

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
PROGRAMA DE DOUTORADO INTEGRADO EM ZOOTECNIA**

**IMPACTO DO SISTEMA DE ALIMENTAÇÃO SOBRE A QUALIDADE DO
LEITE E DO QUEIJO DE CAPRINOS NO SEMIÁRIDO**

FRANCISCO CESINO DE MEDEIROS JUNIOR

AREIA - PB

2014



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
PROGRAMA DE DOUTORADO INTEGRADO EM ZOOTECNIA

**IMPACTO DO SISTEMA DE ALIMENTAÇÃO SOBRE A QUALIDADE DO
LEITE E DO QUEIJO DE CAPRINOS NO SEMIÁRIDO**

FRANCISCO CESINO DE MEDEIROS JUNIOR
Bacharel em Agroindústria

AREIA - PB

2014

FRANCISCO CESINO DE MEDEIROS JUNIOR

**IMPACTO DO SISTEMA DE ALIMENTAÇÃO SOBRE A QUALIDADE DO
LEITE E DO QUEIJO DE CAPRINOS NO SEMIÁRIDO**

Tese apresentada ao Programa de Doutorado em
Zootecnia da Universidade Federal da Paraíba,
Universidade Federal Rural de Pernambuco e
Universidade Federal do Ceará como requisito
parcial para obtenção do título de Doutor em
Zootecnia.

Área de Concentração: Produção Animal

Comitê de Orientação:

Prof^a. Dr^a. Rita de Cássia Ramos do Egypto Queiroga – CCS/UFPB

Prof^o. Dr. Ariosvaldo Nunes Medeiros – CCA/UFPB

Prof^a. Dr^a. Maria de Fátima Vanderlei de Souza – CCS/UFPB

AREIA - PB

2014



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

PARECER DE DEFESA DO TRABALHO DE TESE

TÍTULO: “Impacto do sistema de alimentação sobre a qualidade do leite e do queijo de caprinos no Semiárido”

AUTOR: Francisco Cesino de Medeiros Junior

ORIENTADORA: Profa. Dra. Rita de Cássia Ramos do Egypto Queiroga

J U L G A M E N T O

CONCEITO: APROVADO

EXAMINADORES:

Profa. Dra. Rita de Cássia Ramos do Egypto Queiroga
Presidente
Universidade Federal da Paraíba

Profa. Dra. Tatiane Santi Gadelha
Examinadora
Universidade Federal da Paraíba

Profa. Dra. Marta Suely Madruga
Examinadora
Universidade Federal da Paraíba

Prof. Dr. Roberto Germano Costa
Examinador
Universidade Federal da Paraíba

Proa. Dra. Ana Sancha Malveira Batista
Examinadora
Universidade Federal do Vale do Acaraú

Areia, 11 de julho de 2014

*Ficha Catalográfica Elaborada na Seção de Processos Técnicos da
Biblioteca Setorial do CCA, UFPB, campus II, Areia – PB.*

M488i Medeiros Júnior, Francisco Cesino de.

**Impacto do sistema de alimentação sobre a qualidade do leite e do
queijo de caprinos no semiárido / Francisco Cesino de Medeiros Júnior. -
Areia: UFPB/CCA, 2014.**

89 f.

Tese (Doutorado em Zootecnia) - Centro de Ciências Agrárias. Universidade
Federal da Paraíba, Areia, 2014.

Bibliografia.

Orientadora: Rita de Cássia Ramos do Egypto Queiroga.

*1. Caprinos – Sistema de alimentação 2. Leite de caprinos –
Qualidade 2. Queijo de caprinos – Qualidade 3. Ovinos*

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

Francisco Cesino de Medeiros Junior, filho dos agricultores Francisco Cesino de Medeiros e Maria Pereira da Costa Medeiros, nascido em 04 de junho de 1987, na cidade de Caicó, Rio Grande do Norte, Brasil. Concluiu o ensino fundamental na Escola Estadual Dr. Fernando Abbott, localizada em São Gabriel – Rio Grande do Sul, no ano de 2001 e o ensino médio no Colégio Diocesano Seridoense, localizado em Caicó – RN, no ano de 2004. Iniciou no ano de 2005 o Curso de Bacharelado em Agroindústria no Centro de Ciências Humanas, Sociais e Agrárias da Universidade Federal da Paraíba. Quando acadêmico do curso de Agroindústria, participou de projetos de monitoria, extensão e iniciação científica, concluindo a graduação em fevereiro de 2009. Em março de 2009 ingressou no Programa de Mestrado em Tecnologia Agroalimentar pela Universidade Federal da Paraíba, no qual foi aluno bolsista da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, na linha de pesquisa de Processos e Tecnologia de Produtos Agroalimentares, concluindo em fevereiro de 2011. Iniciou o curso de Doutorado Integrado em Zootecnia em março de 2011, no qual foi aluno bolsista do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq, na área de Produção Animal, realizando suas atividades acadêmicas até a presente data.

“A maior herança que o pai pode deixar ao filho é o estudo.”

Maria Pereira da Costa Medeiros (mãe)

DEDICATÓRIA

Em primeiro lugar a Deus.

Aos meus pais, Francisco Cesino de Medeiros e Maria Pereira da Costa Medeiros, pelo amor, incentivo, educação e conhecimentos morais transmitidos. Com certeza vocês são o motivo maior da minha total dedicação aos estudos.

A minha orientadora, Prof^a. Dr^a. Rita de Cássia Ramos do Egypto Queiroga pelos ensinamentos profissionais e pessoais, uma verdadeira mãe.

Aos meus segundos pais Francisco Gomes (Sr. Chiquinho) e Maria Desterro e família, pelo acolhimento, confiança, afeto e amizade.

A minha família.

Agradecimentos

A Deus, por existir.

A minha orientadora, professora, conselheira, amiga e mãe, Prof^a. Dr^a. Rita de Cássia Ramos do Egypto Queiroga, pelos ensinamentos, orientações, reflexões, estímulos, amizade e principalmente paciência, muito obrigado.

Ao Centro de Ciências Agrárias (CCA), Campus II da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), pela oportunidade de cursar o Doutorado Integrado em Zootecnia (PDIZ).

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa de Doutorado.

Ao produtor Diógenes José Borges Batista e família por ter aberto a porteira da sua propriedade literalmente, um dos maiores aprendizados da minha vida. Obrigado pela parceria.

Aos professores Esmeralda Paranhos dos Santos, Edvaldo Mesquita Beltrão Filho e George Rodrigo Beltrão da Cruz pela confiança.

Aos professores Ariosvaldo Nunes Medeiros, Ana Sancha Malveira Batista e Maria de Fátima Vanderlei de Souza pelas orientações em suas respectivas áreas.

Aos professores e funcionários que atuaram diretamente no Programa de Doutorado Integrado em Zootecnia (CCA/UFPB), transmitindo conhecimentos e ensinamentos.

A Estação experimental de São João do Cariri-PB/CCA/UFPB pela logística e acolhimento.

Ao Laboratório de Análise Química de Alimentos (LAQA/UFPB), em nome da Prof^a. Dr^a. Marta Suely Madruga e da técnica Taliana Bezerra.

Ao Laboratório de Microbiologia de Alimentos (DN/CCS/UFPB) em nome da Prof^a. Dr^a. Maria Lúcia da Conceição.

Ao Laboratório de Fitoquímica (DCF/CCS/UFPB) em nome da Prof^a. Dr^a. Maria de Fátima Vanderlei de Souza, Técnico Raimundo Nonato e do Doutorando Otemberg Chaves.

Ao Laboratório Multiusuário de Caracterização e Análise - Central Analítica da UFPB (LMCA - UFPB) da Universidade Federal da Paraíba, em nome do Prof^o. Dr. Josean Fechine Tavares e técnico Vicente Carlos.

A Faculdade de Medicina Veterinária (FMV), Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, Portugal, em nome do Prof^o. Dr. Rui José Branquinho de Bessa, pela realização da análise de quantificação de isômeros de CLA em queijos.

Em especial, aos colegas e amigos, José Wagner, Humberto Cardoso, Messias Silva, Andressa Moraes, Otemberg Chaves, Kataryne Árabe e Renan Oliveira vocês foram fundamentais nos momentos mais difíceis.

Aos colegas: Aldivan Alves, Mariana Lima, Francinilda Sousa, Beatriz Dantas, Gabriel Branco, Josinaldo Araújo, Claudio Júnior, Romildo Neves, José Mauricio, Eduardo Vasconcelos (técnico), Sr. Heronides (técnico), Fabrício Havy, Maria Elieidy, Bárbara Nascimento, Quênia Gramile, Andre Luiz, Janaina Sousa, Ilsa Cunha, Amanda Sant'ana, Janne Leite, Yasmim Regis, Suellen Gonçalves, José Evangelista, Francieli Araújo, Fabrícia França, Gabriela Morais, Alberto Costa, Jéssica Maciel, Milen Souza e a equipe da sensorial pelo apoio e convivência.

A todos os colegas da Pós-Graduação em Zootecnia (CCA/UFPB), em especial a turma do Doutorado Integrado de 2011.1.

E a todos que, contribuíram de forma direta ou indireta na execução deste projeto.

Meus sinceros agradecimentos!

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS.....	i
LISTA DE FIGURAS.....	ii
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS.....	iv
RESUMO GERAL.....	v
ABSTRACT.....	vi
 CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....	 01
 Capítulo 1 Metabólitos secundários em plantas da Caatinga.....	 04
Resumo.....	05
Abstract.....	05
1. Introdução.....	06
2. Metabólitos secundários.....	07
3. Classes dos metabólitos.....	09
3.1. Compostos Fenólicos.....	10
3.1.1. Flavonoides.....	11
3.1.2. Taninos.....	12
3.2. Alcaloides.....	14
3.3. Terpenos.....	15
3.4. Esteroides.....	17
3.5. Saponinas.....	18
4. Bioma Caatinga.....	19
4.1. Catingueira.....	20
4.2. Pereiro.....	21
4.3. Marmeleiro.....	23
4.4. Algaroba.....	24
5. Influência dos compostos secundários na qualidade do leite e derivados.....	25
6. Considerações finais.....	27

	Referências.....	27
Capítulo 2	Rastreabilidade dos metabólitos secundários por triagem fitoquímica e RMN¹H em sistema de alimentação de caprinos do Semiárido.....	34
	Resumo.....	35
	Abstract.....	35
	Introdução.....	35
	Parte Experimental.....	37
	Seleção e coleta das plantas.....	37
	Extração dos componentes da planta, extrusa ruminal, leite e queijo.....	37
	Prospecção fitoquímica do extrato etanólico bruto.....	38
	Análise dos espectros de Ressonância Magnética Nuclear.....	38
	Resultados e Discussão.....	38
	Conclusão.....	46
	Agradecimentos.....	46
	Referências.....	56
Capítulo 3	Influência do sistema de alimentação na qualidade do leite e do queijo de cabras no Semiárido.....	50
	Resumo.....	51
	Abstract.....	51
	1. Introdução.....	52
	2. Material e Métodos.....	54
	2.1. Ensaio experimental, animais e dietas.....	54
	2.2. Elaboração do queijo de Coalho elaborado com leite de cabra....	55
	2.3. Análises físico-químicas do leite e do queijo.....	56
	2.4. Avaliação da qualidade física dos queijos.....	56
	2.5. Análise de ácidos graxos.....	57
	2.6. Análise Sensorial.....	58
	2.7. Análises estatísticas.....	58
	3. Resultados e Discussão.....	59

3.1. Análise físico-química.....	59
3.2. Perfil de ácidos graxos do leite e do queijo.....	61
3.3. Análise sensorial.....	65
4. Conclusão.....	67
Agradecimentos.....	67
Referências.....	67
 CONSIDERAÇÕES FINAIS E IMPLICAÇÕES.....	 83
 APÊNDICE A - Ficha para caracterização por <i>Screening</i> fitoquímico de classes de compostos secundários.....	 84
APÊNDICE B - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) utilizado na análise sensorial do leite e queijo tipo Coalho caprino.....	 85
APÊNDICE C - Formulário do teste de Análise Descritiva Quantitativo de leite caprino.....	 86
APÊNDICE D - Formulário do teste de Análise Descritiva Quantitativo de queijo Coalho caprino.....	 87
ANEXO - Parecer do comitê de ética em pesquisa com seres humanos - UFPB.....	 88

LISTA DE TABELAS

Capítulo 1	Tabela 1. Classificação dos principais terpenos encontrados nas plantas.....	16
Capítulo 2	Tabela 1. Prospecção fitoquímica em quatro espécies da Caatinga, extrusa do rúmen caprino, do leite e queijo caprino liofilizado.....	40
Capítulo 3	Tabela 1. Características físico-químicas e físicas (textura e cor) do leite e do queijo de cabras submetidas a dois sistemas de alimentação.....	77
	Tabela 2. Perfil dos ácidos graxos majoritários de queijos de leite caprino em dois sistemas de alimentação.....	78
	Tabela 3. Relações entre ácidos graxos saturados (AGS), monoinsaturados (AGMI) e ácidos graxos poli-insaturados (AGPI).....	80
	Tabela 4. Caracterização dos isômeros CLA (% Total de CLA) em queijos de leite caprino em dois sistemas de alimentação.....	81

LISTA DE FIGURAS

Capítulo 1	Figura 1. Fatores que influenciam na formação de metabólitos secundários de uma planta.....	09
	Figura 2. Principais vias do metabolismo secundário e suas interligações.....	10
	Figura 3. Estrutura química dos flavonoides.....	11
	Figura 4. Estrutura química do tanino hidrolisado.....	13
	Figura 5. Estrutura química de um tanino condensado: trímero de epicatequina.....	14
	Figura 6. Exemplos da estrutura química de um alcaloide (Senecionina).....	14
	Figura 7. Estrutura química de uma saponina (protodioscina).....	18
	Figura 8. Planta adulta, folhas, flor e frutos da Catingueira (<i>Caesalpinia pyramidalis</i> Tul.).....	21
	Figura 9. Planta adulta, folhas e frutos do Pereiro (<i>Aspidosperma pyrifolium</i> Mart.).....	22
	Figura 10. Planta adulta, folhas e flor do Marmeleiro (<i>Croton sonderianus</i> Muell.).....	23
	Figura 11. Planta adulta, flor, folhas e fruto da Algaroba (<i>Prosopis juliflora</i>).....	25
Capítulo 2	Figura 1. Espectros de RMN ¹ H da espécie Pereiro (<i>Aspidosperma pyrifolium</i>).....	42
	Figura 2. Espectros de RMN ¹ H da espécie Catingueira (<i>Caesalpinia pyramidalis</i>).....	43
	Figura 3. Espectros de RMN ¹ H da espécie Marmeleiro (<i>Croton sonderianus</i>).....	43
	Figura 4. Espectros de RMN ¹ H da espécie Algaroba (<i>Prosopis juliflora</i>).....	44
	Figura 5. Espectros de RMN ¹ H do material da extrusa ruminal.....	44

	Figura 6. Espectros de RMN ¹ H da fração hexônica do leite de cabras a pasto (CDCl ₃ , 200MHz).....	45
	Figura 7. Espectros de RMN ¹ H da fração hexônica do queijo de cabras a pasto (CDCl ₃ , 200MHz).....	45
Capítulo 3	Figura 1. Características sensoriais do leite (a) e do queijo (b) de cabras em dois sistemas de alimentação: (sistema a pasto —) e (sistema confinado - - -).....	82

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ADQ	Análise Descritiva Quantitativa
AG	Ácidos Graxos
AGSCC	Ácidos Graxos Saturados de Cadeia Curta
AGSCL	Ácidos Graxos Saturados de Cadeia Longa
AGPI	Ácidos Graxos Poli-insaturados
AOAC	Association of Official Analytical Chemists
CLA	Ácido Linoleico Conjugado
EEB	Extrato Etanólico Bruto
EST	Extrato Seco Total
GES	Gordura no Extrato Seco
LMCA	Laboratório Multiusuário de Caracterização e Análise
NRC	National Research Council
RMN¹H	Ressonância Magnética Nuclear de Hidrogênio

RESUMO GERAL

Produtos lácteos constituem-se importante fonte alimentar, em especial, oriundos de animais alimentados a pasto cuja qualidade nutricional, sensorial e funcional é diferenciada para a saúde humana. Desta forma, o objetivo desta pesquisa foi avaliar o impacto do sistema de alimentação sobre a qualidade do leite e do queijo de caprinos no Semiárido. Foram utilizadas 24 cabras mestiças da raça Parda Alpina, divididas em dois grupos de 12 animais de acordo com o sistema de alimentação: confinado e a pasto. Foi realizado rastreamento das classes de metabólitos secundários mediante a caracterização da presença destes constituintes por triagem fitoquímica e RMN¹H das plantas até o leite e queijo. Também foram avaliadas as características físico-químicas, perfil de ácidos graxos e sensoriais do leite e do queijo de cabras em dois sistemas de alimentação: a pasto e confinado. Nas espécies vegetais estudadas, a prospecção fitoquímica constatou a presença de vários metabólitos secundários, com destaque para a predominância dos flavonoides, esteroides e triterpenos evidenciado pela RMN¹H, no entanto, apenas flavonoides permanecem presentes no leite e queijo. Entre as variáveis físico-químicas analisadas, a alimentação a pasto influenciou no conteúdo de gordura do leite e do queijo e, consequentemente, no perfil lipídico com aumento dos ácidos graxos insaturados e diminuição dos saturados em relação ao leite e queijo de cabras alimentadas a pasto, sendo também observada diferença sensorial apenas para sabor aromático do leite. Dietas a base de pasto proporcionam melhoria na composição da composição da gordura e sabor do leite.

Palavras-chave: Alimentos funcionais, Caatinga, cabras, compostos bioativos, derivados lácteos

ABSTRACT

Dairy products are an important food source, especially from animals fed on pasture whose nutritional, sensory and functional quality is differentiated to human health. Thus, the objective of this research was to evaluate the impact of the feeding system on the quality of milk and cheese from goats in the Brazilian semiarid. Confined and grazing: 24 crossbred goats breed Alpine and divided into two groups of 12 animals according to the food system were used. Trace classes of secondary metabolites was performed by characterizing the presence of these constituents by RMN¹H and phytochemical screening of plants to milk and cheese. We evaluated the physicochemical characteristics profile of milk fatty acids and sensory and goats cheese in two feeding systems: grazing and confined. In the species studied, the phytochemical found the presence of various secondary metabolites, highlighting the predominance of flavonoids, steroids and triterpenes evidenced by RMN¹H, however, remain only flavonoids present in milk and cheese. Among the physicochemical variables, feeding on pasture influenced the fat content of milk and cheese and thus lipid profile with an increase in unsaturated fatty acids and decreased saturated for milk and cheese from goats fed on pasture , being also observed sensory difference only for aromatic flavor of milk. Diets based on pasture provide improvement in the composition of the fat composition and taste of milk.

Keywords: Bioactive compounds, Caatinga, dairy products, functional foods, goats

CONSIDERAÇÕES INICIAIS

No cenário atual de desenvolvimento econômico mundial e brasileiro, a caprinocultura leiteira vem sendo apontada como atividade próspera, que proporciona papel socioeconômico importante nas diversas regiões, gerando renda e excelente fonte alimentar. Contudo, somente em alguns países, esta atividade apresenta expressão econômica, desenvolvida na maioria dos casos, de forma empírica e extensiva, com baixo nível tecnológico e consequente pequena produtividade e rentabilidade. No entanto, possui a capacidade de fornecer alimentos de alta qualidade em diversas condições climáticas, sendo vista como fonte sustentável de grande importância para as regiões Áridas e Semiáridas.

O acréscimo de substâncias nutracêuticas e nutrientes essenciais a dieta, concomitante ao estilo de vida saudável, apresenta-se fundamental na prevenção de doenças cardiovasculares e cancerígenas. Portanto, a combinação de micronutrientes, antioxidantes, substâncias fitoquímicas e fibras presentes nos alimentos constitui a principal causa da redução do risco de desenvolvimento desses tipos de enfermidades, principalmente, relacionadas à ação das substâncias bioativas presentes nestes alimentos denominados funcionais.

Neste contexto, os produtos lácteos constituem relevante fonte alimentar por suas características nutricionais, que também os classificam com representativo potencial funcional. Portanto, o leite é uma matriz alimentar da qual é possível obter grande diversidade de produtos com valor agregado, por meio de processos tecnológicos diferenciados permitindo a elaboração de queijos, doces, iogurtes e etc. Entre os lácteos, aqueles obtidos de animais mantidos em sistema a pasto, destacam-se pela qualidade nutricional e funcional. Assim, o tipo de vegetação pode exercer efeito sobre a composição química e nutritiva do leite e derivados de forma sazonal, o que proporciona a estes lácteos, propriedades nutritivas e características sensoriais peculiares.

Na região Nordeste do Brasil, cujo grande percentual de seu território está em condições semiáridas, a pastagem nativa é utilizada na alimentação de animais em períodos chuvosos e período de escassez. A vegetação principal é a Caatinga, em que ruminantes de pequeno porte são mantidos predominantemente em sistema extensivo,

tendo como fonte alimentar a forragem oriunda da vegetação nativa, prática esta, comum entre pequenos produtores.

Na região Semiárida, a pastagem natural é formada pelo bioma “Caatinga” rica em espécies forrageiras, em seus três estratos: herbáceo, arbustivo e arbóreo, que participam significativamente da composição da dieta dos ruminantes. No entanto, a maior disponibilidade de forragem ocorre na estação chuvosa, fornecida pelo estrato herbáceo. À medida que se caracteriza o período de estiagem, as folhas senescentes das plantas lenhosas são incorporadas à dieta dos animais, que em determinado período, podem representar o único recurso forrageiro disponível em alguns tipos de Caatinga. Entre as espécies existentes nesta vegetação, a Catingueira, Marmeleiro e Pereiro são consideradas as principais.

