do leite de cabra justificam sua singularidade e demonstram que o leite caprino e seus produtos representam um nicho promissor para diversificar e inovar a indústria láctea. As propriedades sensoriais relativas ao sabor e odor do leite de cabra representam dificuldades para a sua aceitação, sendo necessárias pesquisas para melhorar estas características.

**Termos para indexação:** substituto do leite de vaca, hipoalergenicidade, valor nutricional, alimento funcional, proteínas do leite, composição físico-química.

## 1 INTRODUÇÃO

O leite de cabra é utilizado para o consumo doméstico em todo o mundo e para a fabricação de diferentes produtos. De modo geral, a caprinocultura tem crescido, principalmente devido ao elevado valor nutritivo do leite proveniente das cabras (RIBEIRO & RIBEIRO, 2001; PANDYA & GHODKE, 2007).

1 Engenheira de Alimentos, Mestranda do Mestrado Profissional em Ciência e Tecnologia do Leite e Derivados da Universidade Federal de Juiz de Fora /EMBRAPA/ILCT E-mail: danicenachi@yahoo.com.br.
2 Professores do Departamento de Ciências Farmacêuticas da Faculdade de Farmácia – Universidade Federal de Juiz de Fora. Endereço: Campus Universitário, Juiz de Fora – MG. CEP: 36036-330. marcoantoniofurtado@yahoo.com.br; miriamaop@yahoo.com.br.
3 Pesquisadora do Instituto de Investigaciones em Alimentos (CIAL). Nicolás Cabrera, 9. Campus de Cantoblanco. Universidad Autónoma de Madrid. Madrid 28049, Espanha. lourdes.amigo@csic.es.
4 Professora do Departamento de Física do Instituto de Ciências Exatas – Universidade Federal de Juiz de Fora. Endereço: Campus Universitário, Juiz de Fora – MG. CEP: 36036-330. mjvbell@yahoo.com.br.
5 Farmacêutica, Mestranda do Mestrado Profissional em Ciência e Tecnologia do Leite e Derivados da Universidade Federal de Juiz de Fora /EMBRAPA/ILCT. E-mail: monicasantanapereira@bol.com.br.

A procura e, consequentemente, o consumo do leite de cabra tem aumentado em razão de três aspectos básicos. A cabra é um animal capaz de se adaptar a condições criatórias variáveis e inóspitas, podendo proporcionar a famílias de baixa renda uma melhoria do nível nutricional da dieta. O segundo aspecto dessa demanda é o interesse de apreciadores de produtos de leite de cabra, especialmente produtos orgânicos, queijos finos e iogurtes. O último aspecto deriva da necessidade das pessoas com alergias ao leite de vaca e outras doenças gastrointestinais alimentares. Hoje existe uma maior conscientização para esses problemas e tratamentos médicos específicos (HAENLEIN, 2004).

O leite de cabra tem um papel essencial como fonte de cálcio, de gordura de elevada digestibilidade, de proteína de alto valor biológico e hipoalergenicidade (HAENLEIN, 2004; RICHARDSON, 2004).

O leite caprino e seus produtos representam um nicho promissor para a indústria láctea, devido principalmente aos benefícios nutricionais e às propriedades de saúde do leite de cabra. Os derivados do leite de cabra são produtos de elevado valor agregado e características de sabor e aroma particulares, evidenciando oportunidades de diversificar e inovar o mercado de leite atendendo a novas demandas de produtos diferenciados e com propriedades de hipoalergenicidade (CHACÓN VILLALOBOS, 2005; RODRIGUEZ et al., 2008, VARGAS et al., 2008).

Há crescente interesse pela utilização do leite de cabra e seus derivados como alimento dotado de propriedades funcionais, em consonância com a atual tendência de alimentação saudável (OLALLA et al., 2009).

Entretanto, existem ainda algumas dificuldades com relação à aceitação dos produtos lácteos fabricados a partir do leite de cabra, devido a características sensoriais peculiares como o sabor e o aroma. O leite caprino possui sabor e odor característicos proporcionado pelo elevado teor de ácidos graxos de cadeia curta (capróico, caprílico e cáprico), que diminuem a aceitação sensorial por boa parcela da população não habituada ao seu consumo (ALVES et al., 2009).

Em contraste com a vasta literatura sobre leite de vaca, há uma escassez de publicações sobre leite caprino e o seu processamento, o que demonstra a importância da realização de pesquisas específicas sobre esse tema. O presente trabalho teve como objetivo realizar uma revisão de literatura sobre aspectos composicionais e propriedades funcionais, sensoriais e nutricionais do leite de cabra aplicados à sua tecnologia de processamento.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

Para a seguinte revisão bibliográfica foi realizada uma busca de artigos científicos nas bases de dados da SpringLink (MetaPress), Nature (NPG), Highwire Press, Wiley Online Library, AGRICOLA: NAL Articles, Science (AAAS) e do Caribe em Ciências da Saúde (LILACCS), Scientific Electronic Library Online (SciELO), que foram acessados através do portal de periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) por intermédio do Sistema Integrado de Gestão Acadêmica (SIGA) da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF).

