



## Gordura protegida e perfil de ácidos graxos do leite de cabra: Uma revisão

*Fat protected and profile of fatty acids goat milk: a review*

Isak Samir de Sousa Lima<sup>1</sup>; Bruno Spindola Garcez<sup>2</sup>; Arnaud Azevedo Alves<sup>3</sup>; Flávio Carvalho Aquino<sup>4</sup>; Laylson Silva Borges<sup>5</sup>; Wanderson Fiares Carvalho<sup>6</sup>

<sup>1</sup>Médico Veterinário, Pós-graduando na Universidade Federal do Piauí – e-mail: isak.ufpi@gmail.com

<sup>2</sup>Médico Veterinário, Universidade Estadual do Piauí – e-mail: brunosgarcez@veterinario.med.br

<sup>3</sup>Engenheiro Agrônomo, Universidade Federal do Piauí – e-mail: arnaud@ufpi.edu.br

<sup>4</sup>Engenheiro Agrônomo, Pós-graduando na Universidade Federal do Piauí – e-mail: flaviophbakino@hotmail.com

<sup>5</sup>Zootecnista, Pós-graduando na Universidade Federal do Piauí – e-mail: laylson\_borges@hotmail.com

<sup>6</sup>Zootecnista, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí – e-mail: fiareszootec@outlook.com.br

**RESUMO** - Objetivou-se com essa revisão discutir a relação entre a gordura protegida no rúmen e o perfil de ácidos graxos do leite de cabra. O leite de cabra é um alimento que merece destaque por fornecer nutrientes essenciais para o bom funcionamento do organismo, no entanto, o uso do mesmo na alimentação humana apresenta restrições quanto à presença de ácidos graxos associados a problemas de saúde vinculados a distúrbios alimentares. Os ácidos graxos insaturados e poliinsaturados apresentam efeitos positivos sobre a ocorrência de enfermidades, enquanto os ácidos graxos saturados têm sido descrito como fator desencadeante de doenças em seres humanos. O uso de gordura protegida na alimentação de ruminantes pode melhorar o perfil de ácidos graxos do leite de cabra, pois possibilita um maior aporte de ácidos graxos para o intestino e glândula mamária.

**Palavras-chaves:** biohidrogenação, composição, lipídeos

**ABSTRACT** - The objective of this review to discuss the relationship between fat protected in the rumen and the profile of fatty acids of goat milk. Goat's milk is a food that should be highlighted to provide nutrients essential for good functioning of the body, however, the use of it in food presents restrictions for the presence of fatty acids associated with health problems related to eating disorders. Unsaturated and polyunsaturated fatty acids have positive effects on the occurrence of diseases, while saturated fatty acids have been described as triggering factor for disease in humans. The use of protected fat in ruminant feed improve the profile of fatty acids of goat milk, as it allows a supllpy greater of fatty acids into the intestine and mammary gland.

**Key-words:** biohydrogenation, composition, lipids

Autor para correspondência: e-mail: \* isak.ufpi@gmail.com

Recebido em 20.04.2016. Aceito em 27.12.2016

http

## Introdução

A produção de caprinos ganha destaque no agronegócio brasileiro, com um efetivo em torno de 9 milhões de animais, concentrados principalmente na região Nordeste (90%) (IBGE, 2013). O Brasil é o maior produtor de leite de cabra da América do Sul, com cerca de 148.000 t/ano (FAO, 2011), no entanto, a produção média do rebanho brasileiro ainda é muito baixa quando comparada a de países da Europa (NUNES DA SILVA et al., 2013).

Em consequência do grande crescimento populacional e do aumento da renda média da população, a demanda por produtos de origem animal cresce constantemente, gerando a busca pela produção e processamento de alimentos certificados. Tal fato não é diferente para o leite caprino, que também necessita da aplicação de métodos e tecnologias para obtenção de padrões de qualidade (RAYNAL-LJUTOVAC et al., 2008) o que pode, desmistificar esse alimento como pouco palatável.