As plantas produzem uma enorme variedade de metabólitos secundários, com diversas funções, tais como a proteção contra patógenos microbianos, defesa natural para os animais de pasto ou como inibidores de germinação de sementes de pré-colheita. Em alimentos provenientes de animais a pasto, como o leite e queijo, estas substâncias podem afetar as características físicas, químicas e organolépticas em função do acúmulo destes constituintes. Portanto, a utilização de dietas ricas em forrageiras através do pastoreio por ruminantes podem ser manipulados de várias maneiras, e o uso dos recursos locais fornece viabilidade econômica, com produção de leite convertido em qualidade de produtos artesanais, proporcionando desta forma, melhores condições econômicas e sociais para a comunidade rural.

Estudos que avaliem o impacto do sistema de alimentação da qualidade do leite e do queijo se fazem necessários pelo interesse que despertam, por parte dos pesquisadores, em produzir alimentos de origem animal diferenciados e pela demanda do mercado consumidor em obter tais produtos. Estas pesquisas visam a melhoria das características físico-químicas, em especial, um melhor perfil de lipídico, assim como a obtenção de características sensoriais mais atrativas e com propriedades funcionais, sendo esta última, cada vez mais valorizada pelos consumidores e muitas vezes determinante, na escolha dos alimentos.

Portanto, a agregação de valor gerada pelo conhecimento e elaboração de produtos diferenciados, como produtos de animais a pasto, podem ajudar no desenvolvimento socioeconômico da agricultura familiar na região Semiárida do Brasil, ação estratégica tanto para o produtor, que pode planejar a produção, utilizando

variáveis do manejo nutricional, como para a indústria processadora devido à sua importância sobre a qualidade dos derivados lácteos.

A presente pesquisa objetivou avaliar o impacto do sistema de alimentação na qualidade do leite caprino e do queijo produzido no Semiárido. Foram utilizadas 24 cabras mestiças da raça Parda Alpina, divididas em dois grupos de 12 animais de acordo com o sistema de alimentação: confinado e a pasto. Um rastreamento dos metabólitos secundários foi realizado das plantas utilizadas na alimentação, extrusa do rúmen, do leite e do queijo, assim como, uma avaliação da influência do sistema de alimentação na qualidade do leite e do queijo quanto aos aspectos físico-químicos, perfil lipídico e sensorial.

O Capítulo I apresenta uma breve revisão sobre os metabólitos secundários em plantas da Caatinga, abordando as principais classes de constituintes como flavonoides, taninos, alcaloides, terpenos, esteroides e saponinas. No Capítulo II são abordados os resultados do rastreamento dos metabólitos secundários por triagem fitoquímica e RMN¹H em sistema de alimentação de caprinos a pasto no Semiárido. O Capítulo III aborda os resultados do efeito do sistema de alimentação sobre a qualidade físico-química, perfil lipídico e sensorial do leite e do queijo de cabras no Semiárido.

Capítulo I

Metabólitos secundários em plantas da Caatinga

Revisão elaborada de acordo com as normas exigidas para submissão à Revista
Caatinga

METABÓLITOS SECUNDÁRIOS EM PLANTAS DA CAATINGA

RESUMO - Metabólitos secundários são substâncias advindas de diversas rotas biossintéticas restritas a determinados grupos de organismos, como alcaloides, saponinas, flavonoides, taninos, esteroides e triterpenos. Na nutrição humana, destacam-se na nutracêutica, pela prevenção de doenças participando como compostos bioativos com potencial funcional dos alimentos. Dentre os biomas brasileiros, a Caatinga, é caracterizada por uma vegetação natural do Semiárido do Brasil, rica em espécies forrageiras, em seus três estratos: herbáceo, arbustivo e arbóreo, que no período de estiagem, suas folhas senescentes são incorporadas à dieta dos animais, podendo representar o único recurso forrageiro disponível nesta região. Neste cenário, os alimentos provenientes dos animais a base de dietas composta de espécies da Caatinga merecem atenção especial, em função da riqueza das substâncias secundárias existentes nas plantas deste bioma. Desta forma, esta revisão enfoca informações científicas atuais relacionadas à caracterização de classes fitoquímicas e sua ocorrência em espécies vegetais do Semiárido, proporcionando uma visão geral da presença destes constituintes no Bioma Caatinga.

Palavras-chave: Flavonoides, Substâncias bioativas. Taninos.

SECONDARY METABOLITES IN PLANTS OF CAATINGA

ABSTRACT - Secondary metabolites are substances that come from various restricted to certain groups of organisms, such as alkaloids, saponins, flavonoids, tannins, steroids and triterpene biosynthetic pathways. In human nutrition, nutraceutical stand-in for the disease prevention participating as practical potential of bioactive food compounds. Among the Brazilian biomes, the Caatinga is characterized by a semiarid natural vegetation of Brazil, rich in forage species in its three strata: herbaceous, shrubs and trees, which in the dry season, their senescent leaves are incorporated into the diet of animals and may represent the only available forage resource in this region. In this scenario, food from animal based diets consisting of Caatinga species deserve special attention, because of the wealth of existing secondary substances in plants of this biome. Thus, this review focuses on current scientific information related to the

characterization of phytochemical classes and their occurrence in the semiarid plant species, providing an overview of the presence of these constituents in the Caatinga.

Keywords: Bioactive substances. Flavonoids. Tannins.

1. INTRODUÇÃO

Os seres vivos apresentam como característica a presença de atividade metabólica e inúmeras reações químicas que ocorrem no interior de suas células, o que é definido como metabolismo. Nas plantas, o metabolismo é classificado em primário e secundário. Classificam-se como parte do metabolismo primário, as substâncias comuns aos seres vivos e essenciais no que diz respeito à manutenção de suas células (proteínas, carboidratos, lipídeos e ácidos nucleicos). Produtos do metabolismo secundário compreendem substâncias advindas de diversas rotas biossintéticas e que se restringem a determinados grupos de organismos. Embora, não sejam consideradas essenciais para o organismo produtor, garantem benefícios para sua sobrevivência e preservação da espécie em seu ecossistema (ACOSTA et al., 2014). Os vegetais, em relação ao metabolismo secundário, possuem elevada capacidade biossintética, tanto em relação ao número de substâncias produzidas quanto à sua diversidade numa mesma espécie (SIMÕES et al., 2007).

O metabolismo primário vegetal (fotossíntese) tem função essencial para a planta, já o secundário se destaca na chamada área nutracêutica, caracterizada como uma área emergente, na qual a prevenção de doenças é combatida com base na alimentação do indivíduo, através dos chamados alimentos funcionais. Alguns alimentos de origem vegetal apresentam carotenoides e flavonoides derivados do metabolismo secundário e que, agem como antioxidantes na prevenção de doenças (ACOSTA et al., 2014).

A flora brasileira diferencia-se por apresentar inúmeras espécies vegetais, isto devido não só à vasta extensão territorial como também à diversidade das condições climáticas. Embora algumas sejam pouco conhecidas, são potencialmente benéficas e outras já foram incorporadas ao hábito alimentar do brasileiro. Sabe-se que o acréscimo de substâncias nutracêuticas e nutrientes essenciais a uma dieta, concomitante com um estilo de vida saudável, é fundamental na prevenção e/ou cura de enfermidades crônicas não transmissíveis como as doenças cardiovasculares, diabetes mellitus e diferentes tipos de câncer (BALASUNDRAM et al., 2006).

Na região Nordeste do Brasil, detentora de grande parte de condições semiáridas, a pastagem nativa é utilizada para alimentação de animais em períodos chuvosos e período de escassez. A vegetação predominante desta região é a Caatinga e, o sistema de produção comumente utilizado pelos produtores, principalmente, de pequeno porte, é o de pastejo extensivo, com o animal solto no pasto pela manhã e recolhido a noite, o que faz com que a fonte de alimentação básica seja à Caatinga, uma vez que não é comum a prática de formação de pastagem para criação de caprinos e ovinos (FORMIGA et al., 2012).

O bioma Caatinga é considerado um mosaico de vegetação arbustiva e manchas de floresta seca, reconhecido como uma floresta tropical sazonal árida no Nordeste do Brasil. Este bioma único, com aproximadamente 800,000 km² se constitui por mais de 1500 espécies de plantas, incluindo uma diversidade de endemias, ou seja, aproximadamente 1/3 da flora da Caatinga é formada de espécies endêmicas. Formada por arbustos e pequenas árvores, em sua maioria espinhosa e caducifólia, com queda das folhas no início o período seco, este bioma tem em sua composição plantas anuais, bromélias, cactos e constituintes herbáceos formados por gramíneas e dicotiledôneas (SANTOS et al., 2010; ALBUQUERQUE et al., 2012).

Assim, é importante conhecer a caracterização de classes fitoquímicas e sua ocorrência em espécies vegetais do Semiárido, proporcionando uma visão geral da presença destes constituintes no bioma Caatinga.

2. METABÓLITOS SECUNDÁRIOS

O metabolismo pode ser definido como o conjunto de transformações das moléculas orgânicas, catalisadas por enzimas, nas células vivas, complementando o organismo de energia, melhorando suas moléculas e garantindo o encadeamento do estado organizado. Em função da presença de enzimas, estas reações possuem direção definida, estabelecendo, assim, rotas metabólicas fundamentais na disponibilidade de alguns nutrientes para satisfazer as exigências da célula. Além do metabolismo primário, nas plantas também são encontrados, os chamados metabolismos secundários que formam outras substâncias essenciais para a realização de funções vitais (LIMA JUNIOR et al., 2010).

Normalmente de estrutura complexa, os metabólitos secundários, apresentam baixo peso molecular, detém atividades biológicas marcantes e, contrariamente aos

metabólitos primários, são encontrados em baixas concentrações e em determinados grupos de plantas (FUMAGALI et al., 2008). No passado foram considerados produtos de excreção do vegetal, entretanto, entende-se que várias dessas substâncias estão diretamente relacionadas aos mecanismos que permitem a adequação do organismo produtor a seu meio. Dessa maneira, desperta grande interesse, tanto pelas atividades biológicas exercidas pelas plantas em resposta aos estímulos do meio ambiente, como pela imensa atividade farmacológica que possuem, destacando-se a importância comercial não apenas na área farmacêutica, como também na área de alimentos, de perfumaria, agronômica, entre outras (SIMÕES et al., 2007).

Os fatores bióticos estão entre os principais componentes do meio externo, possuem interação mediada por constituintes do metabolismo secundário. Sendo assim, estas substâncias secundárias presentes nas plantas, têm papel importantíssimo contra o ataque de patógenos, herbivoria, competição entre plantas e aproximação de organismos benéficos dentre eles os dispersores de semente, microrganismos simbiotes e polinizadores. Ainda destacam-se pela ação protetora em relação a estresses abióticos ligados a mudanças de temperatura, de luz, exposição a UV, conteúdo de água, deficiência e níveis de nutrientes minerais (BARTLEY et al., 1994).

As interações químicas que ocorrem, entre plantas e ambiente, fazem com que a síntese dos metabólitos secundários seja constantemente afetada por condições ambientais, sazonais e externas (KUTCHAN, 2001; ACAMOVIC; BROOKER, 2005; PATRA; SAXENA, 2010). Diversos fatores como: temperatura, altitude, ciclo fenológico da planta, sazonalidade, disponibilidade hídrica, radiação ultravioleta, nutrientes, poluição atmosférica e condução aos estímulos mecânicos ou ataque de patógenos alteram a composição e a quantidade destes metabólitos nas plantas (Figura 1). Durante o manejo destas plantas cuidados devem ser tomados quanto ao tipo de coleta, estabilização e armazenamento, fatores que também podem alterar o conteúdo final dos metabólitos (CALIXTO, 2000).

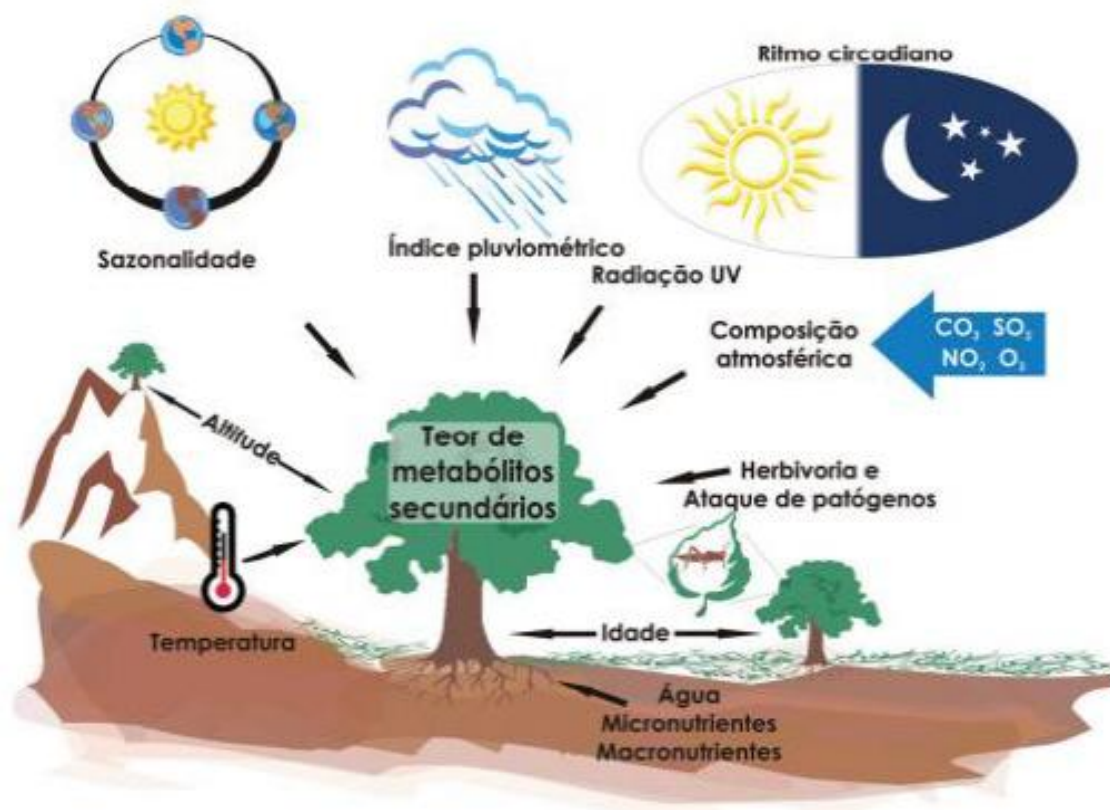


Figura 1. Fatores que influenciam na formação de metabólitos secundários de uma planta

Fonte: Gobbo-Neto e Lopes, 2007.

3. CLASSES DOS METABÓLITOS

Os metabólitos secundários são classificados em três grandes classes: compostos fenólicos (flavonoides, taninos, lignina); compostos nitrogenados (alcaloides, glicosídeos cianogênicos) e terpenos (saponinas). Os compostos fenólicos são derivados do ácido chiquímico ou ácido mevalônico. Os aminoácidos aromáticos (triptofano, tirosina), derivados do ácido chiquímico, são os precursores dos alcaloides, como mostra a Figura 2. Os terpenos podem originar-se a partir de algumas substâncias: ácido mevalônico - no citoplasma - ou a partir do piruvato e 3-fosfoglicerato - no cloroplasto (TAIZ; ZEIGER, 2009; BODAS et al., 2012).

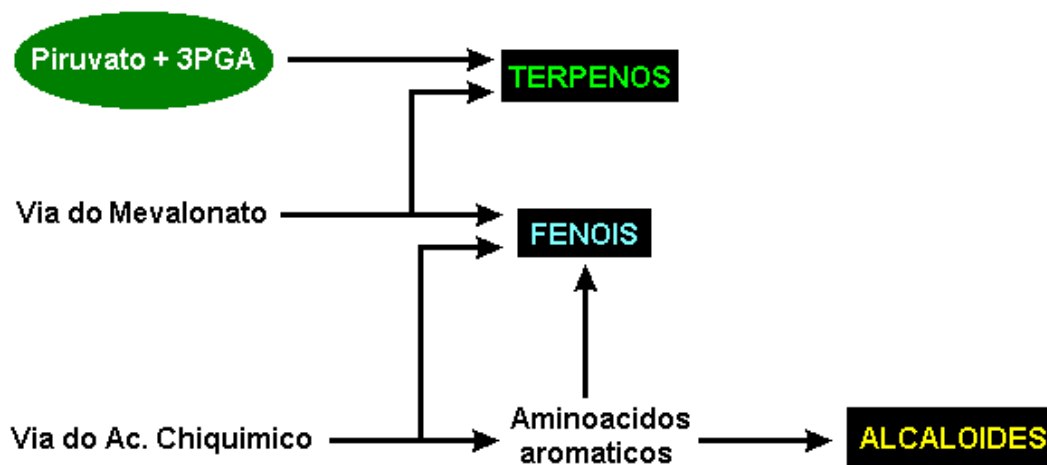


Figura 2. Principais vias do metabolismo secundário e suas interligações

Fonte: Peres, 2004

3.1. COMPOSTOS FENÓLICOS

Nas plantas, os fenólicos, são fundamentais no crescimento e reprodução dos vegetais, atuando também como agente antipatogênico e colaborando na sua pigmentação. Estas substâncias podem controlar a atividade das enzimas antioxidantes endógenas e detoxificantes, impedindo as enzimas produtoras de carcinógenos no sistema de detoxificação do organismo. O chá verde, por exemplo, contém os polifenóis reconhecidos por coibir o câncer, por bloquearem a formação de substâncias cancerígenas; anulando a ativação da carcinogênese e aumentando a detoxificação de agentes cancerígenos. Em alimentos, são responsáveis pela cor, adstringência, aroma e estabilidade oxidativa ((BALASUNDRAM et al., 2006; ACOSTA-ESTRADA et al., 2014).

Quanto à definição química, os compostos fenólicos são substâncias que apresentam ao menos um anel aromático, no qual um grupamento hidroxila substitui um hidrogênio deste mesmo anel. Tais substâncias são sintetizadas a partir de duas vias metabólicas principais: a via do ácido chiquímico e a via do ácido mevalônico, a qual é menos significativa (BODAS et al., 2012). São constituídos de moléculas simples com alto grau de polimerização, podendo estar presentes nos vegetais, na forma livre ou ligada a proteínas e açúcares (glicosídeos). É conhecida a existência de aproximadamente cinco mil fenóis, dentre eles, destacam-se os flavonoides, taninos, cumarinas, tocoferóis e ácidos fenólicos, fenóis simples e ligninas (BRAVO, 1998).

3.1.1. FLAVONOIDES

São substâncias aromáticas constituídas de 15 átomos de carbono (C15) no seu esqueleto básico. Este grupo de compostos polifenólicos apresenta estrutura comum caracterizada por dois anéis aromáticos (A e B) e um heterociclo oxigenado (anel C), formando um sistema C6-C3-C6 (Figura 3) (ARAÚJO et al., 2005). Diferentes tipos de flavonoides são encontrados em frutas, folhas, flores, sementes e em outras partes da planta na forma de glicosídeos ou agliconas, da mesma forma, em alimentos processados como chás e vinhos. Geralmente ocorrem nas partes aéreas de plantas de diferentes ecossistemas do mundo, estando ausentes apenas em organismos marinhos (ANGELO; JORGE, 2007).

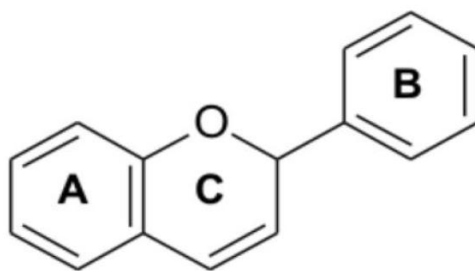


Figura 3. Estrutura química dos flavonoides

Fonte: Araújo et al., 2005

Os flavonoides são substâncias que desempenham importantes funções para os vegetais, tais como a proteção dos vegetais contra a incidência de raios ultravioleta e visível; proteção contra insetos, fungos, vírus e bactérias; atração de animais com finalidade de polinização (sendo a coloração das flores, um dos principais atrativos); antioxidantes; controle da ação de hormônios vegetais; agentes alelopáticos e inibidores de enzimas (TAIZ; ZEIGER, 2009).

Deste grupo, já estão identificadas mais de 8.000 substâncias, o que propõe ampla variação de combinações entre grupos metil e hidroxil como substituintes na estrutura química básica. Mediante o estado de oxidação da cadeia heterocíclica do pirano, tem-se variadas classes de flavonoides: flavonois, antocianinas, flavononas, flavonas, flavanas e isoflavonas, as quais apresentam múltiplas funções biológicas, como atividade anti-inflamatória, antitumoral e antioxidante, além de estarem relacionadas à longevidade e à redução na incidência de doenças cardiovasculares, quando consumidas rotineiramente (BALASUNDRAM et al., 2006; ACOSTA-ESTRADA et al., 2014).

Ademais, os flavonoides apresentam importantes propriedades biológicas (farmacológicas), incluindo, entre outras, ação hormonal, anti-hemorrágica e antialérgica. São, ainda, responsáveis pelo aumento da resistência capilar. Entretanto, o efeito mais importante é a propriedade antioxidante como sequestradores de radicais livres (PRIOR; CAO, 2000) e quelantes de metais capazes de catalisar a peroxidação de lipídeos (TERAO; PISKULA, 1999). Desta maneira, tanto a indústria quanto pesquisadores e consumidores têm demonstrado grande interesse a classe dos flavonoides pelo potencial papel na prevenção do câncer e doenças cardiovasculares.