As palavras-chave utilizadas como descritor do assunto foram "leite de cabra", "leite caprino + composição", "leite caprino + proteína", "leite caprino + gordura", "alimento funcional", "análise sensorial", "alergia alimentar", "composição", "substitutos do leite bovino", em português, em inglês "goat milk + composition", "hipoallergenicity" e "goat milk"e em espanhol "leche de cabra", "leche de cabra + composición" e "hipoalergenicidad".

## 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O leite é um fluido biológico complexo composto de proteínas, lipídios, carboidratos, vitaminas, sais minerais e enzimas, destinado a suprir as necessidades nutricionais específicas de um mamífero recém-nascido. A natureza e a concentração desses componentes são influenciadas por vários fatores de produção e de processamento (AGNIHOTRI & PRASAD, 1993). O leite de cabra é o produto oriundo da ordenha completa, ininterrupta, em condições de higiene, de animais da espécie caprina sadios, bem alimentados e descansados (BRASIL, 2000).

As exigências legais em relação às características físico-químicas do leite de cabra estão demonstradas na Tabela 1. Comparando a Instrução Normativa nº 51 de 2002, que estabelece o padrão de identidade e de qualidade do leite cru de vaca refrigerado com a Instrução Normativa n° 37 de 2000 que define o padrão de identidade e de qualidade do leite de cabra, nota-se que o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento estabelece para o leite de cabra e de vaca o mesmo intervalo de variação de densidade, praticamente o mesmo de intervalo de variação de acidez (de 0,14 a 0,18% de ácido lático, para o leite de vaca), quase o mesmo mínimo de gordura (2,9% m/m, no leite bovino) e o índice crioscópico divergente (máximo de -0,530°H, para o leite de vaca) (BRASIL, 2000; BRASIL 2002). Observando os parâmetros legais físico-químicos

dos leites de cabra e vaca, parece que os leites das duas espécies são muito similares, o que não é verdadeiro.

Existem diversos estudos na literatura internacional, porém poucos dados sobre variações composicionais em rebanhos caprinos nacionais, sendo necessários estudos de levantamento da composição do leite caprino no Brasil. A tecnologia de processamento de derivados de leite de cabra deve ser adaptada às características específicas da matéria-prima.

**Aspectos Composicionais**

Informações sobre a composição e características físico-químicas gerais do leite de cabra fornecem subsídios para uma melhor compreensão dessa matéria-prima e interpretação de seus aspectos tecnológicos.

O leite caprino difere do leite bovino e do humano, devido a sua alcalinidade, capacidade emulsificante e propriedades terapêuticas na medicina e nutrição humana (PARK et al., 2007).

A composição do leite de cabra e de vaca são distintas e variam com a raça, a dieta, o manejo, a estação do ano, a alimentação, as condições ambientais, o período de lactação, as características individuais, o manejo do animal, o estado fisiológico e o estado de saúde do úbere (JENNESS, 1980; HAENLEIN, 1996; SLAÈANAC et al., 2010).

Existem algumas diferenças nas características físico-químicas entre o leite caprino e o bovino que certamente podem influenciar as propriedades tecnológicas desses fluidos biológicos (PARK et al., 2007). De acordo com os resultados de muitos estudos internacionais que podem ser observados na Tabela 2, a densidade do leite caprino (a 15°C) encontra-se na mesma faixa que a do leite bovino (a 15°C), mas em todos os estudos os valores para o leite caprino são ligeiramente maiores. Como resultado de sua densidade mais elevada, o leite caprino tem uma viscosidade maior, porém menor índice de refração e ponto de congelamento que o do leite bovino (JENNESS 1980; HAENLEIN & CACESSE, 1984; JUAREZ & RAMOS 1986; HAENLEIN & WENDORFF, 2006; PARK et al., 2007).

Igualmente conforme a Tabela 2, a acidez titulável do leite caprino fresco, bem como daqueles tratados termicamente, tem sido consistentemente superior ao do leite bovino. Consequentemente, o leite caprino fresco habitualmente tem um menor

**Tabela 1** – Requisitos legais relacionados às características físico-químicas do leite de cabra.

| REQUISITOS | LEITE INTEGRAL | LEITE SEMI-DENATADO | LEITE DESNATADO | MÉTODO ANALÍTICO ANALÍTICO REFERENCIAL |
|---|---|---|---|---|
| **Gordura, % (m/m)** | Teor original | 0,6 – 2,9 | Máximo 0,5 | FIL 1 C: 1987 |
| **Acidez, % ácido lático** | 0,13 a 0,18 para todas as variedades | | | LANARA/MA, 1981 |
| **Sólidos Não-Gordurosos, % m/m** | Mínimo 8,20 para todas as variedades | | | IDF 21 B: 1987 |
| **Densidade, g/L (a 15ºC)** | 1,0280 a 1,0340 para todas as variedades | | | LANARA/MA,1981 |
| **Índice Crioscópico, ºH** | -0,550 a -0,585 para todas as variedades | | | IDF 108 A: 1986 |
| **Proteína Total, % m/m** | Mínimo 2,8 para todas as variedades | | | IDF 20 B: 1993 |
| **Lactose, % m/v** | Mínimo 4,3 para todas as variedades | | | Lane Eynon ou Cloramina T |
| **Cinzas, % m/v** | Mínimo 0,70 para todas as variedades | | | LANARA/MA, 1981 |