O leite de cabra é um alimento que apresenta efeitos benéficos para a manutenção da saúde, dos processos fisiológicos, principalmente, para crianças e idosos por apresentar melhor digestibilidade intestinal da gordura, em virtude do menor tamanho dos glóbulos de gordura e possuir menor concentração de proteínas alergênicas em relação ao leite de

vaca (SILANIKOVE et al., 2010), além de ser usado como matéria prima para fabricação de queijos sofisticados, o que estimula o consumo pela população (GOMES et al., 2015), destacando seu potencial no mercado (RIBEIRO; RIBEIRO, 2010).

Embora considerado um alimento funcional, com propriedades nutracêuticas, a gordura do leite caprino não representa uma boa fonte de ácidos graxos do grupo ômega-3 ou ômega-6 (BOMFIM et al., 2007). Além disso, suas indicações nutricionais tem sofrido impacto negativo, uma vez que os ácidos graxos saturados são associados à elevação dos níveis séricos de colesterol e ao risco de doenças cardíacas (FERNANDES et al., 2008).

Esse perfil de ácidos graxos pode ser alterado por modificações na dieta, com o uso de fontes lipídicas, o que constitui uma alternativa para modificar a composição do leite, por aumento da concentração de ácidos graxos essenciais, tais como, o ácido linoléico conjugado (CLA), ômega-3 e ômega-6 (NOVELLO et al., 2008).

Entretanto, os efeitos da microbiota ruminal sobre o perfil lipídico da dieta alteram a composição de ácidos graxos passíveis de absorção no intestino delgado e influenciam diretamente sua incorporação nos produtos de origem animal como o leite (OLIVEIRA et al., 2004).

Para evitar a modificação desses ácidos graxos, a proteção das fontes lipídicas incorporadas na dieta, inibindo a ação dos microrganismos ruminais, pode ser uma alternativa para melhorar o valor nutricional do leite. Assim, o objetivo desse trabalho é discutir a relação entre a gordura protegida no rúmen e o perfil de ácidos graxos do leite de cabra.

### **Aspectos gerais sobre o leite de cabra**

O consumo de leite caprino é maior por pessoas que buscam uma dieta equilibrada, pois o mesmo confere elevada quantidade de nutrientes essenciais à manutenção das necessidades nutricionais (PEREIRA et al., 2009). O leite de cabra apresenta em sua composição características peculiares que o diferencia do leite bovino, tais como, estrutura dos glóbulos de gordura, composição de cadeias proteicas e perfil de ácidos graxos (PARK et al., 2007). Essas peculiaridades caracterizam-no como alimento funcional, com melhor valor nutritivo e terapêutico, tornando-se inferior apenas ao leite humano (FLORES-CÓRDOVA et al., 2009).

Com relação às propriedades físico-químicas, organolépticas e nutricionais o leite possui algumas particularidades. Possui coloração mais esbranquiçada que o leite de vaca, devido à ausência de  $\beta$ -caroteno (pró-vitamina A) (PARK et al., 2006), com conteúdo de proteína elevado, além de altos teores de nitrogênio não

proteico e menos nitrogênio ligado à caseína do que o leite de ovelha e vaca. Os lipídeos, presentes no leite em forma de glóbulos, apresentam estrutura e tamanho diferenciados, com teores elevados de ácidos graxos de cadeia média (35%), quando comparado ao leite bovino (17%) (HAENLEIN, 2004).

O leite de cabra é rico em vitaminas e minerais com maior teor de cálcio, cobre, manganês e zinco que o leite de ovelha, possui níveis de selênio similares ao leite humano e maiores que o de vaca e supre adequadamente a necessidade de vitamina A, niacina, tiamina, riboflavina e pantotênico em crianças (PARK et al., 2007). Ressalta-se que a produção e a qualidade do leite podem variar em função de diversos fatores, com destaque à alimentação, que tem sido um fator preponderante na manipulação da sua composição (COSTA et al., 2009).

A produção de leite de cabra com melhor valor nutritivo pode promover benefícios ao produtor, pela oportunidade de agregar valor ao produto, a indústria, por promover maior rendimento de derivados, e ao consumidor, pela qualidade do produto final consumido (CORDEIRO; CORDEIRO, 2008).