3.1.2. TANINOS

São solúveis em água e com massa molecular variando de 500 a 3000 Dalton, os quais demonstram habilidades de formar aglomerados insolúveis em água com alcaloides, gelatinas e outras proteínas. São componentes gustativos importantes, por serem responsáveis pela adstringência de muitos frutos e produtos vegetais (HOSU et al., 2014). Nas plantas, os taninos representam um meio de defesa contra bactérias, vírus, fungos, estresse ambiental e ataque de herbívoros, podendo conceder à planta características importantes como odor repulsivo, gosto amargo, proporcionar intoxicações nos predadores ou representar um fator antinutricional (LIMA JUNIOR et al., 2010). Os mecanismos de ação possíveis dos taninos no organismo podem estar relacionados ao agrupamento com íons metálicos (ferro, manganês, vanádio, cobre, alumínio, cálcio, entre outros), habilidade de complexar com macromoléculas (proteínas e polissacarídeos) e atividade antioxidante e sequestradora de radicais livres (SIMÕES et al., 2007). No organismo humano tem função antioxidante, antisséptica, cicatrizante e vasoconstritora, assim como, quando em excesso reduz de forma significativa a biodisponibilidade mineral e a digestibilidade proteica da alimentação (BALASUNDRAM et al., 2006).

Os taninos estão divididos em dois grupos: taninos hidrolisáveis e condensados, cuja diferença consiste em função da estrutura química e da capacidade da mesma ser ou não hidrolisada (Oszmianski et al., 2007). Os taninos hidrolisáveis (Figura 4) são polímeros de ácido gálico (galitaninos) ou ácido elágico (elagitaninos), que podem ser detectados em maiores concentrações principalmente em cascas de árvores, madeiras, galhos e folhas (MUELLER-HARVEY, 2001).

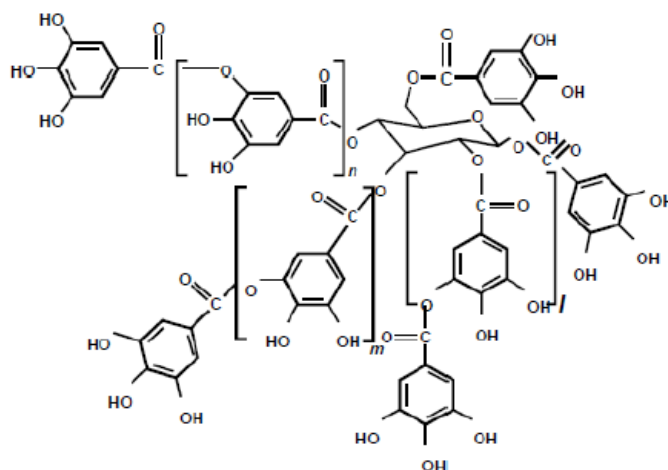


Figura 4. Estrutura química do tanino hidrolisado

Fonte: Nakamura et al., 2003

Os outros taninos são os condensados (Figura 5), que correspondem quimicamente a um grupo de polihidroxi-flavan-3-ol e exibem uma estrutura equivalente aos flavonoides, com coloração diversificando do vermelho ao marrom (SCHOFIELD et al., 2001). Nos alimentos, se destacam pela sua presença em baixas concentrações conferindo características sensoriais desejáveis, no entanto, em excesso, proporciona aos frutos, e outros alimentos, característica adstringente, a qual esta relacionada à propriedade que os taninos têm de precipitar proteínas presentes na saliva formando um complexo insolúvel caracterizado pela sensação adstringente (DEGÁSPARI et al., 2005). Esses alimentos podem apresentar ainda ação antioxidante, o que contribui para uma contínua melhoria da saúde humana, como o retardo do envelhecimento e a prevenção de certas doenças (ROESLER et al., 2007; WACH et al., 2007; SCHWAGER et al., 2008).

Os taninos, quando em altas concentrações, aproximadamente 5%, podem limitar o consumo do alimento por proporcionar uma menor palatabilidade da dieta, em função da adstringência; pela distensão física do rúmen, consequência da diminuição da digestão de matéria seca, em virtude da inibição da fermentação do rúmen pela formação de complexos com as proteínas e fibras e pela ligação com enzimas digestivas, dificultando sua ação catalítica; e pela resposta hormonal desencadeada mediante ligações dos taninos com a parede do intestino delgado (GETACHEW et al., 2000).

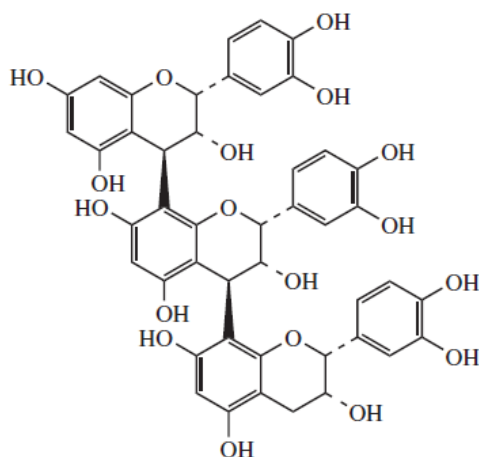


Figura 5. Estrutura química de um tanino condensado: trímero de epicatequina

Fonte: Dewick, 2009

3.2. ALCALOIDES

Substâncias químicas naturais, os alcaloides são compostos nitrogenados de caráter básico, origem vegetal e abundantes na natureza. Uma característica comum dessas substâncias é a presença de nitrogênio no anel carbônico, indicativo de que os alcaloides são derivados de aminoácidos (Figura 6). Em geral são compostos cristalinos, incolores, não voláteis, de sabor amargo, insolúveis em água e solúveis em álcool etílico, éter, clorofórmio, tetracloreto de carbono, álcool amílico e benzeno. Alguns são líquidos e solúveis em água, como a conina e a nicotina (TAIZ; ZEIGER, 2009).

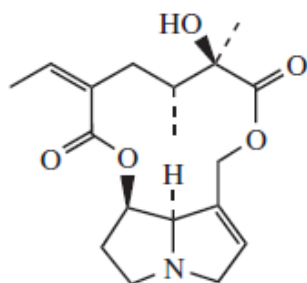


Figura 6. Exemplos da estrutura química de um alcaloide (Senecionina)

Fonte: Dewick, 2009

Os alcaloides são sintetizados no retículo endoplasmático concentrando-se em seguida, nos vacúolos. Sua presença pode ser verificada em papilionáceas, apocináceas, rubiáceas e ranunculáceas. Estas substâncias são aglomerados de acordo com o núcleo

do qual derivam, os mais simples são frequentemente encontrados, em várias espécies de plantas e os mais complexos (nicotina, cocaína, quinina etc.), que são considerados de caráter distintivo, por limitar-se a determinadas espécies. Sua função nas plantas está relacionada à defesa contra herbivoria (SIMÕES et al., 2007).

Denominado de aminoácido não-proteico, também possui efeitos tóxicos caracterizados por disfunções metabólicas como queda de pelos (alopecia), salivação, diminuição de peso e, menos frequente, atrofia de gengiva, catarata, bócio, ulcerações da língua e esôfago e infertilidade para ruminantes e não-ruminantes (TOKARNIA et al., 2000). Além da toxicidade para os herbívoros e redução da palatabilidade, a ação destes compostos também prejudica a ingestão e a digestibilidade das forragens, por apresentarem ação antimicrobiana, afetando assim, a atividade dos microrganismos do rúmen. No entanto, algumas bactérias do rúmen são capazes de degradar a mimosina e seus derivados como a *Synergistes jonesii* (OLIVEIRA et al., 2007).

3.3. TERPENOS

Os terpenos tem como unidade básica, uma molécula constituída de cinco carbonos denominada isopreno ou isopentenilpirofosfato. Sendo assim, estas substâncias são formadas e classificadas mediante a junção sucessiva de unidades de isopreno (Tabela 1), que dará origem aos demais terpenos: monoterpenos (C10), sesquiterpenos (C15), diterpenos (C20), triterpenos (C30) e os tetraterpenos (C40) (TAIZ; ZEIGER, 2009; BODAS et al., 2012).

Os monoterpenos em razão do seu baixo peso molecular, normalmente são substâncias voláteis, denominados óleos essenciais, no entanto, nem todos os óleos voláteis são terpenoides; podendo alguns, serem compostos fenólicos (fenilpropanóides). Podem estar armazenados em diversas partes da planta como nas flores (laranjeira), folhas (louro, capim-limão, eucalipto) ou ainda nas cascas dos caules (canelas), madeiras (pau-rosa, sândalo), raízes, rizomas, frutos (erva-doce) ou sementes. Embora todos os órgãos de uma planta sejam capazes de acumular óleos, sua composição pode diferenciar de acordo com a localização, ressaltando-se que a composição química de um óleo volátil extraído de um mesmo órgão de uma mesma espécie vegetal pode ainda divergir significativamente de acordo com o solo, época do ano e condições climáticas (GOBBO-NETO et al., 2007).

Tabela 1. Classificação dos principais terpenos encontrados nas plantas

Isopreno	Átomos de C	Nome	Exemplo
1	5	Isopreno	Cadeia lateral das citocininas
2	10	Monoterpeno	Linalol
3	15	Sesquiterpeno	Gossipol
4	20	Diterpeno	Giberelinas, forbol
6	30	Triterpeno	Saponinas
8	40	Tetraterpeno	Carotenóides
N	N	Polisopreno	Borracha

Fonte: Adaptado de Taiz e Zeiger, 2009.

Além dos monoterpenos, muitos sesquiterpenoides também são voláteis e, estão diretamente envolvidos na defesa da planta contra pragas e doenças. Como exemplo, o gossipol (dímero de C15), que está ligado à resistência a pragas em algumas variedades de algodão, no entanto, é considerado um componente tóxico principalmente para monogástricos, e seu uso pode proporcionar graves problemas aos animais como perda de apetite, fígado hipertrofiado e edemas pulmonares (CALHOUNAB et al., 1990), necrose muscular cardíaca e problemas reprodutivos. A toxicidade pode variar de acordo com o nível de consumo, o período de consumo, a idade e das condições de estresse do animal (GAMBOA et al., 2001).

Entre os diterpenos, a giberelina, é um hormônio vegetal importante, responsável pela germinação de sementes, alongamento caulinar e expansão dos frutos de muitas espécies vegetais. Este diterpeno juntamente com o forbol, encontrado em leguminosas e eufórbias arbóreas, causam irritação cutânea (TAIZ; ZEIGER, 2009). Os tetraterpenos mais conhecidos são as xantofilas e os carotenos. Esses componentes lipossolúveis apresentam papel importantíssimo tanto nas plantas como para os animais. Os carotenoides nas plantas compõem parte das antenas de captação de luminosidade nos fotossistemas e, portanto, em sua ausência não ocorreria fotossíntese, assim como, importantes antioxidantes e dissipadores de radicais livres produzidos pela fotossíntese e proporcionam às plantas cores avermelhadas alaranjadas e amareladas. Dos carotenoides existentes pode-se destacar: alfacaroteno, betacaroteno, betacriptoxantina, licopeno, luteína e zeaxantina, que podem ser identificados na manga, batata doce, laranja, milho mamão papaia, pitanga, damasco, moranga, tomate, cenoura, espinafre e

salsa (VIZZOTTO et al., 2010). Entre os triterpenos, podemos destacar duas importantes classes de substâncias os esteroides e as saponinas.

3.4. ESTEROIDES

Os esteroides vegetais diferem do colesterol (27 carbonos) devido à presença de uma ramificação metila ou etila adicional na cadeia carbônica apresentada, e por isso, possuem de 28 a 29 carbonos. Os fitosteróis são semelhantes aos fitostanóis diferenciados pela presença de insaturações. Pressupõe-se que sua semelhança com o colesterol seja a responsável pela excreção do colesterol comumente ingerido na dieta, que reduz, consequentemente, o colesterol sérico. Os efeitos dos esteroides vegetais na redução da colesterolemia têm sido amplamente estudados desde a década de 50 e, recentemente, foram reconhecidas suas propriedades hipocolesterolêmicas (BRUFAU et al., 2008).

Mais de 40 esteróis foram identificados, sendo os mais abundantes em alimentos o β -sitosterol, campesterol e estigmasterol, encontrados em soja, milho, trigo, frutos oleaginosos e óleos vegetais em geral, principalmente de canola, arroz e girassol. Os benefícios são inúmeros, destacando-se a redução da absorção do colesterol da dieta e, consequentemente redução dos níveis sanguíneos; redução do risco de doenças cardiovasculares e a inibição do crescimento de certos tipos de tumores malignos (MARTINS et al., 2004).

Nos últimos anos, estudos comprovaram que os fitoesteróis podem ser utilizados com fins terapêuticos prevenindo outras doenças além das relacionadas ao sistema cardíaco e que, em geral, acometem a população idosa, por estarem relacionadas ao envelhecimento. Portanto, tanto o câncer como outras doenças provocadas pelo estresse oxidativo podem ser exemplos de abordagens terapêuticas que tem provocado o interesse para a utilização dos compostos fitoesteróis (RUDKOWSKA, 2010). Desta forma, os fitoesteróis começaram a ser indicados na prevenção de certas patologias associadas ao sistema cardíaco, sendo comercializados em formas farmacêuticas ou introduzidos em alimentos (EUSSEN et al., 2010).

3.5. SAPONINAS

São substâncias que se caracterizam por suas propriedades detergentes e surfactantes (Figura 7), quando produzidas nas plantas, apresentam funções como regulação do crescimento, defesa contra patógenos e insetos, características estas que destacam a importância desses compostos na adaptação e sobrevivência vegetal (WINA et al., 2005; SIMÕES et al., 2007). Segundo Kamra (2005), quando a dieta de mamíferos apresenta 1% de saponinas observa-se redução na taxa de acetato:propionato de 1,93 para 1,37, tendo como consequência diminuição dos ácidos graxos totais, inibição do crescimento e a atividade dos microrganismos no rúmen e também hemólise. No organismo humano, apresenta atividade antioxidante, ligando-se a sais biliares e colesterol no tubo digestivo, impossibilitando sua absorção, como também, detém ação citotóxica atuando contra células tumorais (SIMÕES et al., 2007). Na indústria de alimentos são utilizadas como flavorizante e agente espumante, principalmente na soja e seus derivados, bem como, em outras leguminosas como espinafre, alfafa, amendoim, nozes, beterraba, açafrão, aspargos e em folhas de chás (SPARG et al., 2004).

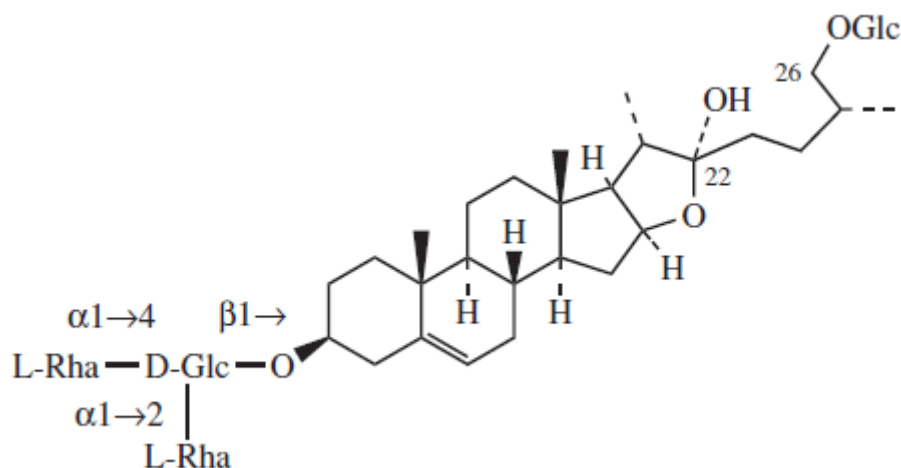


Figura 7. Estrutura química de uma saponina (protodioscina)

Fonte: Dewick, 2009

4. BIOMA CAATINGA

O Brasil, com uma área territorial de 8,5 milhões de quilômetros quadrados (IBGE, 2010) e vários biomas (Mata Atlântica, Cerrado, Pantanal, Amazônia e

Caatinga), apresenta grande diversidade de solos e climas que favorecem a riqueza e variedade de tipos de vegetação e espécies de flora distribuída nos diversos ecossistemas brasileiros (PERERIA; CARDOSO, 2012).

Caatinga é um termo de origem indígena e significa floresta branca, a razão para esta denominação está relacionada à aparência da floresta durante a estação seca, quando a quase totalidade das plantas está sem folhas e os troncos esbranquiçados, duas extraordinárias estratégias para diminuir a perda de água nesta estação. Outra estratégia igualmente destacável são as folhas modificadas na forma de espinhos. Com um conjunto de adaptações à deficiência hídrica, a Caatinga se mostra como uma vegetação xerófila, caducifólia e espinhosa, certamente, suas características mais notáveis. Essa vegetação brasileira é singular, ou seja, não é encontrada em nenhum outro lugar do mundo, além do Brasil. Ocupa uma área de aproximadamente 800 mil quilômetros quadrados, englobando de forma contínua parte dos estados do Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe, Bahia, Minas Gerais e a ilha de Fernando de Noronha (CASTRO; CAVALVANTE, 2010).

A pastagem natural do Semiárido, que compõe o bioma Caatinga é rica em espécies forrageiras, em seus três estratos: herbáceo, arbustivo e arbóreo, os quais participam significativamente da composição da dieta dos ruminantes domésticos. No entanto, a maior disponibilidade de forragem ocorre na estação chuvosa, sendo fornecida pelo estrato herbáceo. À medida que se caracteriza o período de estiagem, as folhas senescentes das plantas lenhosas são incorporadas à dieta dos animais e podem representar o único recurso forrageiro disponível em alguns tipos de Caatinga (PEREIRA FILHO et al., 2013). Estudos realizados com ovinos no sistema a pasto, na Caatinga, observaram que o mês de coleta é o principal responsável pela variação na composição botânica da dieta e na proporção de folha, caule, fruto, semente e flores selecionadas pelos animais Santos et al. (2008) e Costa et al. (2009) relataram que a composição botânica das forragens ingeridas pelos ruminantes é um dos principais fatores que influenciam na qualidade sensorial do leite.

As famílias *Euphorbiaceae*, *Cactaceae* e *Caesalpinaceae* foram citadas por diversos autores como de grande representatividade em vários levantamentos realizados em áreas de Caatinga (AMORIM et al., 2005; ARAUJO et al., 2010). Em estudo realizado por Araujo et al. (2010), a flora arbustiva e arbórea foram representadas por nove famílias e quatorze espécies, observando que as espécies mais comuns são representadas pelo Pereiro (*Aspidosperma pyrifolium*), Marmeleiro (*Croton*

sonderianus), Catingueira (*Caesalpinia pyramidalis*), Pinhão (*Jatropha mollissima*), Malva (*Malva sp.*), Faxeiro (*Pilosocereus gounellei*) e Palmatória (*Opuntia palmadora*). Entre as espécies relatadas, a Catingueira (SAMPAIO, 1996), Marmeleiro e Pereiro são citados na maioria dos levantamentos realizados na vegetação caducifólia espinhosa e não espinhosa do Nordeste brasileiro (PEREIRA et al., 2001).

4.1. CATINGUEIRA

A *Caesalpinia pyramidalis* Tul., espécie arbórea endêmica na Caatinga (Silva et al., 2009), pertencente à família Leguminosae, subfamília *Caesalpinioideae* é conhecida popularmente como “catingueira”, tem como habitat natural lugares pedregosos (SILVA; MATOS, 1998; ALVES et al., 2007). Juntamente com outras espécies, são amplamente distribuídas e exploradas no bioma Caatinga e, em resposta às variações climáticas sazonais, apresentam-se caducifólias durante a estação seca regional (SANTOS et al., 2011). No Nordeste brasileiro esta espécie é considerada de ampla dispersão, ou seja, pode ser encontrada em diferentes aglomerados vegetais, nos Estados do Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe e Bahia (SILVA et al., 2009).

A Catingueira ou catinga-de-porco, pau-de-porco, catingueira-das-folhas-largas, mussitaiba, pau-de-rato é uma espécie de porte médio, sem espinhos, com 4-6 m de altura, chegando a atingir 12 m, apresenta copa aberta e irregular, ramos verdes, com abundantes lenticelas esbranquiçadas (Figura 8). A casca é de cor cinza-claro, com manchas de cor amarelo verde e branco e quando velha, o seu tronco muitas vezes fica oco servindo de abrigo a pequenos animais e insetos. As folhas são bipinadas e só depois de se tornarem verdes, apresentam cheiro desagradável típico, quando novas tem coloração rosada. Sua flores são amarelas, dispostas em racimos curtos, o fruto é uma vagem achatada, pontada, de cor castanho claro que contém 5-7 sementes, as quais, através da deiscência violenta da vagem, são arremçadas a longas distâncias (MAIA, 2012).



Figura 8. Planta adulta, folhas, flor e frutos da Catingueira (*Caesalpinia pyramidalis* Tul.)

Fonte: www.google.com.br

Das características importantes desta espécie, a exploração como madeira (construção, lenha, carvão) é a principal, além das suas propriedades medicinais usadas pela população como as flores, folhas e cascas no tratamento das infecções catarrais, nas diarreias e disenterias, apresentando ainda, ação antipirética, diurética e antioxidante (MENDES, 2000; MOTEIRO et al., 2005; ALVIANO et al., 2008). Das folhas foram isolados: lupeol, caesalflavona, β -sitosterol, canferol, podocarpusflavona, apigenina, agastisflavone, 4,4'-dihidroxi-2'-methoxychalcona, galato de metila e siringaresinol (MENDES, 2000; BAHIA, 2005; BAHIA, 2010).

4.2. PEREIRO

A espécie *Aspidosperma pyrifolium* Mart., pertence a família Apocynaceae, conhecida popularmente na região Nordeste como Pereiro, Pereiro-vermelho, Pau-de-coaru, Pau-pereiro. Pode ser localizada em todos os Estados do Nordeste e norte de Minas Gerais, é amplamente dispersa em todo o bioma da Caatinga, com predominância na região do baixo sertão do Ceará, Rio Grande do Norte, Pernambuco e Paraíba, em diversos tipos de solos, pedregosos e rochedos, considerada uma planta endêmica na Caatinga (CORREA, 1978; MAIA, 2012).