**Fonte:** BRASIL, 2000.

**Tabela 2** – Propriedades físico-químicas básicas do leite caprino e bovino.

| PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS BÁSICAS | LEITE DE CABRA | LEITE DE VACA |
|---|---|---|
| DENSIDADE ($kg/m^3$) | 1029 – 1039 | 1023 – 1039 |
| VISCOSIDADE (Pa.s) | $2,12 \times 10^{-3}$ | $2,0 \times 10^{-3}$ |
| ÍNDICE DE REFRAÇÃO | 1,450 ± 0,39 | 1,451 ± 0,35 |
| PONTO DE CONGELAMENTO (- °C) | 0,540 – 0,573 | 0,530 – 0,570 |
| ACIDEZ TITULÁVEL (g/kg de ácido lático) | 1,4 – 2,3 | 1,5 – 1,8 |
| pH | 6,50 – 6,80 | 6,65 – 6,71 |

**Fonte:** PARK et al., 2007.

valor de pH do que o leite bovino fresco (PARKASH & JENNESS, 1968; HAENLEIN & WENDORFF, 2006; PARK et al. 2007).

O leite caprino tem um teor significativamente maior de caseína não centrifugável, um maior diâmetro médio de micelas, bem como um maior potencial de mineralização micelar do que o leite bovino. Todas estas diferenças nas características dos valores físico-químicos decorrem de diferentes composições e estruturas da gordura do leite e do sistema de proteínas do leite caprino e bovino (SLAÈANAC et al., 2010).

Algumas destas características têm influência importante nas propriedades tecnológicas na fabricação de leites fermentados e queijos, como capacidade de acidificação (MORGAN et al., 2003), capacidade de drenagem de soro de leite (JAUBERT & KALANTZOPOULOS, 1996) e estabilidade térmica (FOX & HOYNES, 1976).

***Lactose***

Como no leite bovino, a lactose é o principal carboidrato no leite de cabra. Porém, o teor deste carboidrato é aproximadamente 0,2 a 0,5% menor no leite caprino que no leite de vaca. Oligossacarídeos, glicopepitídeos, glicoproteínas e açúcares nucleotídeos são os outros carboidratos presentes no leite de cabra. No leite caprino tem-se um teor mais elevado e diversificado de oligossacarídeos que no leite bovino. Os oligossacarídeos lácteos possuem consideráveis propriedades antiinfecciosas e prebióticas, favorecendo o crescimento da microbiota intestinal humana (principalmente das Bifidobactérias) e protegendo a mucosa intestinal de patógenos oportunistas (AMIGO; FONTECHA, 2011).

***Gordura***

De todos os nutrientes básicos presentes no leite, talvez a maior diferença entre os leites de cabra e de vaca esteja na composição e estrutura dos lipídios lácteos. Os lipídios são os mais importantes componentes do leite em termos de características físicas e sensoriais que proporcionam aos derivados lácteos (PARK et al., 2007). Os lipídios do leite têm uma influência sobre o sabor, a consistência e a textura dos produtos lácteos (BOžANIĆ et al., 2002).

Uma das vantagens nutricionais básicas dos lipídios do leite caprino em relação aos do leite bovino são a estrutura, o tamanho e a organização dos glóbulos de gordura no leite de caprino. Os lipídios estão presentes no leite na forma de glóbulos, os quais no leite de cabra têm um diâmetro significativamente menor do que os glóbulos de gordura do leite de vaca. Além do seu menor diâmetro, os glóbulos de gordura no leite caprino são melhor distribuídos na emulsão de lipídios lácteos, em comparação com os glóbulos de gordura no leite bovino (ATTAIE & RICHTER, 2000; HAENLEIN, 2004).

Os glóbulos de gordura no leite caprino são caracteristicamente abundantes no diâmetro inferior a 3,5 µm e, aproximadamente, 65% apresentam diâmetro de 3,0 µm. O menor diâmetro dos glóbulos de gordura, bem como uma melhor distribuição na emulsão lipídica, tem uma influência significativa sobre a digestibilidade no organismo humano. Por essa razão, o leite caprino tem maior digestibilidade e sofre metabolismo lipídico mais eficiente na trato intestinal humano em comparação com leite bovino. O menor diâmetro, maior número e melhor distribuição dos glóbulos de gordura no leite caprino apresentam também um impacto tecnológico (UNIVERSITY OF MARYLAND, 1992; CHACÓN VILLALOBOS, 2005; PARK et al., 2007;). Jenness (1980) usou o termo "leite naturalmente homogeneizado" para o leite caprino, uma vez que os glóbulos de gordura do leite de cabra são naturalmente diminutos e contribuem de modo decisivo para a estabilidade da emulsão láctea.