### **Metabolismo lipídico no rúmen**

O uso de lipídeos na alimentação animal é intensificado pelo intuito de promover mudanças químicas, físicas e

sensoriais em produtos de origem animal, além do interesse na busca da produção de componentes alimentares benéficos a saúde humana (COSTA et al., 2009). As fontes lipídicas em dietas para animais ruminantes, compostas em sua maioria por sementes de oleaginosas, contém em maior proporção ácidos graxos insaturados, sendo estes, parcialmente hidrogenados pelas bactérias do rúmen no processo denominado biohidrogenação (ARRUDA et al., 2012), o que afeta a incorporação dos mesmos nos produtos finais.

A lipólise é o processo que inicia o metabolismo dos lipídeos no rúmen, sendo essencial para a liberação de ácidos graxos livres a partir de ésteres para permitir a biohidrogenação, que é responsável pela redução do número de ligações duplas na cadeia de carbono dos ácidos graxos (Figura 1) (BUCCIONI et al., 2012).

Por possuírem características anfífilas, os ácidos graxos insaturados aumentam a fluidez das membranas, sendo

tóxicos para a população microbiana do rúmen, principalmente para bactérias gram (+), metanogênicas e protozoários. Para reduzir esses efeitos, os microrganismos passam a realizar o processo de biohidrogenação, por adição de íons hidrogênio as duplas ligações presentes na estrutura do ácido graxo, levando a sua saturação (PALMQUIST; MATTOS, 2006).

O passo inicial para a biohidrogenação de ácidos graxos insaturados é a isomerização que converte a dupla ligação *cis*-12 para o seu isômero *trans*-11 (OLIVEIRA et al., 2004), sendo necessário que os mesmos estejam em sua forma livre. Para o ácido linoleico, ocorre a redução da ligação *cis*, com a formação do ácido vacênico (C18:1 *trans*-11).

O último passo no processo de biohidrogenação é a redução final do ácido vacênico com a formação do ácido esteárico (C18:0) (HARFOOT; HAZLEWOOD, 1988).



**Figura 1** – Esquema de lipólise e biohidrogenação (Adaptado de JENKINS, 1993).

Dentre os microrganismos, as bactérias são os principais responsáveis pelo processo de biohidrogenação, enquanto que a contribuição dos protozoários é insignificante (SINGH; HAWKE, 1979). As bactérias responsáveis por esse processo podem ser divididas em dois grupos: o primeiro grupo converte ácido linoléico (C18:2) e ácido linolênico (C18:3) a ácido transvacênico (*trans*-11 C18:1), com pequenas quantidades de outros isômeros e o segundo é capaz de biohidrogenar uma grande extensão de *cis* e *trans* C18:1 a C18:0 (DEMEYER; DOREAU, 1999). Os fungos também possuem a capacidade de biohidrogenação, embora a quantidade seja inferior a das bactérias, tendo como produto final o ácido vacênico (NAM; GARNSWORTHY, 2007).

O pH ruminal apresenta importante papel no metabolismo lipídico ruminal, onde taxas de lipólise e biohidrogenação

são menores em dietas com alta proporção de carboidratos não estruturais, decorrente da queda de pH (VAN NEVEL; DEMEYER, 1996), resultando em maior escape de ácidos graxos insaturados. O baixo pH do rúmen pode afetar a etapa final da biohidrogenação, onde o *trans*-C18:1 é convertido a ácido esteárico (DEMEYER; DOREAU, 1999). Fuentes et al. (2011) observaram que a diminuição do pH reduziu a lipólise dos ácidos linoléico e linolênico, bem como sua biohidrogenação aparente, resultando na acumulação desses ácidos e na redução do ácido esteárico.