O Pereiro é uma espécie de porte regular que pode atingir 5 m de altura (Braga, 2001); de tronco ereto, não muito grosso e bem desenvolvido, com copa normal, tem casca lisa e acinzentada, com lenticelas brancas quando a planta é jovem, e rugosa quando mais idosa; de formatos ovais, as folhas são simples, amargosas, glabras ou pilosas; de flores claras, pequenas e perfumadas que exalam no ambiente durante o período noturno (Figura 9); o fruto é em forma de gota achatada (também conhecido no popular como “galinha”), de cor castanho-claro, com pequenas verrugas cinza com aproximadamente 5 sementes, cuja dispersão é feita através do vento (MAIA, 2012).



Figura 9. Planta adulta, folhas e frutos do Pereiro (*Aspidosperma pyrifolium* Mart.)

Fonte: www.google.com.br

A madeira do Pereiro é de cor clara, moderadamente pesada, macia e de fácil trabalho, resistente e muito durável, de textura fina e uniforme, possui várias utilizações, como para serviços de carpintaria, cerca, como lenha, para fazer carvão, como planta ornamental e na medicina popular é utilizado no tratamento de distúrbios respiratórios e febres. A casca é usada como remédio para o estômago e como antiemético, sendo utilizado também no tratamento de ectoparasitoses dos animais domésticos (sarnas, piolhos e carrapatos) (TIGRE, 1968; MAIA, 2012).

4.3. MARMELEIRO

O *Croton sonderianus* Muell., conhecido popularmente como “Marmeleiro – escuro” ou “Marmeleiro – preto” em virtude de seu tronco e ramos possuir um aspecto geral escuro. Pertence ao gênero *Croton*, segundo maior da família Euphorbiaceae. É o mais abundante dos Marmeleiros nordestinos, componente da Caatinga, típico do sertão, importante na criação de ruminantes, em função do alto valor nutritivo e da boa digestibilidade, utilizado como forragens para suplementação animal (ARAÚJO FILHO et al., 1996; BRAGA, 2001).

O Marmeleiro é árvore de porte variável medindo até 6 m de altura, ramoso, com folhas simples, elítico-ovais, pubescente, aromático, em função de estípulas grandes, principalmente nos ramos jovens; as flores são pequenas de cor esbranquiçada, em espigas terminais (Figura 10). O fruto tem formato de cápsula com deiscência explosiva, com sementes brilhantes e oleaginosas. Esta espécie é nativa do Brasil podendo ser encontrada na forma silvestre em todos os estados do Nordeste e norte de Minas Gerais, propagando-se em áreas desmatadas e produzindo associações relativamente homogêneas na Caatinga (LORENZI; MATOS, 2002).



Figura 10. Planta adulta, folhas e flor do Marmeleiro (*Croton sonderianus* Muell.)

Fonte: www.google.com.br

Na medicina popular o *Croton sonderianus* é utilizado via oral, para inchaço, hemorragia uterina, hemoptise, dor de estômago, vômitos e diarreia (MATOS, 1999; FRANCO; BARROS, 2006). Estudos farmacológicos dos extratos orgânicos e

substâncias isoladas das raízes de *C. sonderianus*, revelaram significativa atividade biológica antimicrobiana, antifúngica, larvicida, anti-inflamatória, antinociceptiva e gastroprotetora (MCCHESNEY et al., 1991; CAVALCANTI et al., 2004; VASCONCELOS et al., 2009).

4.4. ALGAROBA

Algarobeira (*Prosopis juliflora*), ou simplesmente Algaroba é uma árvore da família das leguminosas (Leguminosae, subfamília Mimosoideae) pertencente ao gênero *Prosopis*, do qual são conhecidas mais de 40 espécies, distribuídas em três continentes: América, Ásia e África. A espécie *Prosopis juliflora* foi introduzida para cultivos de forragem e madeira no Brasil, sendo cultivada, principalmente, na Região Nordeste. Em geral, apresenta dois períodos de floração e frutificação, o de maior intensidade ocorre na primavera, de setembro a novembro, quando se observa menor precipitação e déficit hídrico na região e o outro período, entre os meses de abril e junho (RIBASKI et al., 2009).

Espécie de árvore verde nativa das pastagens da América Central, Caribe e América do Sul (vegetação savana e estepe), caracteriza-se pelo seu rápido crescimento e tolerância às condições áridas e solos salinos, ou seja, resistência à seca (PASIECZNIK et al., 2004; EL-KEBLAWY; AL-RAWAI, 2005) assim como, outras espécies dentro deste gênero (ADAMS et al., 2010).

É uma planta perene, rústica e xerófila podendo medir de 5 a 20 metros (Figura 11), resistente a solos pobres, pedregosos, salinos e secos, com elevado poder de se recompor e expandir apresentando boa capacidade de fixar nitrogênio, com tronco formado de casca grossa de cor marrom escura. As flores são de cor marfim e produtoras de mel e frutos nutritivos que servem para o homem e os animais. Adaptou-se bem à região Semiárida, principalmente ao fornecimento de lenha e carvão, podendo ainda ser utilizada como árvore ornamental (BARROS; QUEIROZ FILHO, 1982; LIMA et al., 2002).

Na época seca, o nível proteico das pastagens, muitas vezes, não é suficiente para a manutenção ou ganho de peso dos animais, ou seja, o suprimento dessa deficiência nutricional por meio da integração com leguminosas herbáceas é difícil, em função de poucas espécies que suportam as condições climáticas do Semiárido brasileiro, portanto, o reconhecimento da importância desta espécie pelos produtores na região, e a carência

de complementar o déficit nutricional de suas pastagens, tem acarretado o plantio dessa leguminosa, em especial para produção de vagens, destinando-se à suplementação desta alimentação para os animais no período crítico (RIBASKI et al., 2009). No entanto, a Algaroba, se não bem manejada, tem a capacidade de invadir o habitat natural e inibir a regeneração das espécies nativas da Caatinga, comprometendo a biodiversidade vegetal do bioma (ANDRADE, 2010).

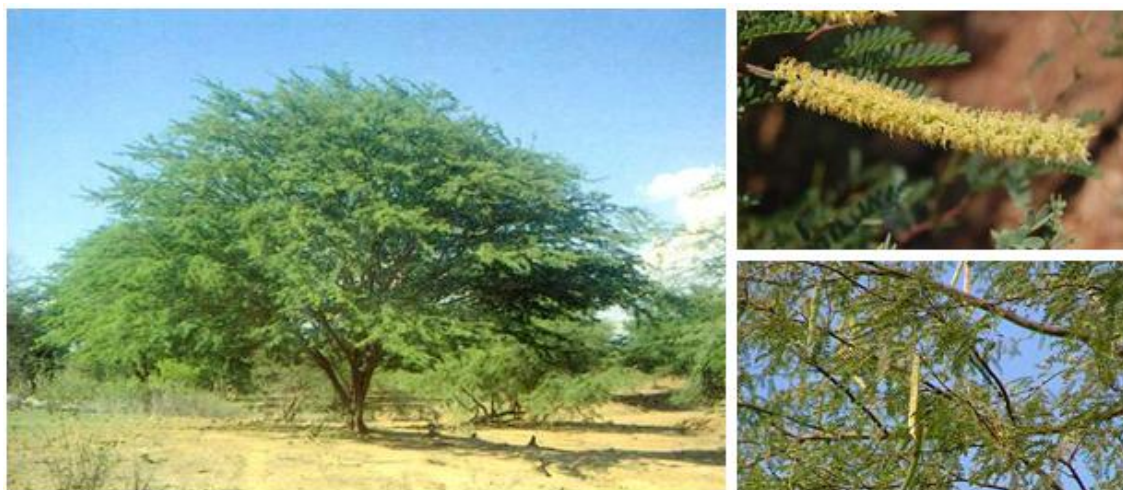


Figura 11. Planta adulta, flor, folhas e fruto da Algaroba (*Prosopis juliflora*)

Fonte: www.google.com.br

5. INFLUÊNCIA DOS COMPOSTOS SECUNDÁRIOS NA QUALIDADE DO LEITE E DERIVADOS

As características do leite podem ser influenciadas por fatores de produção como alimentação, manejo animal, fisiologia e genética, os quais desempenham papel importante na qualidade deste alimento e de seus derivados. Dentre estes fatores, a alimentação se sobressai por seu efeito sobre as propriedades nutricionais do leite, em particular o perfil de ácidos graxos (COPPA et al., 2011). A dieta oferecida aos animais pode alterar a composição e o *flavour* do leite, por isso, a importância de conhecer de que forma os diferentes tipos de alimentos promovem mudanças biológicas nos mecanismos de síntese do leite, e suas consequências nos constituintes químicos do leite e seus derivados (RIBEIRO et al., 2011).

Nos últimos anos, produtos de animais alimentados a pasto, como queijos e outros lácteos, tornaram-se conhecidos por sua qualidade e sabor superior em relação aos

produtos provenientes de animais alimentados confinados. Tornando-se cada vez mais visadas pelo mercado consumidor, estas características vêm proporcionando um aumento na produção e processamento de alimentos bem elaborados e com certificação de qualidade garantida (GALINA, 2007; COPPA et al., 2011).

As plantas produzem enorme variedade de metabólitos secundários, com diversas funções, tais como a proteção contra patógenos microbianos, como uma defesa natural para animais de pasto ou como inibidores de germinação de sementes de pré-colheita (SILANIKOVE et al., 2004). Estudos demonstram que as características físicas, químicas e organolépticas do leite e queijo são afetadas pela dieta dos animais em pastejo, devido ao acúmulo de substâncias fitoquímicas na fração lipídica e hidrolítica do leite (O'CONNELL; FOX, 2001). Portanto, sistemas de produção com maior proporção de forragem fresca na dieta assim como a composição botânica da pastagem, proporcionam níveis mais elevados de CLA na gordura do leite (COPPA et al., 2011).

Estudos realizados com adição de planta aromática a dieta de cabras resultaram em aumento no teor de proteínas, matéria seca e lactose, ácidos graxos poli-insaturados, e influência nas características sensoriais do leite (BOUTOIAL et al., 2013), assim como na produção de metabólitos secundários como flavonoides (hesperidina, naringina e genkwanin), ácido gálico e diterpenos (carnosol e ácido carnósico) (JORDAN et al.; 2010). Altos teores de fenóis tem melhorado a qualidade do leite, tais como sua estabilidade oxidativa, eficiência de processamento e qualidade de produtos lácteos (O'CONNELL; FOX, 2001).

A utilização de dietas fibrosas e forrageiras através do pastoreio por ruminantes pode ser manipulada de várias maneiras e o uso dos recursos locais fornece viabilidade econômica, promovendo um leite com boa qualidade e quando usado na fabricação de queijos artesanais oferece melhor condição econômica e social para a comunidade rural. Um número acima do indicado de metabolitos benéficos provenientes da planta, encontrados em lácteos, também foi relatado a partir de análises de diferentes queijos, incluindo aminas e alcaloides, glicosídeos cianogênicos, ácidos graxos e óleos de sementes, terpenos (incluindo óleos essenciais, diterpenos, fitoesterol e triterpenos), flavonoides e taninos (GALINA et al., 2007). Quanto às características sensoriais observadas em produtos oriundos de animais a pasto, os queijos apresentam melhor suavidade, cremosidade, elasticidade, cor mais amarelada, odor mais intenso, além de sabor mais azedo, amargo e intenso (CARPINO et al., 2004). A ampla variabilidade de derivados da pastagem em propriedades sensoriais de queijo tem sido relatada,

dependendo do manejo do pastoreio, composição botânica e estágio fenológico (GALINA et al., 2007).

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A atividade biológica dos metabólitos fitoquímicos, nos últimos anos, vem despertando interesse em função do seu potencial benéfico e propriedades funcionais na obtenção de alimentos com qualidade diferenciada. Estas características proporcionam ao consumidor a prevenção de doenças com consequente melhoria da qualidade de vida, bem como, em termos sensoriais, produtos mais atrativos sob o ponto de vista do sabor. Espécies vegetais provenientes da Caatinga representam expressiva fonte destes metabólitos secundários, que neste cenário, exercem papel importante em sistemas de alimentação de animais com obtenção de produtos lácteos diferenciados, dada a particularidade deste bioma.

REFERÊNCIAS

- ACAMOVIC, T.; BROOKER, J. Biochemistry of plant secondary metabolites and their effects in animals. **Proceedings of the Nutrition Society**, n. 64, p. 403-412, 2005.
- ACOSTA-ESTRADA, B. A.; GUTIÉRREZ-URIBE, J. A.; SERNA-SALDÍVAR, S. O. Bound phenolics in foods, a review. **Food Chemistry**, n.152, p.46-55, 2014.
- ADAMS, M. A.; SIMON, J.; PFAUTSCH, S. Woody legumes: A (re)view from the South. **Tree Physiol**, n. 30, p.1072-1082, 2010.
- ALBUQUERQUE, U. P. et al. Caatinga revisited: ecology and conservation of an important seasonal dry forest. **Science World Journal**, p.182-205, 2012.
- ALVES, E. U. et al. Superação da dormência em sementes de *Caesalpinia pyramidalis* Tul. **Revista Árvore**, n. 31, p.405-415, 2007.
- ALVIANO, W. S. et al. In vitro antioxidant potential of medicinal plant extracts and their activities against oral bacteria based on Brazilian folk medicine. **Archives of Oral Biology**, n. 56, p. 545-552, 2008.
- AMORIM, I. L.; SAMPAIO, E. V. S. B.; ARAÚJO, E. L. Flora e estrutura da vegetação arbustivo e arbórea de uma área de Caatinga do Seridó, RN, Brasil. **Acta Botânica Brasileira**, n. 19, p. 615-623, 2005.

- ANDRADE, L. A.; FABRICANTE, J. R.; OLIVEIRA, F. X. Impactos da invasão de *Prosopis juliflora* (sw.) DC. (Fabaceae) sobre o estrato arbustivo-arbóreo em áreas de Caatinga no Estado da Paraíba, Brasil. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, n.3, p. 249-255, 2010.
- ANGELO, P. M.; Jorge, N. Compostos fenólicos em alimentos – Uma breve revisão. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, n. 66, p. 1-9, 2007.
- ARAÚJO FILHO, J. A. et al. Composição botânica e química da dieta de ovinos e caprinos em pastoreio combinado na região dos Inhamuns, Ceará. **Revista Brasileira de Zootecnia**, n. 25, p.383-395, 1996.
- ARAUJO, K. D. et al. Levantamento florístico do estrato arbustivo-arbóreo em áreas contíguas de Caatinga no cariri paraibano. **Revista Caatinga**, n. 23, p. 63-70, 2010.
- ARAÚJO, P. W. B. et al. Flavonoides e Hipertensão. **Revista Brasileira de Hipertensão**, n. 12, p. 188-189, 2005.
- BAHIA, M. V.; DAVID, J. P.; DAVID, J. M. Occurrence of biflavones in leaves of *Caesalpinia pyramidalis* specimens. **Química Nova**, n. 33, p. 1297-1300, 2010.
- BAHIA, M. V.; SANTOS, J. B.; DAVID, J. M.; DAVID, J. P. Biflavonoids and other Phenolics from *Caesalpinia pyramidalis* (Fabaceae). **Journal of the Brazilian Chemical Society**, n. 16 p. 1402-1405, 2005.
- BALASUNDRAM, N.; SUNDRAM, K.; SAMMAN, S. Phenolic compounds in plants and agri-industrial by-products: Antioxidant activity, occurrence, and potential uses. **Food Chemistry**, n. 99 p. 191-203, 2006.
- BARROS, N. A. M.; QUEIRÓZ FILHO, J. L. Efeitos na substituição progressiva do melaço por vagens de algaroba (*Prosopis juliflora* (Sw) D.C.) na alimentação de ruminantes. In: Simpósio Brasileiro sobre Algaroba. 1982. Rio Grande do Norte, Empresa de Pesquisa Agropecuária, 1982. p.385-407.
- BARTLEY, G. E.; SCOLNIK, P. A.; GIULIANO, G. Molecular biology of carotenoid biosynthesis in plants. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, n. 45, p. 287-301, 1994.
- BODAS, R. et al. Manipulação da fermentação ruminal e produção de metano com metabólitos secundários de plantas. **Animal Feed Science and Technology**, n. 176, p. 78-93, 2012.
- BOUTOIAL, K. Effect of feeding goats with Rosemary (*Rosmarinus officinalis* spp.) by producton milk and cheese properties. **Small Ruminant Research**, n. 112, p. 147-153, 2013.

- BRAGA, R. **Plantas do Nordeste, especialmente do Ceará**. Coleção Mossoroense, 5. ed. Mossoró, Brasil, 2001..
- BRAVO L. Polyphenols: chemistry, dietary sources, metabolism and nutrition significance. **Nutrition Reviews**, n. 56, p. 317-33, 1998.
- BRUFAU, G.; CANELA, A. M.; RAFECAS, M. 2008. Phytosterols: physiologic and metabolic aspects related to cholesterol-lowering properties. **Nutrition Research** n. 28, p. 217-225.
- CALHOUNAB, M. C. et al. Comparative toxicity of gossypol acetic acid and free gossypol in cottonseed meal and Pima cottonseed to lambs. In: Progress Report 4779. Texas Agricultural Experiment Station, College Station, TX, 1990.
- CALIXTO, J. B. Efficacy, Safety, Quality Control Marketing and Regulatory Guidelines for herbal Medicines (Phytotherapeutic agents). **Brazilian Journal of Medical and Biological Research**, n. 33 p. 179-189, 2000..
- CARPINO, S. et al. Contribution of native pasture to the sensory properties of Ragusano cheese. **International Dairy Journal**, n. 87 p. 308-315, 2004.
- CASTRO, A. S.; CAVALCANTE, A. **Flores da Caatinga = Caatinga flowers**. Instituto Nacional do Semiárido, 2011, Campina Grande, PB, 116 p.
- COPPA, M. et al. Milk fatty acid composition and cheese texture and appearance from cows fed hay or different grazing systems on upland pastures. **Journal of Dairy Science**, n. 94, p. 1132-1145, 2011.
- CORREA. M. P. Dicionário das plantas úteis do Brasil. Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal, Rio de Janeiro. v. 5, p. 687, 1978.
- 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**, n. 38, p. 307-321, 2009.
- DEGÁSPARI, C. H.; WASZCZYNSKYJ, N.; PRADO, M. R. M. Atividade antimicrobiana de *Schinus terebinthifolius* Raddi. **Ciência agrotécnica**, n. 29, p. 617-622, 2005.
- DEWICK, P. M. **Medicinal Natural Products: A Biosynthetic Approach**, 3rd Edition. 2009, 546 p.
- EL-KEBLAWY, A.; AL-RAWAI, A. Effects of salinity, temperature and light on germination of invasive *Prosopis juliflora* (Sw.) D.C. **Journal of Arid Environments**, n. 61, p. 555-565, 2005.

- EUSSEN, S. et al. Support of drug therapy using functional foods and dietary supplements: focus on statin therapy. **The British Journal of Nutrition**, n. 103, p. 1260-1277, 2010.
- FORMIGA, L. D. et al. Forage supply in thinned Caatinga enriched with buffel grass (*Cenchrus ciliaris* L.) grazed by goats and sheep. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, n. 34, p. 189-195, 2012.
- FUMAGALI, E. et al. Produção de metabólitos secundários em cultura de células e tecidos de plantas: O exemplo dos gêneros *Tabernaemontana* e *Aspidosperma*. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, n. 18, p. 627-641, 2008.
- GALINA, M. A. et al. Cheese quality from milk of grazing or indoor fed Zebu cows and Alpine crossbred goats. **Small Ruminant Research**, n. 71, p. 264-272, 2007.
- GAMBOA, D. A. et al. Use of expanded cottonseed meal in broiler diets formulated on a digestible amino acid basis. **Poultry Science**, n. 80, p. 789-794, 2001.
- GETACHEW, G.; MAKKAR, H. P. S; BECKER, K. Effect of polyethylene glycol on in vitro degradability of nitrogen and microbial protein synthesis from tannin rich browse and herbaceous legumes. **British Journal of Nutrition**, n. 84, p. 73-83, 2000.
- GOBBO-NETO, L.; LOPES, N. P. Plantas medicinais: fatores de influência no conteúdo de metabólitos secundários. **Química Nova**, n. 30, p. 374-381, 2007.
- HOSU, A.; VASILE-MIRCEA CRISTEA, V.; CIMPOIU, C. Analysis of total phenolic, flavonoids, anthocyanins and tannins content in Romanian red wines: Prediction of antioxidant activities and classification of wines using artificial neural networks. **Food Chemistry**, n. 150, p. 113-118, 2014.
- JORDÁN, M. J. et al. Introduction of distillate rosemary leaves into the diet of the Murciano-Granadina goat: transfer of polyphenolic compounds to goats' milk and the plasma of suckling goat kids. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, n. 58, p. 8265-8270, 2010.
- KAMRA, D. N. Rumen microbial ecosystem. **Current Science**, n. 89, p. 124-134. 2005.
- KUTCHAN, T. M. Ecological arsenal and developmental dispatcher: the paradigm of secondary metabolism. **Plant Physiology**, n. 125, p. 58-60, 2001.
- LIMA JÚNIOR, D. M. et al. Fatores anti-nutricionais para ruminantes. **Acta Veterinaria Brasilica**, n. 3, p. 132-143, 2010.
- LIMA, V. L. A. G.; MÉLO, E. A.; LIMA, D. E. S. Fenólicos e carotenóides totais em pitanga. **Scientia Agrícola**, n. 59, p. 447-450, 2002.