Outra diferença significativa entre lipídios do leite de cabra e de vaca está na composição do seus ácidos graxos. O leite caprino possui elevados teores de ácidos graxos de cadeia curta e média, tais como o ácido butírico (C4:0), capróico (C6:0), caprílico (C8:0), cáprico (C10:0), láurico (C12:0) e mirístico (C14:0). O leite caprino contém em média 35% de ácidos graxos de cadeia média, enquanto o leite bovino contém em média apenas 17% desses ácidos graxos (HAENLEIN, 2004). Além disso, os ácidos capróico, caprílico e cáprico constituem 20% da todos os ácidos graxos no leite de cabra. Em contraste, o conteúdo desses três ácidos graxos representa apenas 6% no leite bovino.

Os ácidos graxos de cadeia curta e de cadeia média, bem como os triacilgliceróis de cadeia média se estabeleceram em tratamentos médicos para uma série de distúrbios clínicos, tais como ressecamento intestinal, síndromes de má absorção, hiperlipoproteinemia, quilúria, desnutrição infantil, alimentação de bebês prematuros, fibrose cística, *bypass* coronário, esteatorreia e cálculos biliares, devido à capacidade exclusiva metabólica desses ácidos graxos de fornecer energia diretamente, ao invés de serem depositados no tecido adiposo bem como a capacidade deles de reduzir o nível de colesterol sérico e de inibir a deposição de colesterol nos vasos sanguíneos. O leite de cabra também possui mais ácidos graxos monoinsaturados e ácidos graxos poliinsaturados que o leite de vaca, os quais são conhecidos por serem benéficos para a saúde humana, especialmente para as doenças cardiovasculares (HAENLEIN, 2004).

Além de sua importância nutricional e terapêutica, esses lípides possuem impacto tecnológico, porque influenciam o sabor e o aroma específicos dos produtos lácteos caprinos (PARK et al., 2007).

O teor de gordura total e a distribuição de tamanho de glóbulo de gordura afetam a viscosidade do leite e tem aplicações no processamento e manufatura de produtos lácteos. Glóbulos de gordura menores apresentam melhor dispersão e proporcionam uma mistura mais homogênea da gordura no leite, facilitando a obtenção de uma emulsão mais estável (ATTAIE & RICHTER, 2000).

O leite de cabra também não possui aglutinina, proteína presente no leite bovino que une as partículas lipídicas, dificultando o processo digestivo. A digestão e absorção do leite de cabra é duas vezes mais rápida, se comparada ao leite de vaca; sendo, portanto, indicado para crianças e idosos desnutridos, ou, ainda, pessoas que apresentem problemas nutricionais ou gastrointestinais (CHANDAN et al., 1992; PARK et al., 2007).

Em resumo, devido ao menor diâmetro e melhor distribuição dos glóbulos de gordura da emulsão de leite, bem como o elevado teor de ácidos orgânicos (ácidos graxos de cadeia curta, ácidos graxos de cadeia média e triacilgliceróis de cadeia média), pode-se concluir que os lipídios do leite caprino tem um maior valor terapêutico e nutricional do que o leite bovino (SLAČANAC et al., 2010).

***Proteína***

As proteínas do leite estão entre os temas que despertam grande interesse científico, em razão de sua importância na nutrição e fisiologia humana. Essas também desempenham um papel muito significativo tecnológico na produção de muitos produtos lácteos (SLAČANAC et al., 2010).

Entre as proteínas que constituem o leite, 80% são representadas pelas caseínas e 20% pelas proteínas do soro (OLALLA et al., 2009). As principais proteínas do leite de cabra são as mesmas dos leites de outras espécies, caseínas (κ-, β-, $\alpha_{s1}$-, $\alpha_{s2}$- e γ-caseína) e soro-proteínas, β-lactoglobulina, α-lactoalbumina, albumina do soro bovino e imunoglobulinas. Uma das principais diferenças entre o leite de cabra e o de vaca está relacionada com a presença de variadas proporções dos diferentes tipos de caseína (CN), $\alpha_{s1}$-CN, $\alpha_{s2}$-CN, β-CN e κ-CN.

O leite de cabra mostra uma variabilidade específica na natureza e no conteúdo da fração protéica. Em geral, o leite caprino contém maiores teores das frações β-CN, menores porcentagens de frações $\alpha_s$-CN e quantidades aproximadamente iguais das frações κ-CN, conforme pode ser observado na Tabela 3 a seguir.

**Tabela 3** – Percentagens das frações de caseína principais do leite caprino e bovino.

| FRAÇÕES DE CASEÍNA | LEITE CAPRINO | LEITE BOVINO |
|---|---|---|
| **$\alpha_s$-caseína** | 26% | 56% |
| **β-caseína** | 64% | 33% |
| **κ-caseína** | 10% | 11% |
| **$\alpha_s$-caseína/ β-caseína** | 0,41 | 1,70 |

**Fonte:** BOžANIÆ et al., 2002.

Em contraste com leite bovino, a β-CN é a principal proteína do leite caprino. Essa diferença tem um impacto muito importante sobre a estrutura, mas também nas diferenças nutritivas entre o leite de cabra e de vaca (HAENLEIN, 2004). Outra singularidade do leite caprino, que tem sido extensivamente estudada por vários autores no passado, é o polimorfismo de $\alpha_{s1}$-caseína (foram mencionadas 10 diferentes variações genéticas da $\alpha_{s1}$-CN) (RECIO & VISSER, 2000).