A extensão da lipólise é dependente também da natureza do lipídeo da dieta, sendo que fontes oriundas de plantas são quase que completamente hidrolisados (em torno de 90%), em comparação aos lipídeos de origem animal (em torno de 50%) (CHURCH, 1993). Chow et al. (2004) observaram que a inclusão de óleo de peixe na dieta de ruminantes não influenciou a

lipólise ou biohidrogenação dos ácidos linoléico e linolênico, no entanto houve redução na saturação completa de ambos os ácidos, com influência sobre a formação de intermediários durante o processo, resultando em menor quantidade de ácido esteárico (C18:0) e aumento de ácido linoléico conjugado (*cis*-9, *trans*-11 C18:2).

### **Gordura protegida e perfil de ácidos graxos do leite de cabra**

Durante o processo de saponificação (hidrólise) dos ácidos graxos de cadeia longa, ocorre a formação de sais de cálcio, os quais se associam aos ácidos graxos de cadeia longa, tornando-os inertes no rúmen e impossibilitados de exercer efeitos deletérios aos microrganismos ruminais. Assim, dietas contendo elevadas proporções desses sais podem aumentar a densidade energética das mesmas, com efeitos mínimos na fermentação ruminal (SOUZA et al., 2014). Atualmente existe uma escassez de informações associadas ao uso da gordura inerte no rúmen sobre a produção e composição do leite de cabra, tornando imprescindíveis as discussões que abordem esse aspecto (GOMES et al., 2015).

As gorduras protegidas são as fontes lipídicas que tem apresentado melhores resultados para características produtivas, e por isso tem sido bastante recomendadas. Além de não prejudicar o consumo dos nutrientes, não causam redução na

digestibilidade dos mesmos, com melhor aproveitamento pelo animal, já que sua absorção ocorre principalmente a nível intestinal (FERREIRA et al., 2009).

Os ácidos graxos essenciais podem ser fornecidos na forma inerte para reduzir o efeito da biohidrogenação sobre os mesmos no rúmen. Esse fato deve-se a elevada estabilidade térmica e em meio aquoso desses compostos que leva a baixa degradação no rúmen, com pH ligeiramente ácido (6,2). No abomaso, a redução do pH para valores entre 2-3, promove o desdobramento da gordura e liberação dos ácidos graxos e íons de cálcio para o intestino, sendo posteriormente absorvidos e levados pela corrente sanguínea (CHURCH; DWIGHT, 2002).

A gordura presente no leite de cabras recebe restrições por possuir alta proporção de ácidos graxos saturados, os quais estão relacionados à ocorrência de modificações da gordura da dieta no trato gastrointestinal desses animais (OLIVEIRA et al., 2004). Além disso, o leite caprino apresenta elevado teor de ácidos graxos de cadeia média (capróico, caprílico e cáprico), que são responsáveis pelo sabor e odor característico do leite (MORGAN; GABORIT, 2001), o que pode diminuir a aceitação sensorial do mesmo por parte da população não habituada ao seu consumo (ALVES et al., 2009). Para aumentar os níveis de ácidos graxos benéficos no leite, à

ingestão de alimentos ricos em ácidos graxos poliinsaturados por caprinos e os fatores que diminuem a sua hidrogenação no rúmen tem sido estudados e seus resultados bem sucedidos (SANZ SAMPELAYO et al., 2004). Gomes et al. (2015) verificaram alterações no perfil lipídico do leite com adição de níveis de sais

de cálcio de ácidos graxos no concentrado de cabras da raça Saanen, com efeito linear positivo para os ácidos graxos linoléico (C18:2), linoléico conjugado (CLA) (*cis*-9, *trans*-11 C18:2), ômega-6 ( $\omega$ -6) e poliinsaturados, enquanto que as concentrações de ácidos graxos de cadeia média teve efeito linear negativo (Tabela 1).

**Tabela 1** – Perfil de ácidos graxos no leite de cabras Saanen alimentadas com diferentes proporções de sais de cálcio no concentrado (Adaptado de GOMES et al., 2015).