- LORENZI, H.; MATOS, F. J. A. Plantas Medicinais no Brasil: nativas e exóticas. In: Instituto Plantarum de estudos da flora, Nova Odessa, 2002.
- MAIA, G. N. **Caatinga: Árvores e arbustos e suas utilidades**. 2 ed. ed G&Z Computação gráfica e editora, São Paulo, 2012, 413 p.
- MARTINS, S. L. C. et al. Efeitos terapêuticos dos fitosteróis e fitostanóis na colesterolemia. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**, n. 54, p. 257-263, 2004.
- MENDES, C. C. et al. **Constituents of *Caesalpinia pyramidalis***. Fitoterapia, n. 71, p. 205-207, 2000.
- MUELLER-HARVEY, I. Analysis of hydrolysable tannins. **Animal Feed and Technology**, n. 91, p. 3-20, 2001.
- NAKAMURA, Y.; TSUJI, S.; TONOGAI, Y. Method for analysis of tannic acid and its metabolites in biological samples: Application to tannic acid metabolism in the rat. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, n.1, p.331-339, 2003.
- O'CONNELL, J. E.; FOX, P. F. Significance and applications of phenolic compounds in the production and quality of milk and dairy products: a review. **International Dairy Journal**, n. 11, p. 103-120, 2001.
- OLIVEIRA, J. S.; ZANINE, A. M.; SANTOS, E. D. Processo fermentativo, digestivo e fatores antinutricionais de nutrientes para ruminantes. **Revista Eletrônica de Veterinária**, n. 8, p. 1-13, 2007.
- OSZMIANSKI J. et al. Antioxidant tannins from Rosaceae plant roots. **Food Chemistry**, n. 100, p. 579-83, 2007.
- PASIECZNIK, N. M.; HARRIS, P. J. C.; SMITH, S. J. **Identifying tropical *Prosopis* species: a field guide**. HDRA, Coventry, UK. 2004.
- PATRA, A. K.; SAXENA, J. A new perspective on the use of plant secondary metabolites to inhibit methanogenesis in the rumen. **Phytochemistry**, n. 71, p. 1198-1222, 2010.
- PEREIRA FILHO, J. M.; SILVA, A. M. A.; CÉZAR, M. F. Manejo da Caatinga para produção de caprinos e ovinos. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, n. 14, p. 77-90, 2013.
- PEREIRA, R. J.; CARDOSO, M. G. Vegetable secondary metabolites and antioxidants benefits. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**, n. 3, p. 146-152, 2012.
- PEREIRA, I. M. et al. Regeneração natural em um remanescente de caatinga sob diferentes níveis de perturbação, no Agreste Paraibano. **Acta Botânica Brasileira**, n. 15, p. 413, 2001.

- PERES, L. E. P. In: **Metabolismo secundário**. São Paulo: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Disponível em: <<http://www2.ufpel.edu.br/biotecnologia/gbiotec/site/content/paginadoprofessor/uploadsprofessor/ce5449dfcf0e02f741a5af86c3c5ae9a.pdf?PHPSESSID=e32d8df36f08f86ef80010a253f33762>> Acesso em 12.04.2014.
- PRIOR, R. L.; CAO, G. Antioxidant phytochemicals in fruits and vegetables. Diet and health implication. **Horticulturae Scientia**, n. 35, p. 588-592.
- RIBASKI, J. et al. **Algaroba (*Prosopis juliflora*): Árvore de Uso Múltiplo para a Região Semiárida Brasileira**. In: EMBRAPA Comunicado Técnico 240, Colombo, PR, 2009.
- RIBEIRO, C. V. D. M. et al. Fatty acid profile of meat and Milk from small ruminants: A review. **Revista Brasileira de Zootecnia**, n. 40, p. 121-137, 2011.
- ROESLER, R. et al. Atividade Antioxidante de frutas do cerrado. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, n. 27, p. 53-60, 2007.
- RUDKOWSKA, I. Plant sterols and stanols for healthy ageing. **Maturitas**, n. 66, p. 158-162, 2010.
- SAMPAIO, E. V. S. B. **Fitossociologia**. In: SAMPAIO, E. V. S. B.; MAYO, S. J. E BARBOSA, M. R. V. (Eds.). Pesquisa botânica nordestina: progresso e perspectivas. Recife: Sociedade Botânica do Brasil/Seção Regional de Pernambuco, 1996. p.203-230.
- SANTOS, C. A. et al. Antinociceptive and anti-inflammatory effects of *Caesalpinia pyramidalis* in rodents. **Brazilian Journal of Pharmacognosy**, n. 21, p. 1077-1083, 2011.
- SANTOS, M. V. F. et al. Potential of Caatinga forage plants in ruminant feeding. **Revista Brasileira de Zootecnia**, n. 39, p. :204-215, 2010.
- SANTOS, G.R.A.S. et al. Determinação da composição botânica da dieta de ovinos em pastejo na Caatinga. **Revista Brasileira de Zootecnia**, n.10, p.1876-1883, 2008.
- SCHOFIELD, P.; MBUGUA, D. M.; PELL, A. N. Analysis of condensed tannins: a review. **Animal Feed Science and Technology**, n. 92, p. 21-40, 2001.
- SCHWAGER, J. et al. Challenges in discovering bioactives for the food industry. **Current Opinion in Biotechnology**, n. 19, p. 66-72, 2008.
- SILANIKOVE, N. et al. Interrelationships between the activities of the plasmin system in goats and sheep experiencing subclinical mastitis, casein degradation and milk yield. **South African Journal of Animal Science**, n. 34, p. 192-194, 2004.

- SILVA, L. B. et al. Anatomia e densidade básica da madeira de *Caesalpinia pyramidalis* Tul. (Fabaceae), espécie endêmica da Caatinga do Nordeste do Brasil. **Acta botanica brasílica**, n. 23, p. 436-445, 2009.
- SIMÕES, C.M.O. et al. (Orgs.). Farmacognosia: da planta ao medicamento. 6.ed. revisada e ampliada. Porto Alegre/Florianópolis: Editora da UFRGS/Editora da UFSC, 2007. 1102p.
- SPARG, S. G.; LIGHT, M. E; VAN STANDEN, J. Biological activities and distribution of plant saponins. **Journal of Ethnopharmacology**, n. 94, p. 219-243, 2004.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 4th ed. Porto Alegre, Artmed, 2009. 719 p.
- TERAO, J.; PISKULA, M. K. Flavonoids and membrane lipid peroxidation inhibition. **Nutrition**, n. 15, p. 790-791, 1999.
- TIGRE, C. B. 1968. **Silvicultura para as matas xerófilas**. Publ. nº 225, Sér. I-A. Minist. Interior Depto. Nac. Obr. c/ Secas. Fortaleza. Ceará, 176p.
- TOKARNIA C. H.; DÖBEREINER J.; PEIXOTO P. V. Plantas Tóxicas do Brasil. Editora Helianthus, Rio de Janeiro. 2000.
- VIZZOTTO, M.; KROLOW, A. C.; WEBER, G. E. W. Metabólitos secundários encontrados em plantas e sua importância. Embrapa Clima Temperado Pelotas, Rio Grande do Sul. 2010.
- WACH, A.; PYRZYNSKA, K.; BIESAGA, M. Quercetin content in some food and herbal samples. **Food Chemistry**, n. 100, p. 699-704, 2007.
- WINA, E.; MUETZEL, S.; BECKER, K. The Impact of Saponins or Saponin Containing Plant Materials on Ruminant Productions: A review. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, n. 53, p. 8093-8105. 2005.

Capítulo II

Rastreabilidade dos metabólitos secundários por triagem fitoquímica e RMN¹H em sistema de alimentação de caprinos no Semiárido

Artigo elaborado de acordo com as normas exigidas para submissão da revista Química

Nova

RASTREABILIDADE DOS METABÓLITOS SECUNDÁRIOS POR TRIAGEM FITOQUÍMICA E RMN¹H EM SISTEMA DE ALIMENTAÇÃO DE CAPRINOS NO SEMIÁRIDO

Resumo: Este estudo teve como objetivo rastrear os metabólitos secundários por triagem fitoquímica e RMN¹H em sistema de alimentação de caprinos do Semiárido. Foram analisados os materiais das espécies *Aspidosperma pyrifolium*, *Caesalpinia pyramidalis*, *Croton sonderianus* e *Prosopis juliflora*, da extrusa ruminal, o leite e o queijo quanto à triagem fitoquímica e RMN¹H das classes de constituintes secundários. Entre as espécies vegetais ocorreu a predominância das classes de esteroides, triptenos e flavonoides, sendo que no leite e no queijo foi observada a presença apenas dos flavonoides. Portanto, metabólitos secundários presentes na dieta são influenciados pelo ambiente ruminal, podendo ser transmitido ao leite e ao queijo.

Palavras-chave: Caatinga; forragem; fatores antinutricionais, substâncias secundárias.

Abstract: This study aimed to trace the secondary metabolites by RMN¹H in phytochemical screening and feeding goats in semiarid system. Materials species *Aspidosperma pyrifolium*, *Caesalpinia pyramidalis*, *Prosopis juliflora* and *Croton sonderianus*, ruminal extrusa, milk and cheese as the phytochemical screening of the RMN¹H and classes of secondary constituents were analyzed. Among plant species was the predominance of the classes of steroids, flavonoids and triptenos, and in milk and cheese only the presence of flavonoids was observed. Therefore, secondary metabolites present in the diet are influenced by the rumen can be transmitted to milk and cheese.

Keywords: Antinutritional factors; Caatinga; forage; secondary substances.

INTRODUÇÃO

O Brasil é formado por diversos Biomas (Mata Atlântica, Cerrado, Pantanal, Amazônia e Caatinga) caracterizados por uma grande variedade de solos e climas, que favorecem a riqueza dos variados tipos de vegetação e espécies da flora disponíveis nos ecossistemas brasileiros.¹ Dentre eles, a Caatinga, vegetação exclusiva do Brasil, caracteriza-se por ser xerófila, caducifólia e espinhosa.

Dentre as espécies mais comuns observadas na flora arbustiva e arbórea da Caatinga estão Pereiro (*Aspidosperma pyrifolium*), Marmeleiro (*Croton sonderianus*), Catingueira (*Caesalpinia pyramidalis*), Pinhão (*Jatropha mollissima*), Malva (*Malva sp.*), Faxeiro (*Pilosocereus gounellei*) e Palmatória (*Opuntia palmadora*).² Das espécies relatadas, a Catingueira, Marmeleiro e Pereiro são citados na maioria dos levantamentos realizados na vegetação caducifólia espinhosa e não-espinhosa do Nordeste brasileiro.^{3,4} A espécie *Prosopis juliflora* (Algaroba) exótica da Caatinga, foi introduzida na Região Nordeste para cultivos de forragem e madeira, no entanto, quando não bem manejada, esta espécie se torna invasora do habitat natural, capaz de inibir a regeneração das espécies nativas e a biodiversidade vegetal do bioma Caatinga.⁵

A vegetação natural do Semiárido, que compõe o bioma Caatinga, participa significativamente da composição da dieta dos ruminantes domésticos, rica em espécies forrageiras em seus três estratos: herbáceo, arbustivo e arbóreo. Na estação chuvosa ocorre a maior disponibilidade de forragem, principalmente fornecida pelo estrato herbáceo. À medida que se caracteriza o período de estiagem, as folhas senescentes das plantas lenhosas são introduzidas à dieta dos animais, podendo ser o único recurso forrageiro disponível em determinados tipos de Caatinga.⁶

Fatores de produção como manejo animal, alimentação, fisiologia e genética podem afetar as características do leite e consequentemente a qualidade dos produtos lácteos. Nos caprinos, a dieta pode alterar a composição e os atributos sensoriais do leite e, por isso é importante conhecer como os diferentes tipos de alimentos proporcionam mudanças biológicas nos mecanismos de síntese do leite e suas consequências nas substâncias químicas do leite e seus derivados.⁷

Como ferramenta para melhorar a qualidade do leite e seus derivados, recentemente, os compostos secundários das plantas despertaram um crescente interesse.^{8,9} Pesquisas têm enfatizado alterações positivas nas características físicas, químicas e organolépticas do leite e queijo pela dieta dos animais em sistema de pastagem, em função do acúmulo de metabólitos nas frações lipídica e solúvel do leite.¹⁰ Da mesma forma, queijos oriundos de animais criados a pasto que, entre outras vantagens nutricionais, podem apresentar menor teor de colesterol e maior conteúdo de antioxidantes, principalmente, em função dos monoterpenos, responsáveis por reduzir a formação de células tumorais e proporcionarem ainda, maior teor de componentes com potenciais aromáticos.^{11,12} Tais compostos, em sua maioria farmacologicamente ativos (substâncias secundárias), podem passar do leite para o queijo, o que também pode contribuir para melhoria da

saúde humana.¹³ Diante do exposto, a realização desta pesquisa teve o objetivo de rastrear os metabólitos secundários por triagem fitoquímica e RMN¹H em sistema de alimentação de caprinos no Semiárido.

PARTE EXPERIMENTAL

Seleção e coletas das plantas

No universo de produtores de leite caprino na microrregião do Cariri Paraibano, conhecida pela expressiva prática desta atividade agropecuária, foi selecionada uma propriedade representativa quanto ao sistema de alimentação em pastagem nativa com disponibilidade de área preservada da Caatinga, animais nas mesmas condições de saúde, idade, tipo sanguíneo e período de lactação e, principalmente, por possuir um ambiente capaz de simular as reais condições de produção da atividade caprina na região.

A coleta e seleção do material ocorreu mediante simulação de pastejo dos animais com auxílio de um animal adulto fistulado no esôfago, previamente adaptado ao pasto durante 15 dias antes da coleta. O animal foi solto na vegetação da Caatinga no período da manhã, de maneira a não prejudicar o seu comportamento seletivo e, de 30 a 40 minutos, foi recolhido para retirada do material pela extrusa. O material coletado (extrusa) foi pré-selecionado e encaminhado ao Herbário Jayme Coelho de Moraes, pertencente ao CCA/UFPB, para identificação das espécies.

Extração dos componentes da planta, extrusa ruminal, leite e queijo

As espécies vegetais *Aspidosperma pyrifolium* (folhas maduras e secas), *Caesalpinia pyramidalis* (talos e folhas verdes e maduras), *Croton sonderianus* (casca, folhas e pedúnculos secos) e *Prosopis juliflora* (talos e folhas) foram coletadas e identificadas. Em seguida, o material botânico de cada espécie e a extrusa foram desidratados individualmente em estufa, com ar circulante, à temperatura média de 40 °C, durante 96 horas, sendo em seguida triturados em moinho mecânico, obtendo pós com os respectivos pesos: 500,0 g (extrusa ruminal), 535,0 g (Marmeleiro), 560,0 (Catingueira), 570,0 g (Pereiro) e 500,0 (Algaroba). Em seguida foram macerados em etanol (EtOH) a 96 °GL por 72 horas, para a extração dos constituintes orgânicos. As soluções extrativas

foram concentradas em rotaevaporador a 40 °C, fornecendo seus respectivos extratos etanólicos bruto (EEB): 49,3 g da extrusa ruminal, 70,7 g do Marmeleiro, 141,0 g da Catingueira, 45,9 g do Pereiro e 85,9 g da Algaroba. O leite e queijo dos caprinos criados a pasto foram liofilizados e, em seguida, tratados com éter de petróleo, hexano e clorofórmio, obtendo assim as respectivas frações.¹⁴

Prospecção fitoquímica do extrato etanólico bruto

As triagens fitoquímicas dos metabólitos secundários presentes nos extratos etanólicos brutos das quatro espécies vegetais, extrusa ruminal, leite e queijo liofilizados foram realizadas de acordo com metodologia preconizada por MATOS¹⁴ e SOUZA & SILVA.¹⁵

Análise dos espectros de Ressonância Magnética Nuclear

Os espectros de Ressonância Magnética Nuclear de Hidrogênio (RMN¹H) foram obtidos no Laboratório Multiusuário de Caracterização e Análise (LMCA-UFPB) da Universidade Federal da Paraíba, com auxílio de um espectrômetro operando a 200 MHz, modelo: Oxford NMR200, marca: Varian, utilizando-se quantidades variáveis de amostras, visando a confirmação ou não dos resultados obtidos nas prospecções fitoquímicas realizada com o extrato etanólico bruto.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na prospecção fitoquímica das quatro espécies da Caatinga utilizadas na alimentação de caprinos, extrusa do rúmen, leite e queijo verificou-se a presença de metabólitos secundários relevantes tanto no alimento (vegetação), quanto nos produtos intermediário (leite) e final, queijo (Tabela 1). A presença de alcaloides foi observada nas espécies *Aspidosperma pyrifolium* e *Prosopis juliflora*, como também, no material da extrusa ruminal. Foi verificada a ausência desta classe de constituinte no leite e queijo produzidos.

Uma característica comum dos alcaloides é a presença de nitrogênio na sua estrutura química, indicando que são derivados de aminoácidos, normalmente cristalinos, incolores, não voláteis e de sabor amargo.¹⁶ Nas espécies vegetais, estas substâncias

estão relacionadas à defesa contra herbivoria. Além da toxicidade para herbívoros e redução da sua palatabilidade, estes metabólitos prejudicam a ingestão e a digestibilidade das forragens, devido a sua ação antimicrobiana, afetando assim, a atividade dos microrganismos do rúmen.¹⁷

Nas quatro espécies de plantas estudadas e na extrusa do rúmen foi constatada a presença de substâncias esteroidais e triterpênicas, fato não constatado no leite e no queijo. As saponinas, foram ausentes na espécie *Croton Sonderianus*, no leite e no queijo. Na saúde humana, os esteroides proporcionam diversos benefícios como a redução da absorção do colesterol da dieta e, conseqüente redução dos níveis sanguíneos; redução do risco de doenças cardiovasculares e inibição do crescimento de alguns tipos de tumores malignos.¹⁸ As saponinas são caracterizadas por suas propriedades detergentes e surfactantes, atuando nas plantas como reguladora do crescimento, defesa contra patógenos e insetos.¹⁹ Segundo KAMRA,²⁰ quando a dieta de mamíferos apresenta 1% de saponinas observa-se redução na taxa de acetato:propionato (de 1,93 para 1,37), tendo como conseqüência a diminuição dos ácidos graxos totais, inibição do crescimento e atividade dos microrganismos no rúmen e também hemólise. No organismo humano, as saponinas apresentam efeito positivo como atividade antioxidante, ligando-se a sais biliares e colesterol no tubo digestivo, impossibilitando sua absorção. Também detém ação citotóxica, atuando contra células tumorais.²¹

No que se refere aos constituintes fenólicos, observou-se que os flavonoides estavam presentes nas quatro espécies vegetais da dieta dos caprinos, na extrusa ruminal e permaneceram nos produtos, leite e queijo. Os taninos foram encontrados apenas nas espécies *Aspidosperma pyrifolium* e *Caesalpinia pyramidalis*. A ingestão destes constituintes está relacionada à longevidade e a menor incidência de doenças cardiovasculares²². Entretanto, o efeito mais relevante é a propriedade antioxidante, como sequestradores de radicais livres²³ e quelantes de metais que funcionam como catalisadores da peroxidação de lipídeos²⁴. No leite, esta classe de constituintes pode ter relação direta com aroma frutado desejável no leite de animais a pasto.²⁵

Tabela 1. Prospecção fitoquímica em quatro espécies da Caatinga, extrusa do rúmen caprino, do leite e queijo caprino liofilizados

Material de partida	Classe de Constituintes					
	Alcaloides	Esteroides	Triterpenos	Saponinas	Flavonoides	Taninos
<i>Espécies vegetais</i>						
Pereiro (<i>Aspidosperma pyrifolium</i>)	++++**	++**	++**	++**	++**	++**
Catingueira (<i>Caesalpinia pyramidalis</i>)	-	+	+-	++	++++	++****
Marmeleiro (<i>Croton sonderianus</i>)	-	++**	++*	-	++++**	-
Algaroba (<i>Prosopis juliflora</i>)	++**	++**	++**	++**	++**	-
<i>Rúmen</i>						
Extrusa	++	++**	++**	+	++**	-
<i>Produtos</i>						
Leite	-	-	-	-	++**	-
Queijo	-	-	-	-	++**	-

⁽⁺⁾Prospecção fitoquímica, segundo metodologia preconizada por Mattos (1988) e Souza & Silva (2006). ^(*)Prospecção fitoquímica obtido por Ressonância Magnética Nuclear de Hidrogênio (RMN¹H, 200 MHz). Presença forte (+++ ou ***), Presença média (++ ou **), Presença fraca (+ ou *) e Ausente ou resultado inconclusivo (-).