Do ponto de vista tecnológico e físico-químico, o nível de $\alpha_{s1}$-CN no leite de cabra influencia suas propriedades de coagulação. A velocidade de coagulação do leite de cabra é positivamente correlacionada com a relação $\alpha_{s1}$-CN/β-CN e o teor total de cálcio (ALICHANDIS & POLYCHRONIADOU, 1997).

Muitos estudos sobre as propriedades nutricionais do sistema protéico do leite caprino têm sido publicados. Em geral, tem sido enfatizado que as proteínas do leite de cabra têm maior digestibilidade do que as do leite de vaca (PARK et al., 2007). A protease do leite de cabra no estômago é mais rápida, devido à sua menor quantidade da fração $\alpha_{s1}$-caseína. (HAENLEIN, 2004; PARK, 2006).

A caseína do leite de cabra contém menos $\alpha_{s1}$-caseína como também ocorre no leite humano, essa fração é responsável pela maioria das alergias associadas ao leite de vaca. Por essa razão, na maioria dos casos, pessoas alérgicas ao leite bovino respondem bem ao leite caprino (HAENLEIN, 2004; CHACÓN VILLALOBOS, 2005).

As micelas de caseína do leite caprino diferem marcadamente das do leite bovino, apresentando uma taxa de sedimentação menos completa, maior índice de dispersão, maior mineralização, menor nível de hidratação, maior solubilização β-CN, mais cálcio e fósforo inorgânico, menos solvatação e menor estabilidade térmica (JENNESS, 1980).

A solubilidade mínima das caseínas do leite de cabra é alcançada em um pH de 4,1, diferente de 4,6, que é o valor mais adequado para a precipitação de caseínas bovinas (CEBALLOS et al., 2009).

A fabricação de queijos e de iogurtes a partir do leite de cabra é mais difícil, uma vez que a velocidade de coagulação do leite de cabra é menor do que a velocidade de coagulação do leite de vaca e, o gel formado apresenta consistência fraca (PARKASH & JENNESS, 1968).

Dados publicados nas tabelas United States Department of Agriculture (USDA) oficiais mostram níveis mais elevados de seis (6) dos dez (10) aminoácidos essenciais no leite caprino do que em leite bovino: treonina, lisina, isoleucina, cistina, tirosina e valina). Além disso, também foi relatada melhor absorção dos aminoácidos no trato digestivo humano a partir de leite de cabra do que do leite de vaca (HAENLEIN, 2004).

O leite de cabra possui uma maior quantidade de soro-proteínas de elevado valor biológico do que o leite de vaca, β-lactoglobulina e α-lactoalbumina (PARK, 1994).

Durante os últimos anos, pesquisadores têm focado seus estudos em bioatividade associada aos peptídeos derivados das soro-proteínas. Entre os peptídeos bioativos conhecidos até agora, aqueles com potenciais efeitos benéficos no tratamento da hipertensão tem recebido atenção especial. A maioria dos trabalhos publicados sobre peptídeos bioativos está associada a peptídeos derivados do leite bovino. No entanto, nos últimos anos, soro-proteínas oriundas do leite de ovinos e caprinos têm se tornado uma importante fonte de peptídeos anti-hipertensivos (Hernández-Ledesma; Ramos; Gómez-Ruiz, 2011).

***Minerais***

O conteúdo mineral do leite de cabra é muito superior ao do leite humano (PARK et al., 2007). Em comparação ao leite bovino, o leite caprino tem mais cálcio, fósforo, potássio, magnésio e cloro, e menos sódio e enxofre (Tabela 4). Devido ao maior teor de potássio e do sódio, o leite de cabra tem um sabor específico ligeiramente salgado (BOŽANIĆ et al., 2002).

Em geral, o leite caprino é uma excelente fonte de cálcio, fósforo e magnésio biodigestíveis, porque contém maiores quantidades desses minerais na forma solúvel (SLAČANAC et al., 2010).

***Vitaminas***

O leite contém quase todas as vitaminas conhecidas. O leite de cabra possui maior teor de vitamina A que o leite de vaca. Esse fornece quantidades adequadas de vitamina A e em excesso de tiamina, riboflavina e ácido pantotênico para crianças (PARK et al., 2007). Comparado com o leite bovino, o leite de cabra tem um nível cinco vezes menor de ácido fólico e vitamina $B_{12}$ (Tabela 4). Os leites de vaca e de cabra são deficientes em vitaminas $B_6$, C, D e E, que são muito importantes

**Tabela 4** – Conteúdo vitamínico e mineral (quantidade de 100g) de leite caprino e bovino, em comparação com o leite humano.