Ácidos graxos (g100 <sup>g</sup> -1)	Níveis de sais de cálcio de ácidos graxos <sup>1</sup>				p-Valor
	0.0%	1.5%	3.0%	4.5%	
18:2n6c linoléico	5.75	5.27	7.83	7.28	0.01 <sup>a</sup>
Ácido linoléico conjugado CLA	6.03	5.39	7.96	7.56	0.01 <sup>b</sup>
N-6. ômega 6	6.68	6.32	8.76	8.34	0.02 <sup>c</sup>
Ácidos graxos saturados	69.70	69.36	68.49	65.33	0.18
Ácidos graxos monoinsaturados	22.64	23.55	21.31	22.34	0.61
Ácidos graxos poliinsaturados	7.75	7.21	9.90	9.59	0.001 <sup>d</sup>
Ácidos graxos de cadeia curta	18.91	18.98	18.78	18.02	0.60
Ácidos graxos de cadeia média	27.55	27.36	25.89	24.76	0.04 <sup>e</sup>
Ácidos graxos de cadeia longa	53.67	53.83	54.90	54.25	0.78

<sup>1</sup>Níveis de sais de cálcio de ácidos graxos derivados de óleo de soja em adição ao concentrado

<sup>a</sup>Equação de regressão:  $Y = 5.46 + 0.48x$ ;  $r^2 = 0.57$ .

<sup>b</sup>Equação de regressão:  $Y = 5.66 + 0.48x$ ;  $r^2 = 0.57$ .

<sup>c</sup>Equação de regressão:  $Y = 5.66 + 0.48x$ ;  $r^2 = 0.57$ .

<sup>d</sup>Equação de regressão:  $Y = 7.38 + 0.55x$ ;  $r^2 = 0.63$ .

<sup>e</sup>Equação de regressão:  $Y = 27.86 - 0.65x$ ;  $r^2 = 0.93$ .

A redução nos níveis de ácido cáprico e mirístico, considerados como ácidos graxos saturados, pode melhorar o sabor do leite de cabra (CHILLIARD et al., 2003), além de apresentar relevância para nutrição humana, uma vez que, podem ocasionar aumento na concentração plasmática de lipoproteína de baixa densidade (LDL) (GOMES et al., 2015). Por outro lado, tem sido demonstrado em

diversos estudos que os AGPs presentes nesse leite estão associados à redução do colesterol e a menor incidência de acidente vascular cerebral (LIMA et al., 2000) e riscos de doenças cardíacas (CASTRO et al., 2004).

A administração de AGPs em pacientes com insuficiência cardíaca crônica diminuiu a incidência de óbitos em 2% (59 pacientes) em relação ao grupo

controle (FERREIRA et al., 2009). Iacomo e Dougherty (1991) relataram que uma dieta com alta proporção (10,8%) de ácido linoléico diminuiu o colesterol total em 15% e LDL em 22% sem produzir alteração na concentração plasmática de HDL (lipoproteína de alta densidade). Miura et al. (2008) avaliaram a pressão arterial de 4680 indivíduos submetidos a dieta contendo ácido linoléico e verificaram que a mesma pode contribuir para o controle da pressão arterial.

O efeito de dietas concentradas contendo diferentes níveis de gordura protegida (0, 9 e 12%) e enriquecida com AGPs, sobre a composição de ácidos graxos do leite de cabras foi avaliada por Sanz Sampelayo et al. (2002), que observaram menores proporções de ácidos graxos

## Referências

1. ALVES, L. L.; RICHARDS, N.S.P.; BECKER, L.V.; ANDRADE, D.F.; MILANI, L.I.G.; REZER, A.P.S.; SCIPIONI, G.C. Aceitação sensorial e caracterização de *frozen yogurt* de leite de cabra com adição de cultura probiótica e prebiótico. **Ciência Rural**, v.39, n.9, p.2595- 2600, 2009.

2. ARRUDA, P. C. L. ; PEREIRA, E. S.; PIMENTEL, P. G.; BOMFIM, M.A.D.; MIZUBUTI, I.Y.; RIBEIRO, E.L.A.; FONTENELE, R.M.; REGADAS FILHO, J.G.L. Perfil de ácidos graxos no *Longissimus dorsi* de cordeiros Santa Inês alimentados com diferentes níveis energéticos. **Semina. Ciências Agrárias**, v.33, n.3, p.1229-1240, 2012.