Os taninos representam uma forma de defesa nas plantas proporcionando características importantes como odor repulsivo, gosto amargo e intoxicações ou ação antinutricional nos predadores.²⁶ No animal, quando em altas concentrações, estas substâncias podem limitar o consumo de três maneiras: (a) menor palatabilidade da dieta, em função da adstringência; (b) distensão física do rúmen, causando diminuição da digestão de matéria seca, provocada pela inibição da fermentação do rúmen, em decorrência da complexação com proteínas, fibras e pela ligação com enzimas digestivas dificultando sua ação catalítica e (c) a resposta hormonal desencadeada mediante ligações dos taninos com a parede do intestino delgado.²⁷ No organismo humano, os taninos têm funções antioxidante, antisséptica, cicatrizante e vasoconstritor auxiliando na prevenção de doenças. No entanto, quando em excesso, reduz a biodisponibilidade mineral e digestibilidade proteica da alimentação.²⁸

Estudos fitoquímicos realizados no Gênero *Aspidosperma*, corroboram com os encontrados nesta pesquisa ao relatarem a presença das diversas classes de constituintes como alcaloides, esteroides, triterpenos, saponinas, flavonoides e taninos²⁹ confirmados na espécie *A. pyriforme*.³⁰ Este fato também foi observado no Gênero *Caesalpinia* quanto a presença de esteroides, triptenos, flavonoides e taninos³¹⁻³² na espécie *C. pyramidalis* pela presença de saponinas³³ e nas folhas desta espécie foram isolados esteroides, triterpenos, chalconas, flavonoides, lignoides e éter fenólicos.^{31,34}

Na literatura, estudos fitoquímicos no Gênero *Croton* confirmaram a presença das classes de constituintes esteroides, triterpenos e flavonoides, assim como, de taninos e aldeídos.^{35,36} No óleo essencial de *Croton sonderianus*, foi constatada a presença de monoterpenos e sesquiterpenos.³⁷ Na espécie *Prosopis juliflora*, a presença de alcaloides foi detectado por Tabosa et al.³⁸; Nakano et al.³⁹ e Cavalcante et al.,⁴⁰ que também observaram presença de taninos, substâncias estas, não encontradas no presente estudo. Ressalta-se que na atual pesquisa, foram constatadas outras classes como esteroides, triterpenos, saponinas e flavonoides em na mesma espécie.

No leite e diferentes queijos, metabólitos secundários (benéficos) provenientes das plantas foram encontrados, incluindo a presença de alcaloides, ácidos graxos, terpenos (fitoesterol, triterpenos, etc), flavonoides e taninos,^{41,42}. Estudos relatam a influência de substâncias fitoquímicas sobre as características do leite e queijo dos animais a pasto,^{11,13,43} mesmo assim, pouco se sabe sobre a influência da dieta sobre o teor de constituintes fenólicos não voláteis no leite ou queijo, ainda que estudos relatem a influência de compostos voláteis, mono e sesquiterpenos nestes produtos.⁴⁴ Alto teor de

fenóis no leite contribui para melhoria da qualidade em função da sua estabilidade oxidativa e eficiência de processamento e qualidade de produtos lácteos,¹¹ portanto, o leite de cabra rico em substâncias secundárias derivados da dieta representa uma expressiva potencialidade para o desenvolvimento de alimentos funcionais.

A análise dos extratos etanólicos brutos (EEB) das espécies vegetais e da extrusa ruminal Figuras 1, 2, 3, 4, 5, permitiu ratificar as classes dos metabólitos secundários caracterizados na prospecção fitoquímica, presença de alcaloides aromáticos, flavonoides e taninos com absorção de hidrogênio aromático e N-H entre 6 a 8 e 9,0 a 9,5 ppm. Esteroides e tritepernos com absorção de hidrogênio metílico, metilênico e metínicos entre 0,5 a 2,5 ppm, bem como, saponinas com absorções dos esteroides/tripertenos junto as absorções entre 3,0 a 4,0 e 5,0 a 5,5 ppm típicos de hidrogênio oximetílico.⁴⁵

A fração hexânica do leite e do queijo liofilizado, revelou a presença predominante de ácidos graxos insaturados, pela absorção intensa em 1,23 ppm (típica de hidrogênios metilênicos dessa classe de substâncias) e a insaturação (C=C) pelo deslocamento entre 5,24 e 5,34 ppm⁵⁸ e de flavonoides, ao exibir sinais dos hidrogênios aromáticos. Os espectros de RMN¹H do leite e do queijo corroboram a presença destes constituintes químicos caracterizados pela triagem fitoquímica (Figuras 6 e 7).

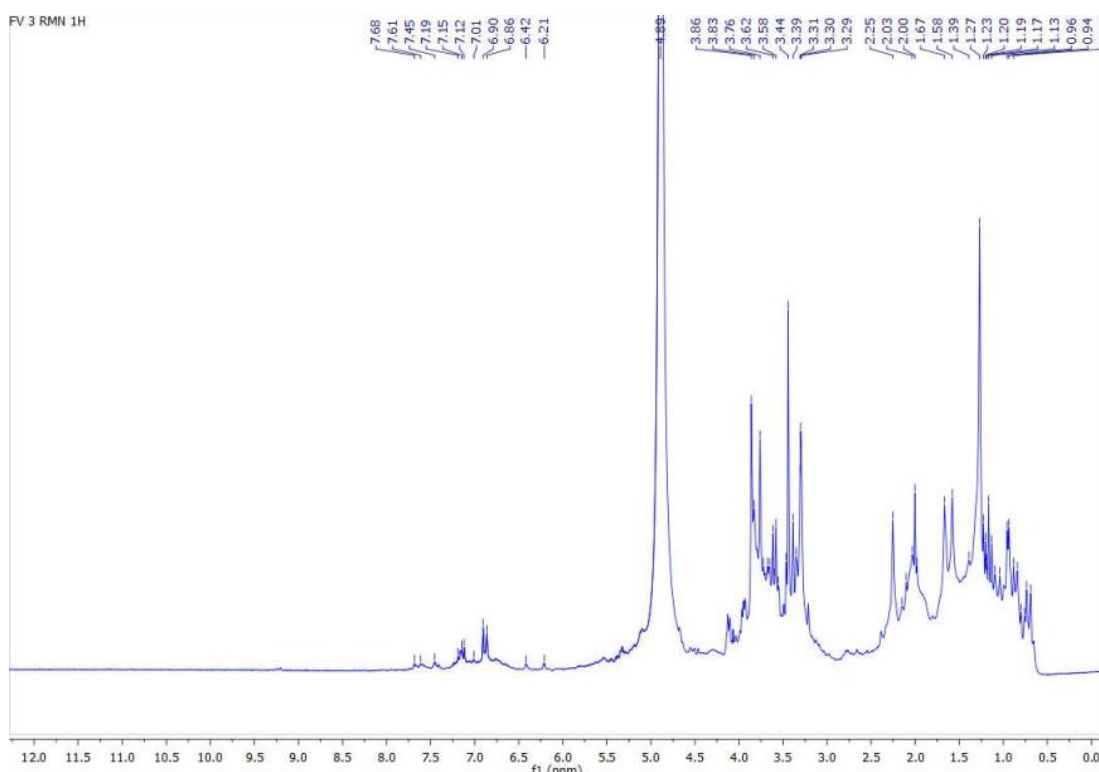


Figura 1. Espectros de RMN¹H da espécie *Pereiro* (*Aspidosperma pyrifolium*)

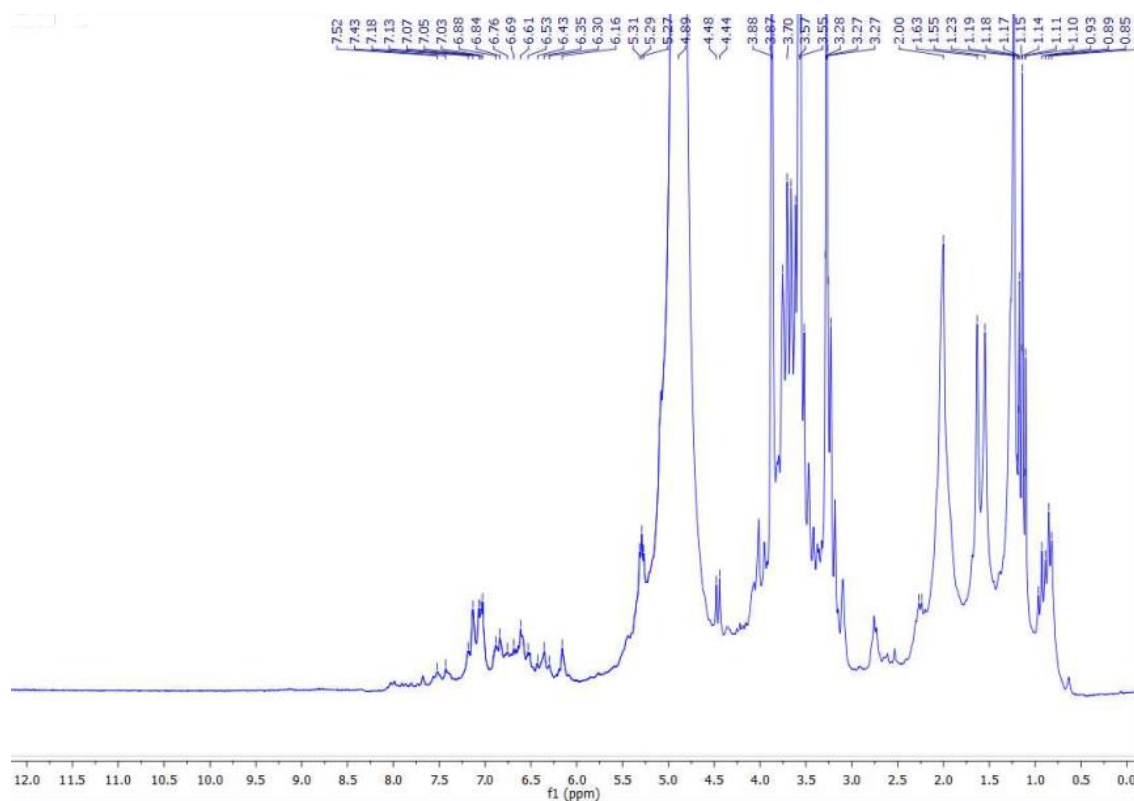


Figura 2. Espectros de RMN¹H da espécie Catingueira (*Caesalpinia pyramidalis*)

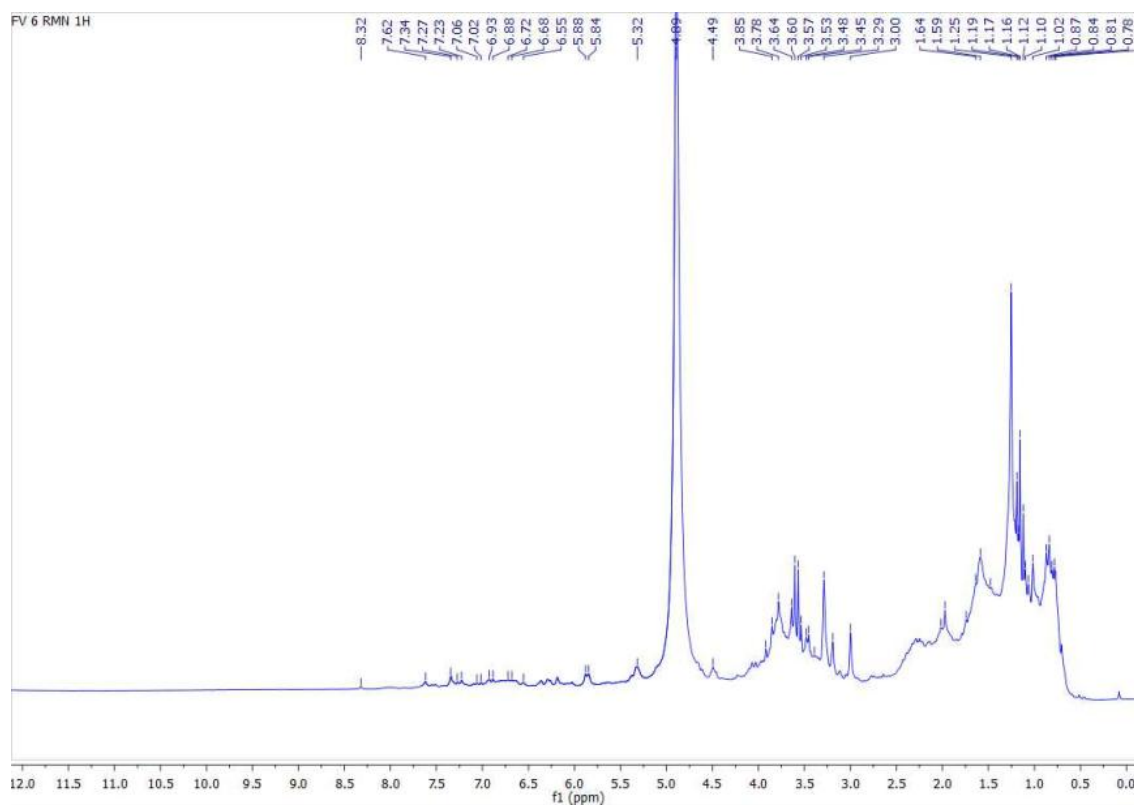


Figura 3. Espectros de RMN¹H da espécie Marmeleiro (*Croton sonderianus*)

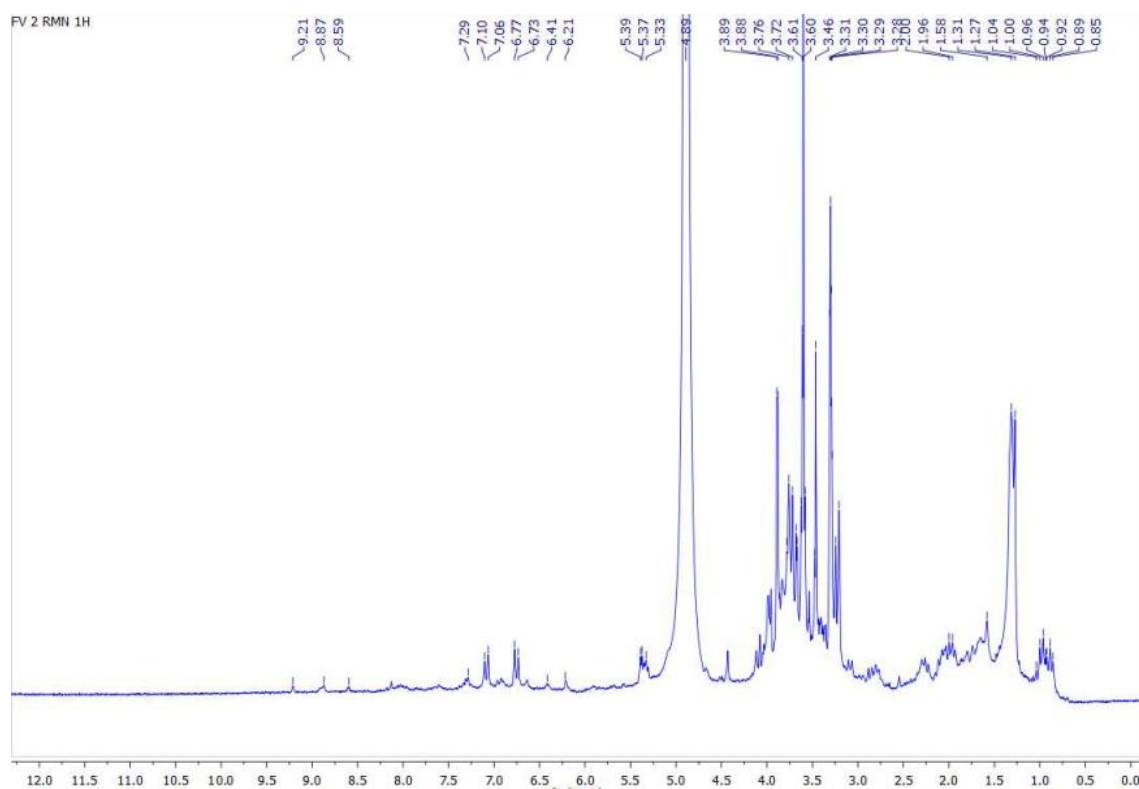


Figura 4. Espectros de RMN^1H da espécie Algaroba (*Prosopis juliflora*)

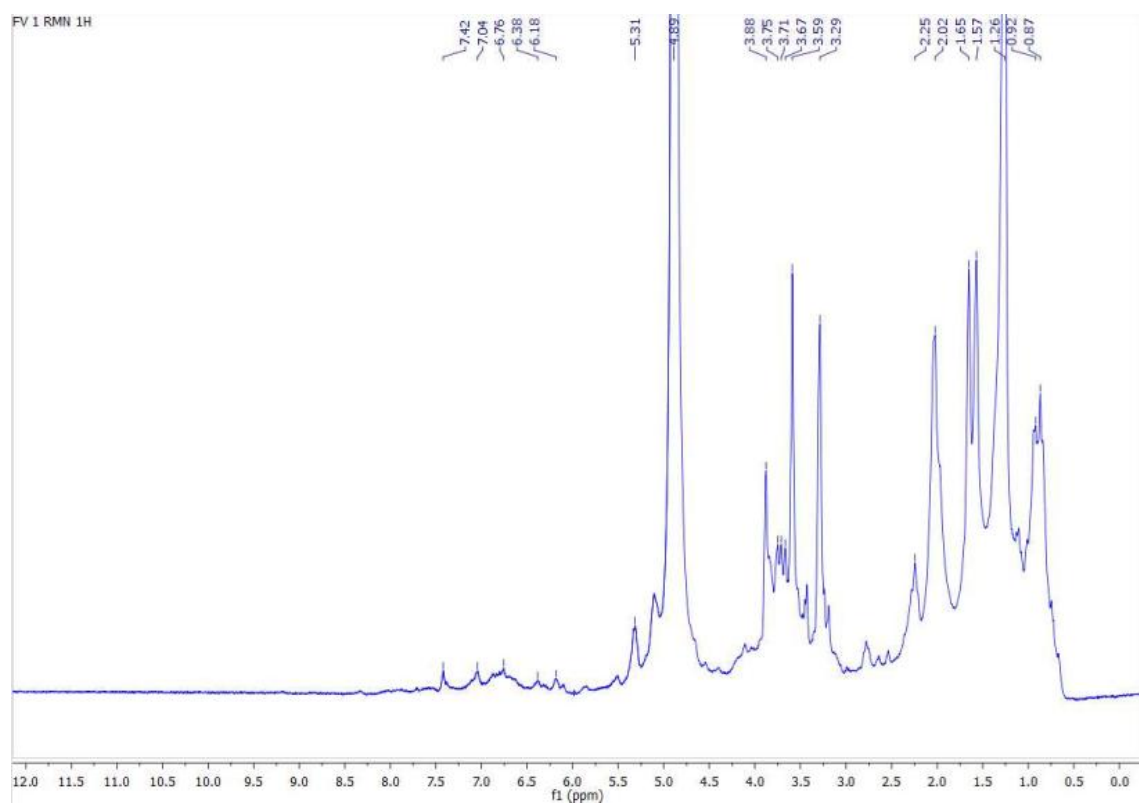


Figura 5. Espectros de RMN^1H do material da extrusa ruminal

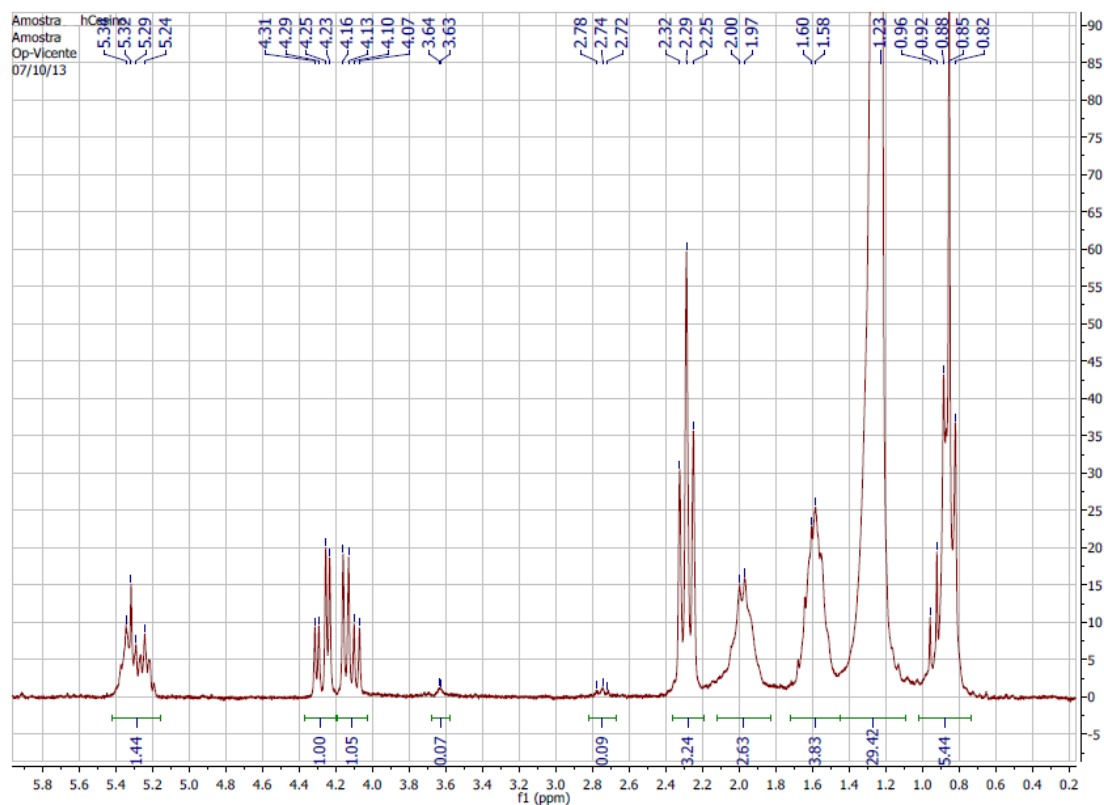


Figura 6. Espectros de RMN^1H da fração hexânica do leite de cabras criadas a pasto (CDCl_3 , 200MHz)

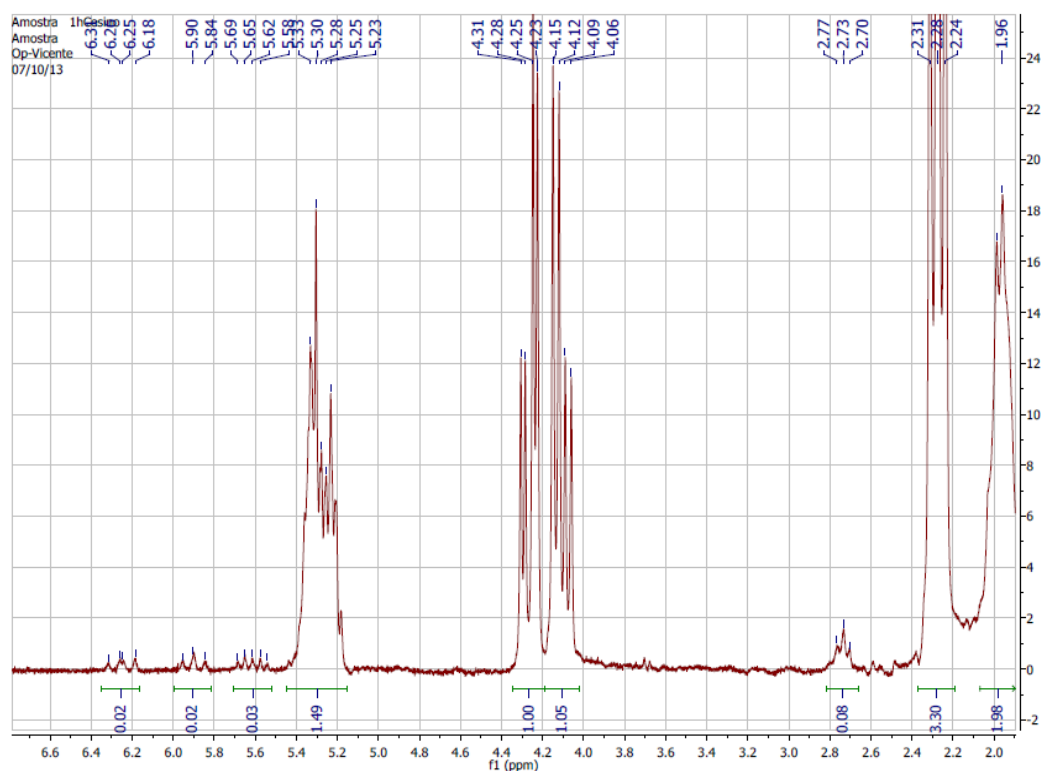


Figura 7. Espectros de RMN^1H da fração hexânica do queijo de cabras criadas a pasto (CDCl_3 , 200MHz)

CONCLUSÃO

Nas espécies vegetais estudadas a prospecção fitoquímica constatou a presença de vários metabólitos secundários, com predominância para os flavonoides, esteroides e triterpenos. Permitindo ainda, rastrear as classes de metabólitos secundários, desde as espécies vegetais da dieta dos animais até o produto final, constatando-se que o ambiente ruminal influencia diretamente na degradação dos constituintes químicos presentes na dieta do animal. Destaca-se que, apenas flavonoides e ácidos graxos permanecem presentes no leite e queijo, proporcionando a estes produtos, obtidos do sistema a pasto, características funcionais e benéficas, para a saúde do consumidor.