| CONSTITUINTES | LEITE CAPRINO | LEITE BOVINO | LEITE HUMANO |
|---|---|---|---|
| **Minerais** | | | |
| Cálcio (mg) | 134 | 122 | 33 |
| Fósforo (mg) | 121 | 119 | 43 |
| Potássio (mg) | 181 | 152 | 22 |
| Magnésio (mg) | 16 | 12 | 4 |
| Cloro (mg) | 150 | 100 | 60 |
| Sódio (mg) | 41 | 58 | 15 |
| Enxofre (mg) | 28 | 32 | 14 |
| **Vitaminas** | | | |
| Vitamina A (IU) | 185 | 126 | 190 |
| Tiamina (mg) | 0,068 | 0,045 | 0,017 |
| Riboflavina (mg) | 0,21 | 0,16 | 0,02 |
| Ácido pantotênico (mg) | 0,31 | 0,32 | 0,20 |
| Ácido fólico (µg) | 1,0 | 5,0 | 5,5 |
| Vitamina $B_{12}$ (µg) | 0,065 | 0,357 | 0,03 |
| Vitamina $B_6$ (mg) | 0,046 | 0,042 | 0,011 |
| Vitamina D (IU) | 2,3 | 2,0 | 1,4 |
| Vitamina C (mg) | 1,29 | 0,94 | 5,00 |

**Fonte:** PARK et al., 2007.

na alimentação infantil (HAENLEIN, 2004; PARK et al., 2007).

**Propriedades Funcionais e Nutricionais**

O estudo das propriedades funcionais e nutricionais dos produtos lácteos é estratégia adequada para melhor aproveitamento do leite caprino (SANTILLO et al., 2009).

O papel funcional mais importante do leite de cabra em relação ao leite bovino é a sua propriedade hipoalergênica. Cinqüenta por cento da população humana (segundo BRENNEMAN, 1978 e WALKER, 1965; 40 a 100%), que é alérgica ao leite bovino tolera o leite caprino (PARK, 1994).

A razão para a hipoalergenicidade do leite caprino, em comparação ao leite bovino é a diferença entre suas estruturas protéicas (baixo teor de $\alpha s_1$-caseína). Resultados de estudos *in vitro*, obtidos por ALMAAS et al. (2006), mostraram que proteínas do leite de cabra foram digeridas por enzimas gástricas e duodenais humanas mais rápido do que proteínas do leite de vaca.

O elevado conteúdo de ácidos graxos de cadeia curta, ácidos graxos de cadeia média e de triacilgliceróis de cadeia média, bem como o menor diâmetro dos glóbulos de gordura no leite de cabra, em relação ao leite de vaca, também tem um significado terapêutico importante. Esses lipídios têm sido utilizados no tratamento de muitas desordens fisiológicas nos seres humanos, tais como máabsorção, fibrose cística, doenças coronarianas, distúrbios intestinais e regulação dos níveis de colesterol (HAENLEIN, 2004).

**Propriedades Sensoriais**

O leite de cabra apresenta coloração mais branca que o leite de vaca, pois todos o β-carotenóides obtidos em sua alimentação são convertidos em vitamina A no leite. Enquanto que o leite de vaca integral ou padronizado contém elevado teor de β-carotenóides, responsáveis por uma coloração mais amarelada neste fluido (PARK et al., 2007).

O leite de cabra apresenta um sabor típico, proporcionado parcialmente pela presença de ácidos graxos de cadeia curta (capróico, caprílico e cáprico). Apesar de característico, o sabor desse leite deve ser neutro, suave e atraente. O leite caprino tem apresentado uma publicidade muito ruim durante vários anos, prejudicando a venda de seus derivados. O sabor do leite de cabra é descrito pela maioria das pessoas (consumidores esporádicos), como forte, doce ou salgado e desagradável. Com tal reputação fica difícil persuadir alguém a provar o leite caprino e desenvolver novos produtos derivados dele (RIBEIRO & RIBEIRO, 2010).

Infelizmente, essa carcterização sensorial do leite de cabra é verdadeira em muitos regiões de todo o mundo. O principal entrave na comercialização do leite caprino, de acordo com MOWLEM (2005), é a percepção pública negativa do sabor típico do leite de cabra. A origem desse equívoco pode ser atribuída ao fato de que o leite caprino é, por vezes obtido em más condições sanitárias e que os produtos de leite de cabra são mal fabricados (RIBEIRO & RIBEIRO, 2010).

Somente uma divulgação massiva dos benefícios do leite de cabra, cuidados com a obtenção higiênica desse leite e pesquisas sobre técnicas para o atenuar seu sabor característico, podem transpor esse *marketing* negativo em relação ao leite caprino.

## 4 CONCLUSÕES

Comparando o leite caprino com o leite bovino em relação aos aspectos composicionais, observou-se que os leites das duas espécies são distintos. Informações específicas sobre o leite de cabra facilitam a adaptação de tecnologias ao seu processamento e o desenvolvimento de novos produtos a partir dele.

As propriedades nutricionais e funcionais do leite de cabra justificam sua singularidade e demonstram que o leite caprino e seus produtos representam um nicho promissor para diversificar e inovar a indústria láctea.

As propriedades sensoriais relativas ao sabor e odor do leite de cabra dificultam a aceitação deste produto e de seus derivados, sendo necessárias melhorias nas condições higiênicas e de manejo dos animais na obtenção e a realização de pesquisas para melhorar estas características do leite de cabra.