3. BOMFIM, M. A. D.; LANNA, D. P. D.; OLIVARDO F.; RODRIGUES, M.T.; GOMES, G.M.F.; PEREIRA, L.P.S. Efeito da manipulação dos teores de ácidos graxos sobre

saturados no leite de cabras consumindo dieta contendo 12% de gordura protegida. Por outro lado, as concentrações de ácidos graxos monoinsaturados e poliinsaturados foram maiores no leite desses mesmos animais.

## Considerações Finais

O leite de cabra é considerado um alimento nutracêutico, com benefícios a saúde humana por possuir nutrientes que participam ativamente dos processos fisiológicos no organismo. Diante do exposto, fica em evidência a importância de maior suporte de pesquisas envolvendo a busca pela melhoria do perfil de ácidos graxos do leite caprino, pois o mesmo possui características relevantes do ponto de vista nutricional e que podem ser intensificadas por meio da dieta.

o potencial funcional da gordura do leite de cabra para a nutrição e saúde humana. In: CONGRESSO PANAMERICANO DO LEITE, 9., Porto Alegre, 2007. Anais... Coronel Pacheco: Embrapa Gado de Leite, 2006. p.209-213. 2007.

4. BUCCIONI, A.; DECANDIAB, M.; MINIERIA, S.; MOLLE, G.; CABIDDU, A. Lipid metabolism in the rumen: New insights on lipolysis and biohydrogenation with an emphasis on the role of endogenous plant factors. **Animal Feed Science and Technology**, v.174, n.2, p.1-25, 2012.

5. CASTRO, L.C.V.; FRANCESCHINI, S.C.C.; PRIORE, S.E.; PELÚZIO, M.C.G. Nutrition and cardiovascular diseases: the risk markers in adults. **Revista de Nutrição**, v.17, n.3, p.369-377, 2004.