AGRADECIMENTOS

Ao produtor D. J. B. Batista pela parceria e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa de Doutorado.

REFERÊNCIAS

1. Pereira, R. J.; Cardoso, M. G. *Journal of Biotechnology and Biodiversity* **2012**, 3, 146.
2. Araújo, K. D.; Parente, H. N.; Éder-Silva, E.; Ramalho, C. I.; Dantas, R. T.; Andrade, A. P.; Silva, D. S.; *Revista Caatinga* **2010**, 23, 63.
3. Sampaio, E. V. S. B. *Fitossociologia*. Sampaio, E. V. S. B.; Mayo, S. J.; Barbosa, M. R. V. eds.; Sociedade Botânica do Brasil/Seção Regional de Pernambuco: Recife, **1996**.
4. Pereira, I. M. Andrade, L. A.; Costa, J. R. M.; Dias, J. M.; *Acta Botânica Brasileira* **2001**, 15, 413.
5. Andrade, L. A.; Fabricante, J. R.; Oliveira, F. X. *Acta Scientiarum. Biological Sciences* **2010**, 3, 249-255.
6. Pereira Filho, J. M.; Silva, A. M. A.; Cézar, M. F. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal* **2013**, 14, 77.
7. Sanz Sampelayo, M. R.; Chilliard, Y.; Schmidely, P. H.; Boza, J. *Small Ruminant Research* **2007**, 68, 42.

8. Ribeiro, C. V. D. M.; Oliveira, D. E.; Juchem, S. O.; Silva, T. M.; Nalério, E. S.; *Revista Brasileira de Zootecnia* **2011**, 40, 121.
9. Boutoial, K.; Ferrandini, E.; Rovira, S.; García, V.; López, M. B.; *Small Ruminant Research* **2013**, 112, 147.
10. Chiofalo, V.; Liotta, L.; Fiumanò, R.; Riolo, E. B.; Chiofalo, B.; *Small Ruminant Research* **2012**, 104, 122.
11. O'Connell, J.E.; Fox, P.F.; *International Dairy Journal* **2001**, 11, 103.
12. Boorton, J.; Foster, J.; *Journal of Animal Science* **2002**, 80, 2513.
13. Galina, M. A.; Osnaya, F.; Cuchillo, H. M.; Haenlein, G. F. W. *Small Ruminant Research* **2007**, 71, 264.
14. Matos, F. J. A. *Introdução a fitoquímica experimental*. 2th ed., Edições: UFC Fortaleza, **1997**.
15. Souza, M. F. V.; Silva, D. A. "Extração, isolamento e reações de caracterização de constituintes químicos". in: Almeida, R. N. *Psicofarmacologia, fundamentos práticos*. 1th ed.; Guanabara Koogan, Rio de Janeiro, **2006**, Cap 6.
16. Taiz, L.; Zeiger, E.; *Fisiologia Vegetal*, 4th ed.; Artmed: Porto Alegre, **2009**.
17. Oliveira, J.S.; Zanine, A.M.; Santos, E.D.; *Revista Electrónica de Veterinária* **2007**, 8, 1.
18. Martins, S. L. C.; Silva, H. F.; Novaes, M. R. C. G.; Ito, M. K. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición* **2004**, 54, 257.
19. Simões, C. M. O.; Schenkel, E. P.; Gosman, G.; Mello, J. C. P.; Mentz, L. A.; Petrovick, P. R. *Farmacognosia: da planta ao medicamento*. 6.ed. revisada e ampliada. Porto Alegre/Florianópolis: Editora da UFRGS/Editora da UFSC, **2007**. 1102p.
20. Kamra, D.N. *Current Science* **2005**, 89, 124.
21. Sparg, S. G E; Light, M. E.; Standen, J.; *Journal of Ethnopharmacology* **2004**, 94, 219.
22. Acosta-Estrada, B. A.; Gutiérrez-Urbe, J. A.; Serna-Saldívar, S. O.; *Food Chemistry* **2014**, 152, 46.
23. Prior, R. L.; Cao, G.; *Horticulturae Scientia* **2000**, 35, 588.
24. Terao, J.; Piskula, M. K.; *Nutrition* **1999**, 15, 790.
25. Medeiros Júnior et al., 2014. Trabalho não publicado.
26. Lima Júnior, D. M.; Monteiro, P. B. S.; Rangel, A. H. N.; Maciel, M. V.; Oliveira, S. E. O.; Freire, D. A. *Acta Veterinaria Brasilica* **2010**, 3, 132.

27. Getachew, G.; Makkar, H.P.S; Becker. K. *British Journal of Nutrition* 2000, 84, 73.
28. Balasundram, N.; Sundram, K.; Samman, S.; *Food Chemical* **2006**, 99, 191.
29. Santos, S.R.; Rangel, E.T.; Lima, J.C.; Silva, R.M.; Lopes, L.; Noldin, V.F.; Cechinel Filho, V.; Delle Monache, F.; Martins, D.T.; *Pharmazie* **2009**, 64, 836.
30. Mitaine, A. C.; Sauvain, M.; Valentin, A.; Callapa, J.; Mallié, M.; Zéches-Hanrot, M.; *Phytomedicine* **2002**, 9, 142.
31. Mendes, C. C.; Bahia, M. V.; David, J. M.; David, J. P. *Fitoterapia* 2000, 71, 205.
32. Cheng, Y.; Ma, L. Y.; Miao, J. H.; Xu, X. D.; Yuan, J. Q.; Yang, J. S.; *Chinese Chemical Letters* **2009**, 20, 444.
33. Santos, C. A.; Passos, A. M. P. R.; Andrade, F. C.; Camargo, E. A.; Estevam, C. S.; Santos, M. R. V.; Thomazzi, S. M. *Brazilian Journal of Pharmacognosy* **2011**, 21, 1077.
34. Bahia, M. V.; David, J. P.; David, J. M.; *Química Nova* **2010**, v.33, 1297.
35. Payo, H. A.; Dominicis, M. E.; Mayor, J.; Oquendo, M.; Sarduy, R.; *Revista Cubana de Farmácia* **2001**, 35, 203.
36. Silva, S. L. C.; Carvalho, M. G.; Gualberto, S. A.; Torres, D. S. C.; Vasconcelos, K. C. F.; Oliveira, N. F.; *Acta Veterinaria Brasilica* **2010**, 4, 252.
37. Angélico, E. C.; Costa, J. G. M.; Rodrigues, O. R.; Lima, E. Q.; Medeiros, R. S.; *Revista de Biologia e Farmácia* **2011**, 07, 57.
38. Tabosa, I. M.; Quintans-Junior, L. J.; Plamplona, f. v.; Almeida, R. N.; Cunha, E V. L.; Silva, M. S.; Souza, J. C.; Barbosa Filho, J. M. *Revista Brasileira de Farmacognosia* **2000**, 9, 11.
39. Nakano, H.; Nakajima, E.; Fujii, Y.; Shigemori, H.; Hasegawa, Koji.; *Plant Growth Regulation* **2004**, 44, 207.
40. Cavalcante, G. M.; Moreira, A. F. C.; Vasconcelos, S. D.; *Pesquisa Agropecuária Brasileira* **2006**, 41, 9.
41. Gambelli, L., Manzi, P., Panfili, G., Viavanti, V., Pizzoferrato, L.; *Food Chemical* **1999**, 66, 353.
42. Pompe, M.; Tompa, G.; Susic, R.; Rogelj, I.; 6th *International Meeting Mountain Cheese*, Ragusa, Italy, **2004**.
43. Coppa, M.; Ferlay, A.; Monsallier, F.; Verdier-Metz, I.; Pradel, P.; Didienne, R.; Farruggia, A.; Montel, M.C.; Martin, B.; *Journal of Dairy Science* **2011**, 94, 1132.
44. Jordan, M. J.; Martinez, C.; Monino, M. I.; Lopez, M. B.; Ferrandini, E.; Lafuente, A.; Sotomayor, J. A.; *Planta Medica* **2007**, 73, 922.

45. Pavia, D. L.; Lampman, G. M.; Kriz, G. S.; *Introdução à Espectroscopia*, 4th ed., Editora Cengage Learning: São Paulo, **2010**.

Capítulo III

Influência do sistema de alimentação na qualidade do leite e do queijo de cabras no Semiárido

Artigo elaborado de acordo com as normas exigidas para submissão da revista Small
Ruminant Research

INFLUÊNCIA DO SISTEMA DE ALIMENTAÇÃO NA QUALIDADE DO LEITE E DO QUEIJO DE CABRAS NO SEMIÁRIDO

Resumo

O objetivo desta pesquisa foi avaliar o impacto do sistema de alimentação sobre a qualidade do leite e do queijo de caprinos no Semiárido brasileiro, avaliando-se as características físico-químicas, perfil de ácidos graxos e sensoriais do leite e do queijo de cabras em dois sistemas de alimentação: a pasto e confinado. Entre as variáveis físico-químicas analisadas, a alimentação a pasto influenciou positivamente no conteúdo de gordura do leite e do queijo e, conseqüentemente, no perfil lipídico com um aumento dos ácidos graxos insaturados e diminuição dos saturados, quando comparado ao leite e queijo de cabras a pasto, sendo observada, ainda, diferença sensorial apenas para sabor aromático do leite. As cabras leiteiras mantidas em dietas a base de pasto nativo promovem melhoria na composição da gordura e sabor aromático do leite, aumentando o valor nutricional, conseqüentemente, benefícios à saúde humana, sem afetar as características sensoriais do queijo.

Palavras-chave: Ácidos graxos, Caatinga, caprinos, criação a pasto, produtos lácteos, sensorial

Abstract

The objective of this research was to evaluate the impact of the feeding system on the quality of milk and cheese from goats in the Brazilian semiarid, to evaluate the physicochemical characteristics of milk fatty acids and sensory and goats cheese profile in two power systems: pasture and confined. Among the physicochemical variables,

feeding on pasture positively influenced the fat content of milk and cheese and, consequently, lipid profile with an increase in unsaturated fatty acids and decreased saturated when compared to milk and cheese from goats to pasture, being also observed sensory difference only for aromatic flavor of milk. Therefore, dairy goats kept on diets based on native pasture promote improvement in fat composition and flavor of milk, thereby increasing the nutritional value and benefits to human health without affecting the sensory characteristics of the cheese.

Keywords: Caatinga, creating a pasture, dairy products, fatty acids, goats, sensory

1. Introdução

Constituindo relevante fonte alimentar, os produtos lácteos destacam-se por suas características nutricionais, que os classificam com representativo potencial funcional. Pesquisas destacam queijos de qualidade nutricional diferenciada para a saúde humana advindos de animais criados em pasto. No geral, a vegetação de pastagem exerce efeito na composição química e nutritiva dos produtos lácteos de forma sazonal, o que proporciona aos queijos elaborados com leite de animais de pasto algumas propriedades nutritivas e características sensoriais peculiares durante as estações do ano (Abiodun e Gould, 2002; Rubino e Chilliard, 2003).

As características do leite dependem de fatores de produção como manejo animal, alimentação, fisiologia e genética, os quais desempenham papel na qualidade dos produtos lácteos. Dentre estes, a alimentação se sobressai por seu efeito nos componentes lipídicos, em particular o perfil de ácidos graxos (Sanz Sampelayo et al., 2007; Coppa et al., 2011a). A dieta oferecida aos caprinos pode alterar a composição e o *flavor* do leite (Ribeiro et al., 2011), e por isso tornaram-se conhecidos por sua

qualidade e sabor superior em relação aos produtos lácteos provenientes de animais alimentados em confinamento, em espécies bovina e caprina (Galina, 2004).

A pecuária de leite tem papel fundamental no contexto do setor agropecuário mundial, por ser importante na formação da renda de um grande número de produtores e pelo fato do leite ser alimento básico à população, além disso, serve de matéria-prima para a produção de derivados lácteos de alto valor nutritivo. Em muitos países, especialmente na região do Mediterrâneo e do Oriente Médio, os caprinos representam uma parte importante da economia nacional (García et al., 2014). Desta forma, o setor aponta para um futuro promissor, de modo que qualquer esforço para incentivar a produção e investigação científica neste campo será positiva para a indústria e para a qualidade do leite de cabra e seus derivados.

O Semiárido brasileiro caracterizado por uma pastagem natural denominada de “Caatinga”, rica em espécies forrageiras em seus três estratos: herbáceo, arbustivo e arbóreo. As espécies botânicas neste Bioma participam significativamente, da composição da dieta dos ruminantes domésticos da região (Ferreira et al., 2009), sendo constituídas de micronutrientes (ácidos graxos, vitaminas) e compostos secundários (terpenos, flavonoides, taninos, fitoesteróis, etc.) originando substâncias bioativas com importantes benefícios à nutrição e saúde humana (Silanikove et al., 2010).

O conhecimento da composição do leite representa uma ação estratégica para o produtor na região, que pode planejar a produção, utilizando variáveis do manejo nutricional. Também representam papel fundamental para a indústria processadora, devido à sua importância sobre os derivados lácteos. Neste sentido, o desenvolvimento de pesquisas buscando conhecimentos que possam elucidar questionamentos deste setor, com consequente crescimento da cadeia produtiva do leite caprino, contribui para o incremento econômico das regiões produtoras. A estruturação da cadeia produtiva dos

produtos lácteos na região Semiárida constitui-se de um desafio, em que ações participativas de todos os segmentos envolvidos representam ferramentas indispensáveis para a sua viabilização. Diante do exposto, a realização desta pesquisa teve o objetivo de avaliar influência do sistema de alimentação sobre a qualidade do leite e do queijo de caprinos no Semiárido brasileiro.

2. Material e Métodos

2.1. Ensaio experimental, animais e dietas

Mediante um universo de produtores de leite caprino na microrregião do Cariri paraibano, conhecida pela expressiva prática desta atividade agropecuária, foi selecionada uma propriedade representativa quanto ao sistema de alimentação em pastagem nativa com disponibilidade de área preservada da Caatinga, com animais nas mesmas condições de saúde, idade, tipo sanguíneo, período de lactação e, principalmente, um ambiente capaz de simular as reais condições de produção da atividade caprina na região durante a época seca.

Quanto aos animais, foram utilizadas 24 (vinte e quatro) cabras mestiças da raça Parda alpina, com aproximadamente 60 dias de lactação, divididas em dois grupos de 12 (doze) animais, de acordo com o sistema de alimentação: confinado e a pasto. Os animais confinados tiveram como alimento volumoso o Capim elefante (*Pennisetum purpureum*) à vontade, caracterizando a realidade do sistema intensivo da região no período seco. Os animais do sistema a pasto tiveram como alimento volumoso a vegetação da Caatinga, composta predominantemente de folhas secas e casca do caule do Marmeleiro (*Croton sonderianus*), folhas verdes e maduras e talos da Catingueira (*Caesalpinia pyramidalis*), folhas maduras e secas do Pereiro (*Aspidosperma pyrifolium*) e talos e folhas da Algaroba (*Prosopis juliflora*) caracterizando a época

seca. As cabras eram soltas ao pasto logo após a ordenha da manhã e recolhidas no final da tarde.

Quanto ao concentrado, os dois sistemas, receberam a mesma quantidade formulada à base de farelo de milho, soja e trigo, suplemento mineral e calcário, segundo recomendações da NRC (2007) para atender às exigências nutricionais de cabras em lactação com produção média de 1,5 kg/cabra/dia. O período de colheita do leite para análise e elaboração dos queijos ocorreu durante 5 (cinco) dias consecutivos, em que 1,2 L foi coletado para análises físico-químicas e sensoriais do leite e 10,0 L reservados para a elaboração dos queijos.

2.2. Elaboração do queijo de Coalho de leite de cabra

Os queijos foram elaborados utilizando o leite de cabra por sistema de alimentação, e foram pasteurizados a 65 °C (± 1 °C), durante 30 min seguido de resfriamento a 37 °C (± 2 °C) e coagulação com aditivos na seguinte sequência: 0,5 mL L⁻¹ a 50% de cloreto de cálcio e 0,9 mL L⁻¹ coagulante comercial (Ha-La®, Christian Hansen Ind. & Com. Ltd., Valinhos, SP, Brasil). Passados 40 minutos de descanso, a coalhada foi cuidadosamente cortada em cubos, drenada, e salgada (1% de NaCl em relação ao peso da massa). A massa foi então distribuída em moldes perfurados de 250 g, pressionados por 4 h à temperatura ambiente, embalada à vácuo e armazenada sob refrigeração, 4 $\pm$ 1 °C por 7 horas. Os queijos fabricados foram de 250 g para cada tratamento, parte foi encaminhada para análise sensorial e outra parte para as demais análises.

2.3. Análises físico-químicas do leite e queijo

As análises físico-químicas foram realizadas de acordo com as seguintes metodologias específicas: determinação de pH e acidez titulável - utilizando-se um potenciômetro para o pH e titulação com solução de hidróxido de sódio para determinação da acidez; Extrato Seco Total (EST) - por secagem até a obtenção de peso constante; Cinzas - mediante incineração em temperatura próxima a 550-570 °C; Lipídeo - utilizando o lactobutirômetro de Gerber; Proteína - pelo método de Micro-Kjedahl, com o fator 6,38 multiplicando pela porcentagem de nitrogênio; Lactose - realizada segundo o método de redução de Fehling; Gordura no Extrato Seco (GES) - obtida pela seguinte relação: $GES = (\% \text{ de gordura} \times 100) / \% \text{ EST}$ (AOAC, 2003).

2.4. Avaliação da qualidade física dos queijos

A análise do perfil de textura foi realizada utilizando um texturômetro TA-XT2i (Stable Micro Systems, Survey, UK) acoplado a uma sonda de aço inoxidável esférico (P/1S) 1 polegada de diâmetro (Extralab Brasil, São Paulo, Brasil). Os queijos foram cortados em formatos cilíndricos (50 mm de diâmetro e 25 mm de altura) e analisados em triplicata para cada tratamento.

As condições de análise de textura, com base no procedimento de Andrade et al. (2007) foram os seguintes: 1,0 mm / s de velocidade, 50% de compressão, 5,0 g força de contato, e 5 s entre ciclos. Os parâmetros de textura de dureza, coesividade, adesividade, elasticidade e mastigabilidade foram analisados por meio da utilização do Texture Expert for 1.20 software (Stable Micro Systems) do Windows.

A determinação da cor instrumental foi realizada em colorímetro CR-400 (Minolta, Osaka, Japão) utilizando o sistema CIELAB (CIE, 1996). No espaço colorimétrico CIELAB, definido por L*, a*, b*, a coordenada L* corresponde a

luminosidade, a^* e b^* referem-se às coordenadas de cromaticidade verde(-)/vermelho(+) e azul(-)/amarelo(+), respectivamente. As medições foram analisadas com o aparelho previamente calibrado na modalidade da refletância, com a reflexão especular excluída e usando placas de referência. As medidas foram executadas em triplicata na parte interna da amostra de queijo e depois na parte externa, imediatamente após a retirada da embalagem.