## SUMMARY

The aim of this study was a literature review on compositional aspects and functional, nutritional and sensory properties of goat milk used in its processing technology. The shortage of publications containing specific information about goat milk motivate this article implementation. To fulfill a literature review, a search was made of scientific articles in SpringLink, Nature, Scientific Electronic Library Online databases, especially, that were accessed through the journal portal of the Higher Personal Improvement Coordination through the Academic Management Integrated System of UFJF. The main key words used as a subject descriptor were "goat milk" in Portuguese, english and Spanish. Goat milk has an essential role as a source of calcium, high digestibility fat, high biological value and hypoallergenicity protein. Comparing goat milk with cow milk in relation to

compositional aspects, it was observed that milk of both species are very different. Specific information on goat milk facilitate processing and new products development from this. Goat milk nutritional and functional properties justify its singularity and show that the goat milk and its products represent a promising niche to innovate and diversify the dairy industry. Goat milk sensory properties represent difficulties for its acceptance, being necessary researches to improve taste and smell characteristics of goat milk.

**Index terms:** bovine milk substitute, hypo allergenic, nutritional value, functional food, milk proteins, physical and chemical composition.

## 5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGNIHOTRI, M. K.; PRASAD, V. S. S. Biochemistry and processing of goat milk and milk products. **Small Ruminant Research**, v. 12, p. 151-170, 1993.

ALICHANDIS, E.; POLYCHRONIADOU, A. Special features of dairy products from ewe and goat milk from the physicochemical and organoleptic point of view. **Sheep Dairy News**, v. 14, p. 11-18, 1997.

ALMAAS, H., et al. In vitro digestion of bovine and caprine milk by human gastric and duodenal enzymes. **International Dairy Journal**, v. 16, p. 961-968, 2006.

ALVES, L. L., et al. Aceitação sensorial e caracterização de frozen yogurt de leite de cabra com adição de cultura probiótica e prebiótico. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 9, p. 2595-2600, dez. 2009.

AMIGO, L.; FONTECHA, J. Milk | Goat Milk. In: FUQUAY, J. W., FOX P. F.; MCSWEENEY, P. L. H. (eds.), **Encyclopedia of Dairy Sciences**, 2 ed., v. 3, San Diego: Academic Press, 2011. p. 484-493.

ATTAIE, R.; RICHTER, R. L. Size distribution of fat globules in goat milk. **Journal of Dairy Science**, v. 83, n. 5, p. 940-944, 2000.

BOžANIĆ, R.; TRATNIK, L.; DRGALIĆ, I. **Kozje mlijeko: karakteristike i moguænosti (Goat's milk: characteristics and possibility)**. Mljekarstvo (Dairy), v. 52, p. 207-237, 2002.

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e do Abastecimento. Aprova Regulamento Técnico de Produção, Identidade e Qualidade de Leite de Cabra. Instrução Normativa nº 37, de 18 de setembro de 2002. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 8 nov. 2000, Seção 1, Página 23.

BRASIL, Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Aprova Regulamento Técnico de Produção, Identidade e Qualidade do Leite tipo A, do Leite tipo B, do Leite tipo C, do Leite Pasteurizado e do Leite Cru Refrigerado e o Regulamento Técnico da Coleta de Leite Cru Refrigerado e seu Transporte a Granel. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 20 set. 2002, Seção 1, Página 13.

BRENNEMAN, J. C. Basics of Food Allergy. **Charles C. Thomas Publ.**, Springfield, p. 170-174, 1978.

CEBALLOS, L. S., et al. Composition of goat and cow milk produced under similar conditions and analyzed by identical methodology. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 22, p. 322–329, 2009.

CHACÓN VILLALOBOS, A. Aspectos nutricionales de la leche de cabra (*Capra hircus*) y sus variaciones em el proceso agroindustrial. **Agronomía Mesoamericana**, Alajuela, v. 16, n. 2, p. 239-252, 2005.

CHANDAN, R. C.; ATTAIE, R.; SHAHANI, K. M. Nutritional aspects of goat milk and its products. In: **V Internacional Conference of Goats**. New Delhi, 1992, v. 2, p. 399.

FOX, P. F.; HOYNES, M. C. T. Heat stability characteristics of ovine, caprine and equine milks. **Journal of Dairy Research**, v. 43, n. 3, p. 433-442, 1976.

HAENLEIN, G. F. W.; CACESSE, R. Goat milk versus cow milk. In: HAENLEIN, G. F. W.; ACE, D. L. **Extension Goat Handbook**. Washington: ASDA Publications, 1984, p. 1-3.

HAENLEIN, G. F. W. Nutritional value of dairy products of ewe and goat milk. In: **Proceedings of the IDF/CIRVAL Seminar Production and Utilization of Ewe and Goat Milk**. Crete; Brussels: Internat. Dairy Fed. Publ., 1996, v. 9603, p. 159-178.

HAENLEIN, G. F. W. Goat milk in human nutrition. **Small Ruminant Research**, v. 51, p. 154-163, 2004.