6. CHILLIARD, Y.; FERLAY, A.; ROUEL, J.; LAMBERET, G. A review of nutritional and physiological factors affecting goat milk lipid synthesis and lipolysis. **Journal Dairy Science**, v.86, n.5, p.1751–1770, 2003.
7. CHOW, T.T.; FIEVEZ, V.; MOLONEY, A.P.; RAES, K.; DEMEYER, D.; DE SMET, S. Effect of fish oil on in vitro rumen lipolysis, apparent biohydrogenation of linoleic and linolenic acid and accumulation of biohydrogenation intermediates. **Animal Feed Science and Technology**, v.112, n.2, p.79–105, 2004.
8. CHURCH, D.C. The ruminant animal: Digestive, physiology and nutrition. Englewood Cliffs: Simon e Schuster, 1993. 543p.
9. CHURCH; DWIGHT, C. O. Megalac-r, rumen bypass fat. EFA Alert Research Summary. p.28, 2002.
10. CORDEIRO, P. R. C.; CORDEIRO, A. G. P. C. Estruturação da cadeia produtiva do leite caprino. XII Seminário Nordeste de Pecuária, 2008.
11. COSTA, R. G.; QUEIROGA, R. C. R. E.; PEREIRA, R. A. G. Influência do alimento na produção e qualidade do leite de cabra. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.307-321, 2009.
12. DEMEYER, D.; DOREAU, M. Targets and procedures for altering ruminant meat and milk lipids. **Proceedings of the Nutrition Society**, v.58, n.3, p.593-607, 1999.
13. FERNANDES, M. F.; QUEIROGA, R. C. R. E.; MEDEIROS, A. N.; MEDEIROS, A.N.; COSTA.; BOMFIM, M.A.D.; BRAGA, A.A. Características físico-químicas e perfil lipídico do leite de cabras mestiças Moxotó alimentadas com dietas suplementadas com óleo de semente de algodão ou de girassol. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.4, p.703-710, 2008.
14. FERREIRA, C. B.; SANTOS L. A.; AGUIAR V. A.; MEDEIROS, S.L.S. Utilização de gordura inerte na dieta de ruminantes. II Semana de Ciência e Tecnologia do IFMG campus Bambuí II Jornada Científica. 2009.
15. FERREIRA, S.M.A.; ISSA, V.S.; BOCCHI, E.A. Ácidos graxos poliinsaturados em pacientes com insuficiência cardíaca crônica. **Revista da Associação Médica Brasileira**, v.55, n.2, p.97, 2009.
- FLORES-CÓRDOVA, M.A.; LEAL, R.P.; BASURTO-SOTELO, M.; JURADO-GUERRA, M.D.R. La leche de cabra y su importancia en la nutrición. **Tecnociencia Chihuahua**, v.3, n.2, p.107-113, 2009.
16. FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION – FAO (2011). Faostat. Disponível em: <[http://faostat3.fao.org/faostat-gateway/go/to/search/\\*E](http://faostat3.fao.org/faostat-gateway/go/to/search/*E)>. Acesso em: 09 Jun. 2016.
17. FUENTES, M.C.; CALSAMIGLIA, S.; FIEVEZ, V.; BLANCH, M.; MERCADAL, D. Effect of pH on ruminal fermentation and biohydrogenation of diets rich in omega-3 or omega-6 fatty acids in continuous culture of ruminal fluid. **Animal Feed Science Technology**, v.169, n.2, p.35-45, 2011.
18. GOMES, L.C.; ALCALDE, C.R.; SANTOS, G.T.; FEIHRMANN, A.C.; MOLINA, B.S.L.; GRANDE, P.A.; VALLOTO, A.A. Concentrate with calcium salts of fatty acids increases the concentration of polyunsaturated fatty acids in milk produced by dairy goats. **Small Ruminant Research**, v.124, p. 81-88, 2015.
19. HAENLEIN, G.F.W. Goat milk in human nutrition. **Small Ruminant Research**, v.51, n.2, p.155–163, 2004.
20. HARFOOT, C.G.; HAZLEWOOD, G.P. Lipid metabolism in the rumen. In: HOBSON, P.N. The rumen microbial ecosystem. New York: Elsevier, 1988. p.285-322.
21. IACONO, J.M.; DOUGHERTY, R.M. Lack of effect of linoleic acid on the high density-lipoprotein-cholesterol fraction of plasma lipoproteins. **American Journal of Clinical Nutrition**, v.53, n.3, p.660-664, 1991.
22. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Produção Pecuária Municipal, Rio de Janeiro, v.41, p.1–108, 2013.

23. JENKINS, T.C. Lipid metabolism in the rumen. **Journal Dairy Science**, v.76, n.13, p.3851–3863, 1993.
24. LIMA, F.E.L.; MENEZES, T.N.; TAVARES, M.P.; SZARFARC, S.C.; FISBERG, R.M. Ácidos graxos e doenças cardiovasculares: uma revisão. **Revista de Nutrição**, v.13, n.2, p.73-80, 2000.
25. MIURA, K.; STAMLER, J.; NAKAGAWA H. International Study of Macro - Micronutrients and Blood Pressure Research Group: Relationship of dietary linoleic acid to blood pressure. The International Study of Macro-Micronutrients and Blood Pressure. **Hypertension**, v.52, n.3, p.408-414, 2008.
26. MORGAN, F.; GABORIT, P. The typical flavour of goat milk products: technological aspects. **International Journal of Dairy Technology**, v.54, n.1, p.38-40, 2001.
27. NAM, I.S.; GARNSWORTHY, P.C. Biohydrogenation of linoleic acid by rumen fungi compared with rumen bacteria. **Journal of Applied Microbiology**, v.103, n.3, p.551–556, 2007.
28. NOVELLO, D.; FRANCESCHINI, P.; QUINTILIANO, D.A.A. A importância dos ácidos graxos ômega-3 e ômega-6 para a prevenção de doenças e na saúde humana. **Revista Salus**, v.2, n.1, p.77-87, 2008.
29. NUNES DA SILVA, E.M.; SOUZA, B.B.; SILVA, G.A.; AZEVEDO, S.S.; LOPES, J.J. Caracterização dos sistemas produtivos de leite de cabra nos cariris paraibano. **Caatinga**, v.26, n.1, p.55-63, 2013.
30. OLIVEIRA, S.G.; SIMAS, J.M.C.; SANTOS, F.A.P. Principais aspectos relacionados às alterações no perfil de ácidos graxos na gordura do leite de ruminantes. **Archives of Veterinary Science**, v. 9, n.1, p. 73-80, 2004.
31. PALMQUIST, D. L.; MATTOS, W. R. S. Metabolismo de Lipídeos, In: BERCHIELI, T. T.; PIRES, A. V.; OLIVEIRA, S, G, (Eds.) **Nutrição de Ruminantes**, Jaboticabal: Funep, p. 287-310. 2006.
32. PARK Y.W. Minor species milk. In: PARK Y.W.; HAENLEIN G.F.W. **Handbook of Milk of Non-bovine Mammals**. Blackwell Publishing Professional, Oxford, UK/Ames, Iowa, 2006. p.393-406.
33. PARK, Y.M.; JUÁREZ, M.; RAMOS, M.; HAENLEIN, G.F.W. Physico-chemical characteristics of goat and sheep milk. **Small Ruminant Research**, v. 68, n.2, p. 88-113, 2007.
34. PEREIRA, G.F.; GRACINDO, A.P.A.C.; TINOCO, A.F.F.; OLIVEIRA, P.H.M.; RANGEL, A.H.N. Perfil de ácidos graxos no leite de cabras alimentadas com níveis crescentes de feno de flor-de-seda. **Revista Caatinga**, v.22, n.3, p. 206-210, 2009.
35. RAYNAL-LJUTOVAC, K.; LAGRIFFOUL, G.; PACCARD, P.; CHILLIARD, Y. Composition of goat and sheep milk products: An update. **Small Ruminant Research**, v.79, n.1, p.57-72, 2008. RIBEIRO, A. C.; RIBEIRO, S. D. A. Specialty products made from goat milk. **Small Ruminant Research**, v. 89, n.2, p. 225-233, 2010.
36. SANZ SAMPELAYO, M.R.; ALONSO, J.J.M.; PÉREZ, L.; GIL EXTREMERA, F.; BOZA, J. Dietary supplements for lactating goats by polyunsaturated fatty acid-rich protected fat. Effects after supplement withdrawal. **Journal of Dairy Science**, v.87, n.6, p.1976-1802, 2004.
37. SANZ SAMPELAYO, M.R.; PÉREZ, L.; MARTÍN ALONSO, J.J.; GIL EXTREMERA, F.; BOZA, J. Effects of concentrates with different contents of protected fat rich in PUFAs on the performance lactating Granadina goats. Part II: Milk production and composition. **Small Ruminant Research**, v.43, n.2, p.141–148, 2002.
38. SILANIKOVE, N.; LEITNER, G.; MERIN, U.; PROSSER, C.G. Recent advances in exploiting goat's milk: quality, safety and production aspects. **Small Ruminant Research**, v.89, n.2-3, p.110–124, 2010.

39. SINGH, S.; HAWKE, J.C. The in vitro lipolysis and biohydrogenation of monogalactosyldiglyceride by whole rumen content and its fractions. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.30, n.6, p.603–612, 1979.

40. SOUZA, R.; ALCALDE, C.R.; HYGINO, B.; MOLINA, B.S.L.; SANTOS, G.T.; GOMES, L.C. Effects of dietary energy levels using calcium salts of fatty acids on nutritive value of diets and milk quality in peripartum

dairy goats. **Ciência e Agrotecnologia**, v.38, n.3, p.286–294, 2014.

41. VAN NEVEL, C.J.; DEMEYER, D.I. Influence of pH on lipolysis and biohydrogenation of soybean oil by rumen contents in vitro. **Reproduction Nutrition Development**, v.36, n.1, p.53–63, 1996.