HAENLEIN, G. F. W.; WENDORFF, W. L. Sheepmilk – Production and utilization of sheep milk. In: PARK, Y. W.; HAENLEIN, G. F. W. **Handbook of Milk of Non-Bovine Mammals.** Oxford: Blackwell Publishing Professional, 2006, p. 137-194.

HERNÁNDEZ-LEDESMA, B; RAMOS, M.; GÓMEZ-RUIZ, J. A. Bioactive components of ovine and caprine cheese whey. **Research Institute of Food Science** (CIAL, CSIC-UAM). Nicolás Cabrera 9. Campus de la Universidad Autónoma de Madrid. 28049 Madrid, Spain.

JAUBERT, G.; KALANTZOPOULOS, G. Quality of goat cheese and other products. In: **Proceedings of the Sixth International Conference of Goats**. Beijing: International Academic Publishers, 1996, v. 1, p. 274.

JENNESS, R. Composition and Characteristics of Goat Milk: Review 1968-1979. **Journal of Dairy Science**, v. 63, n. 10, p. 1605-1630, 1980.

JUAREZ, M.; RAMOS, M. Physico-chemical characteristics of goat milk as distinct to those of cow milk. In: **Proceedings of the IDF Seminar Production and Utilization of Ewe's and Goat's Milk**. Athens: International Dairy Federation, 1986, bulletin n. 202, p. 54-67.

KUNZ, C., et al. Oligosaccharides in human milk: Structural, functional and metabolic aspects. **Annual Review in Nutrition**, v. 20, p. 699-722, 2000.

MARTIN, P., et al. Non-bovine caseins, quantitative variability and molecular diversity. In: FOX, P. F.; MCSWEENEY, P. L. H. **Advances in Dairy Chemistry**. New York: Kluwer Academic/Plenum Publishers, 2003, v. 1, p. 277-310.

MORGAN, F., et al. Characteristic of goat milk collected from small and medium enterprises in Greece, Portugal and France. **Small Ruminant Research**, v. 47, p. 39-49, 2003.

MOWLEM, A. Marketing goat dairy produce in the UK. **Small Ruminant Research**, v. 60, p. 207-213, 2005.

OLALLA, M., et al. Nitrogen fractions of Andalusian goat milk compared to similar types of commercial milk. **Food Chemistry**, v. 113, p. 835-838, 2009.

PANDYA, A. J.; GHODKE, K. M. Goat and sheep milk products other than cheeses and yoghurt. **Small Ruminant Research**, v. 68, p. 193-206, 2007.

PARK, Y. W. Hypo-allergenic and therapeutic signiûcance of goat milk. **Small Ruminant Research**, v. 14, p. 151-159, 1994.

PARK, Y. W. Minor Species Milk. In: PARK, Y. W., HAENLEIN, G. F. W. **Handbook of Milk of Non-bovine Mammals**. Oxford: Blackwell Publishing Professional, 2006. p. 393-406.

PARK, Y. W., et al. Physico-chemical characteristics of goat and sheep milk. **Small Ruminant Research**, v. 68, p. 88-113, 2007.

PARKASH, S.; JENNESS, R. The Composition and Characteristics of Goat Milk: a review. **Dairy Science Abstracts**, v. 30, p. 67-75, 1968.

RECIO, I.; VISSER, S. Antibacterial and binding characteristics of bovine, ovine and caprine lactoferins: a comparative study. **International Dairy Journal**, v. 10, p. 597-605, 2000.

RIBEIRO, E. L. A.; RIBEIRO, H. J. S. S. Uso nutricional e terapêutico do leite de cabra. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 22, n.2, p. 229-235, jul./dez. 2001.

RIBEIRO, A. C.; RIBEIRO, S. D. A. Specialty products made from goat milk. **Small Ruminant Research,** v. 89, p. 225-233, 2010.

RICHARDSON, C. W. Let's learn about dairy goats and goat's milk. **Cooperative Extension Service** (Oklahoma State University), Oklahoma, boletin nº 424, 2004.

RODRIGUEZ, V. A.; CRAVERO, B. F.; ALONSO, A. Proceso de elaboración de yogur deslactosado de leche de cabra. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 28 (Supl.), p. 109-115, dez. 2008.

SANTILLO, A., et. al. Role of indigenous enzymes in proteolysis of casein in caprine milk. **International Dairy Journal**, v. 19, p. 655-660, 2009.

SLAČANAC, V., et al. Nutritional and therapeutic value of fermented caprine milk. **International Journal of Dairy Technology**, v. 63, n. 2, p. 171-189, mai. 2010.

UNIVERSITY OF MARYLAND. **National Goat Handbook**. Maryland, 1992. Disponível em: <http://www.inform.umd.edu/EdRes/Topic/AgrEnv/ndd/goat/>. Acesso em: 05 dezembro 2010.

VARGAS, M., et al. Physicochemical and sensory characteristics of yoghurt produced from mixtures of cows' and goats' milk. **International Dairy Journal**, v. 18, p. 1146-1152, 2008.

WALKER, V. B. Therapeutic uses of goat's milk in modem medicine. Br. **Goat Society's Yearbook**, v. 24-26, p. 23-26, 1965.