2.5. *Análise de ácidos graxos*

A extração da gordura dos queijos foi realizada de acordo com metodologia de Folch et al. (1957). Para análise de ácido graxo, saponificação e esterificação foram realizadas conforme o método de Hartman e Lago (1973).

O perfil de ácidos graxos das amostras esterificadas do leite e queijo foi determinado em cromatógrafo a gás Varian 430-GC, com detector de ionização de chama (FID), coluna capilar de sílica fundida (CP WAX 52 CB Varian, 60 m x 0,25 mm x 0,25 μ m de espessura do filme), utilizando o hélio como gás de arraste (vazão de 1 mL/min). O programa de temperatura do forno inicial foi de 100 °C aumentando 2,5 °C/min até atingir a temperatura de 240 °C, permanecendo por 20 minutos. A temperatura do injetor foi mantida em 250 °C e a do detector em 260 °C.

Uma alíquota de 1,0 μ L do extrato esterificado foi injetada em injetor tipo split/splitless a 250 °C e os cromatogramas foram registrados em um software tipo Galaxie Chromatography Data System. Os ácidos graxos foram identificados por comparação dos tempos de retenção dos ésteres metílicos das amostras com padrões Supelco ME19-Kit (Fatty Acid methyl Esters C6-C24). Os resultados dos ácidos graxos foram quantificados por padronização das áreas dos ésteres metílicos e expressos em percentual de área (%).

Os isômeros de CLA foram separados por HPLC de íons de prata, tal como descrito por Rego et al. (2008). A identificação dos CLA individuais foi realizada por comparação dos seus tempos de retenção com os de padrões comerciais e com valores publicados na literatura (Cruz-Hernandez et al., 2004), expressos em % total de CLA.

2.6. *Análise sensorial*

Aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do CCS/UFPB sob o Protocolo N° 111.517 os produtos puderam ser direcionados a análises sensoriais. Realizada com um painel interno composto por 13 avaliadores (com idade entre 20-35 anos), selecionados por sua capacidade sensorial e treinados para Análise Descritiva Quantitativa (ADQ) de acordo com as diretrizes do perfil sabor padrão estabelecida pela ISO 6564:1985. Sessões de treinamento foram realizadas para os avaliadores familiarizar o painel com a linguagem e os produtos perante análises especialmente de leite e queijos caprinos. O teste ADQ foi administrado usando uma escala de 9 pontos, variando de 1 (fraco) a 9 (forte) sobre os seguintes atributos: aroma e sabor (intensidade, leite de cabra, ranço e frutado) e *after taste* (intensidade e persistência) para os leites; e aparência (cor esbranquiçada, cor creme e liberação de soro), textura (maciez e homogeneidade), aroma (leite de cabra, ranço e frutado) e sabor (leite de cabra, ranço, ácido e salgado) para os queijos.

2.7. *Análises estatísticas*

Os dados obtidos foram tabulados e submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade de erro usando o software estatístico (SAS, 1996).

3. Resultados e Discussão

3.1. Análise físico-química

Os valores médios da composição físico-química do leite e do queijo de cabras submetidas aos dois sistemas de alimentação estão expressos na Tabela 1. O teor de lipídios no leite foi maior quando comparado os animais em sistema a pasto com o confinado ($p < 0,05$), os valores variaram de 3,71 a 4,03%. Resultados semelhantes foram relatados por Eknaes et al. (2009) ao estudarem leite de cabras Norueguesas em pastagem de montanha e confinadas. A gordura é o componente que mais varia na composição do leite e que alguns fatores dietéticos são fundamentais na alteração da gordura do leite de cabra: quantidade de fibras e quantidade de água ingerida, ressaltando que quanto maior o conteúdo de forragem na dieta maior a quantidade de gordura do leite (Zervas e Tsiplakou, 2011).

Em geral, o leite produzido em sistemas de alimentação a pasto com qualidade nutricional adequada é caracterizada pelo elevado teor de gordura, em função das forragens ricas em fibra (Morand-Fehr et al., 2007). O alto teor de fibra em uma dieta influencia no tamponamento do rúmen, favorecendo o crescimento das bactérias celulolíticas, elevando a produção de acetato e butirato (Lu, 2005). Além disso, trabalhos relatam que estes leites também são ricos em microcomponentes (ácidos graxos, vitaminas), compostos voláteis (aromas, terpenos) e fenólicos, benéficos à nutrição e saúde humana (Silanikove et al., 2010).

Teor de sólidos totais do leite sofreu variação quando analisados entre os dois sistemas de alimentação, com valores médios de 12,07 % para os animais a pasto e de 11,42 % dos confinados, respectivamente. Esta oscilação pode estar relacionada ao maior teor de lipídios encontrado no leite dos animais a pasto em função de uma maior diversidade de forragem disponibilizada neste sistema alimentar. Barbosa et al. (2010)

sugerem que pode ter ocorrido um carreamento dos nutrientes da dieta para o leite desses animais, comportamento explicado por valores superiores observados para o leite das cabras a pasto, traduzindo-se no consumo de uma dieta com maior riqueza de nutrientes.

No leite, os teores de proteínas, lactose, cinzas, acidez e pH não apresentaram diferença ($p \geq 0,05$) entre os sistemas, encontrando-se de acordo com a legislação específica os valores de proteínas, lactose e acidez (BRASIL, 2000). Nos queijos, os teores de lipídios variaram ($p < 0,05$) e, assim como no leite, o produto obtido dos animais a pasto apresentou valor superior quando comparado ao produto de animais confinado. Para os valores médios de proteínas, lactose, gordura no extrato seco, sólidos totais, umidade, cinzas, acidez e pH não foi observada variação ($p \geq 0,05$) entre os sistemas de alimentação.

Peculiaridades de queijos artesanais de leite cru de ruminantes (vaca e cabra) analisadas por Lucas et al. (2008) relataram que o conteúdo e a qualidade da gordura do queijo é o parâmetro mais condicionado pela alimentação, valores superiores foram encontrados por Hilario et al. (2010) em queijos de cabras elaborados a partir de diferentes sistemas de alimentação (pasto vs confinado) em região Semiárida do México e similaridade foi observada em queijo de coalho de cabras alimentadas com óleos vegetais (Medeiros et al., 2013).

Os queijos em estudo foram classificados quanto ao teor de gordura no extrato seco, como “gordo” para os queijos das cabras a pasto com valor médio de 48%, e “semigordos” os queijos das cabras em confinamento, com 40,5% de gordura, segundo o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Queijos (BRASIL, 1996). Portanto, o teor de gordura do leite foi o fator determinante que influenciou na classificação dos queijos estudados.

A textura, apenas a elasticidade apresentou variação ($p < 0,05$) entre os queijos em estudo, as demais variáveis não diferiram ($p \geq 0,05$). Em queijos de vacas em diferentes sistemas de pastagem em terras altas, Coppa et al. (2011b) relataram divergência quanto a diferença na elasticidade e, para os valores de dureza e mastigabilidade por Queiroga et al. (2013) em queijo de Coalho, ao passo que resultados semelhantes foram observados por Medeiros et al. (2013) em queijos de Coalho de cabras suplementados com óleos vegetais.

Na cor, houve variação somente para o parâmetro L^* , que indica luminosidade e capacidade de um objeto refletir ou transmitir a luz baseado em uma escala que varia de 0 a 100, ou seja, quanto maior o valor de luminosidade, mais claro é o objeto, o que foi observado neste estudo em queijos provenientes de animais confinados. A cor dos lácteos provenientes de animais alimentados a pasto pode ser influenciada pelo consumo de uma maior diversidade de plantas com variados pigmentos que podem ser transferidos ao leite e consequentemente aos queijos. Da mesma forma, Coppa et al. (2011b) registraram a luminosidade menos intensa nos queijos com leite de animais a pasto, quando comparado com de confinados e Queiroga et al. (2013), ao caracterizar queijo coalho caprino, relataram valores inferiores quanto aos observados para luminosidade.

3.2. Perfil de ácidos graxos do leite e do queijo

No perfil de ácidos graxos do leite e do queijo de caprinos (Tabelas 2 e 3) foram identificados e quantificados 29 ácidos graxos, sendo classificados em 14 ácidos graxos saturados (AGS), 10 ácidos graxos monoinsaturados (AGMI) e 5 ácidos graxos poli-insaturados (AGPI).

O sistema teve influência ($p < 0,05$) sobre a percentagem de área dos ácidos graxos saturados do leite e do queijo, com o derivado lácteo de animais a pasto apresentando menor teor de ácidos graxos de cadeia curta (C4-C9) e média (C10-C15) e valores médios maiores de ácidos graxos de cadeia longa ($> C15$) no leite. O ácido palmítico (C16: 0) foi aquele que mais contribuiu para o perfil de ácidos graxos saturados no leite e no queijo. Resultados semelhantes para AGS foram observados por Mancilla-Leytón et al. (2013), comparando o leite de cabras Payoya a pasto e em confinamento e, por Queiroga et al. (2013), em queijo tipo coalho caprino.

A composição de ácidos graxos do leite de cabra contém uma maior proporção de ácidos graxos de cadeia curta, responsáveis por modificações relevantes no aroma tanto do leite quanto do queijo (Haenlein, 2004). Quando acentuado, o sabor característico de caprino é um fator limitante na aceitação de lácteos caprinos. Segundo Silanikove et al. (2010), essas características podem ser atribuídas à presença, principalmente, dos ácidos capróico (C6:0) e caprílico (C8:0). Os ácidos graxos de cadeia curta (AGSCC) também são conhecidos por serem: anti-bacterianos, anti-virais, inibir o desenvolvimento e dissolver os depósitos de colesterol e serem de rápida absorção a partir do intestino (Shingfield et al., 2008), contribuem para as propriedades específicas de promoção da saúde do leite de cabra.

Nos ácidos graxos insaturados, foi observado aumento significativo ($p < 0,05$) no leite e queijo de animais alimentados a pasto, assim como, suas relações com os saturados. Avaliando níveis de pastagens do mediterrâneo no perfil lipídico do leite de cabras Payoya, Delgado-Pertíñez et al. (2013) observaram maior teor de ácidos graxos insaturados (AGI) em pastagem alta.

A ingestão de ácidos graxos insaturados proporciona benefícios para a saúde humana, causando diminuição nos níveis de colesterol total no plasma sanguíneo,

estando presentes no organismo como componentes dos fosfolipídios de membrana em tecidos específicos, atuando como precursores na síntese de diferentes biocompostos (Shamil e Moreira, 2004; Simão et al., 2007; Veach, 2004; Visioli e Hagen, 2007), portanto, a presença destes ácidos graxos é desejável na dieta, aqui representado por uma melhor percentagem no leite e queijo de cabras alimentadas a pasto.

Estudos realizados com vacas alimentadas a pasto, a gordura proveniente do leite é rica em ácidos graxos insaturados, especialmente C18:1 *cis* - 9, C18:1 *trans* - 11, CLA *cis* - 9, *trans* - 11 e C18:3 n- 3 e pobre em ácidos graxos saturados, em particular C12:0, C14:0 e C16:0, em comparação com vacas alimentadas com forragens conservadas e concentradas (Chilliard et al., 2007; Ferlay et al., 2008; Slots et al., 2009). Para os produtos lácteos oriundos do leite de animais alimentados com pastagem, uma acentuada variação na composição de ácidos graxos do leite e nas propriedades sensoriais do queijo é frequentemente observada em estudos de acordo com as características da pastagem, como a composição botânica, estágio fenológico e manejo do pastejo (Coppa et al., 2011a), explicados em parte por uma possível limitação da biohidrogenação do rúmen de ácidos graxos insaturados por metabólitos secundários de plantas de pastagens diversificadas (Dewhurst et al., 2006).

Alimentos ricos em ácidos graxos poli-insaturados, principalmente, ácido oleico e linoleico e, carboidratos fermentáveis, podem favorecer ao aumento de compostos intermediários da biohidrogenação, como ácido vacênico (18:1 *trans* - 10) e CLA *trans* - 10, *cis* - 12. Uma maior absorção do ácido vacênico pelos ruminantes em sistema a pasto, entre várias teorias, está relacionada ao papel dos protozoários que retardam a biohidrogenação completa (Ribeiro et al., 2005) e o aumento de pH ruminal que favorece a *Butyrivibrio fibrisolvens* (Daley et al., 2010) ou, mais certamente, grupos de

bactérias que podem estar ligadas à primeira etapa da biohidrogenação (Ribeiro et al., 2011).

No leite e queijo obtidos a partir de animais alimentados a pasto, o nível de ácidos graxos desejáveis foi maior e o índice de aterogenicidade menor que daqueles alimentados confinados. A soma das concentrações dos ácidos graxos C12:0, C14:0 e C16:0 que têm sido associados à incidência de doenças coronárias foi menor neste estudo que o relatado por Delgado-Pertíñez et al. (2013) no leite de cabras Payoya criadas a pasto e por Lopes et al. (2011) no leite de vacas sob condições de pastejo de gramíneas tropicais, demonstrando que o leite produzido a pasto no Bioma Caatinga apresentou perfil de ácidos graxos com menor potencial aterogênico e colesterolêmico.

Assim, benefícios adicionais no que diz respeito aos lipídios na promoção da saúde em leite de cabra pode estar relacionado a seus hábitos de seleção de alimentos e a interação entre os constituintes da dieta e do sistema digestivo (Chilliard e Ferlay, 2004; Shingfield et al., 2008).

Na Tabela 4 observa-se a quantificação de 15 tipos de isômeros de CLA em % Total de CLA na gordura dos queijos de leite caprino em dois sistemas de alimentação, a pasto e confinado. Entre os isômeros caracterizados, o CLA *cis-9, trans-11* obteve valor acima de 85 % em queijos provenientes dos dois sistemas de alimentação, seguido pelos isômeros CLA *trans-7, cis-9* e CLA *trans-9, trans-11*. Os demais isômeros de CLA foram encontrados apenas em quantidades vestigiais. Resultados semelhantes quanto a predominância do isômero CLA *cis-9, trans-11* em queijos tipo coalho caprino foram observados por Medeiros et al. (2014).

Estes isômeros vêm comprovando ter efeitos positivos para a saúde humana, incluindo ação anticancerígenas, anti-obesidade, anti-aterogênica, antidiabetes e apoio ao sistema imunológico (McGuire; McGuire, 2000; Larsson et al., 2005). Desta forma,

produtos lácteos de ruminantes destacam-se como as principais fontes dietéticas de ácido linoleico conjugado - CLA, com o isômero *cis*-9, *trans*-11 correspondendo a aproximadamente 78-89% do total de CLA na gordura do leite de ovinos (Antongiovanni et al., 2004).

A origem do ácido linoleico conjugado (CLA) no rúmen está relacionada a etapa incompleta da biohidrogenação do ácido linoleico, mediante a ação da bactéria *butyrovibrio fibrisolvens* (Evans et al., 2002), ou por conversão endógena, através da ação da dessaturação da enzima delta-9-desaturase, do ácido vacênico (C18:1 *trans*-11), um intermediário gerado pela biohidrogenação no rúmen do ácido linoleico (C18:2 *cis*-9, *cis*-12) e ácido linolênico (C18:3 *cis*-9, *cis*-12, *cis*-15) (Corl et al., 2001).

Desta maneira, diversos trabalhos sobre cabra leiteira têm destacado o potencial do sistema de alimentação a pasto para aumentar a proporção de poli-insaturados (AGPI), ácido α -linolênico (o principal AG n-3 no leite) e/ou CLA no leite e derivados (Galina et al., 2007; D'urso et al., 2008; Delgado-Pertíñez et al., 2013).

3.3. Análise sensorial

Escore médios das características sensoriais do leite e do queijo de cabras em dois sistemas de alimentação estão apresentados na Figura 1 (a e b). Para realização da análise sensorial foi verificada que o leite e o queijo estavam dentro dos padrões de qualidade sanitária preconizada pela legislação vigente (Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Leite de Cabra) (BRASIL, 2000).

Na Análise Descritiva Quantitativa (ADQ) do leite foi observada diferença ($p < 0,05$) apenas para sabor aromático. Yayota et al. (2013) observaram resultados semelhantes quanto a indiferença sensorial no leite de vacas em diferentes sistemas de alimentação.

As substâncias responsáveis pelo aroma e sabor são constituídas de estruturas químicas diversas provenientes dos principais componentes dos alimentos, com capacidade de estimular os receptores dos reflexos do gosto e do odor, mediante suas características específicas, no intuito de produzir uma resposta sincronizada e integrada, denominada sabor ou *flavour*. Desta forma, a composição botânica das forragens ingeridas pelos ruminantes apresenta-se como um dos principais fatores que influência a qualidade sensorial do leite (Costa et al., 2009).

Nos queijos, não foi constatada variação ($p \geq 0,05$) entre os atributos analisados, mesmo com teor de lipídios e perfil de ácidos graxos de cadeia curta, apresentando variações tanto no leite como no queijo em relação aos dois sistemas avaliados, não foi possível detectar diferenças sensoriais marcantes que possam exercer papel majoritário nos produtos lácteos. Portanto, o sistema de alimentação na dieta de cabras leiteiras não afetou as características sensoriais do queijo de cabra. A semelhança no perfil sensorial dos queijos foi inesperada, visto que o efeito do sistema de pastagem, com uma influência marcante da composição botânica nos atributos sensoriais tem sido relatado em diversos estudos (Coppa et al., 2011b; Galina et al., 2007; Martin et al., 2005). O que pode estar relacionado a fatores tecnológicos resultantes do processo de fabricação e ao tipo do queijo, que neste estudo foi o queijo tipo coalho, classificado como produto fresco.

Divergências foram relatadas por Coppa et al. (2011b) quanto a intensidade do odor e aroma em queijos de vacas criadas a pasto na região do mediterrâneo e semelhança foi observado por Medeiros et al. (2013) em queijos Coalho de cabras suplementadas com óleos vegetais. Variações de intensidade nos atributos de aroma e sabor em queijos de animais a pasto podem estar relacionadas ao conteúdo de ácidos graxos insaturados, conforme relatado em estudos anteriores (Cornu et al., 2009; Martin

et al., 2005) e que, de fato, ácidos graxos não saturados, em função da menor estabilidade para a oxidação de ácidos graxos saturados (Chen et al., 2004; Kirstensen et al., 2004), poderia produzir variados odores de compostos ativos (Cornu et al., 2009),

4. Conclusões

O sistema de alimentação a pasto de cabras leiteiras no Bioma Caatinga, na região do Semiárido, exerce efeito positivo sobre o teor de gordura e perfil de ácidos graxos do leite e do queijo elaborado, com redução dos ácidos graxos saturados e aumento dos insaturados, bem como, impacto sensorial positivo no sabor aromático do leite. Produtos lácteos obtidos de cabras leiteiras mantidas em dietas a base de pasto nativo da Caatinga apresentam melhor perfil lipídico e maior possibilidade de representar benefícios à saúde humana, sem afetar as características sensoriais do queijo, possibilitando assim, estratégias comerciais direcionadas para a valorização dos produtos lácteos caprinos em sistemas extensivos da agricultura.

Agradecimentos

Ao produtor Diógenes Jose Borges Batista pela parceria e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa de Doutorado. A Faculdade de Medicina Veterinária (FMV), Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, Portugal, em nome do Prof^o. Dr. Rui José Branquinho de Bessa, pela realização da análise de quantificação de isômeros de CLA em queijos.

Referências

Abiodun, E. J., Gould, M., 2002. Monoterpenes reduced adduct formation in rats exposed to aflatoxin B1. *African Journal of Biotechnology*. 1, 46-49.

- Andrade, A.A., Rodrigues, M. C. P., Nassu, R. T., Souza Neto, M. A., 2007. Instrumental measures of colour and texture in curd cheese. 15th Latin–American Congress of Food Analysts, Fortaleza, CE.
- Antongiovanni, M., Mele, M., Buccioni, A., Petacchi, F., Serra, A., Melis, M. P., Cordeddu, L., Banni, S., and Secchiari, P. 2004. Effect of forage/concentrate ratio and oil supplementation on C18:1 and CLA isomers in milk fat from Sarda Ewes. *Animal Feed Science and Technology*. 13, 669-672.
- AOAC., 2003. Official methods of analysis (17th ed., 2nd rev.). Gaithersburg, MD, USA: Association of Official Analytical Chemists.
- Bernard, L., Leroux, C., Faulconnier, Y., Durand, D., Shingfield, K.J., Chilliard, Y., 2009. Effect of sunflower-seed oil or linseed oil on milk fatty acid secretion and lipogenic gene expression in goats fed hay-based diets. *Journal of Dairy Research*. 76, 241-248.
- BRASIL, 2000. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Leite de Cabra. Instrução Normativa nº37, de 31/10/ 2000. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*, Brasília, DF, p.23-25.
- BRASIL, 1996. Ministério da Agricultura. Regulamento técnico de identidade e qualidade de queijos. Portaria n.146, de 07 mar.1996. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*, Brasília, DF, p. 3977-3978.
- Buccioni, A., Rapaccini, S., Antongiovanni, M., Minieri, S., Conte, G., Mele, M., 2010. Conjugated linoleic acid and C18:1 isomers content in milk fat of sheep and their transfer to Pecorino Toscano cheese. *Internacional Journal Dairy*. 20, 190-194.
- Chen, S., Bobe, G., Zimmermann, S., Hammond, E. G., Luhman, C. M., Boylston, D., 2004. Physical and sensory properties of dairy products from cows with various milk fatty acid composition. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*. 52, 3422-3428.

- Chilliard, Y., Ferlay, A., 2004. Dietary lipids and forages interactions on cow and goat milk fatty acid composition and sensory properties. *Reproduction Nutrition Development*. 44, 467-492.
- Chilliard, Y., Glasser, F., Ferlay, A., Rouel, J., Doreau, M., 2007. Diet, rumen biohydrogenation and nutritional quality of cow and goat milk fat. *European Journal Lipid Science Technology*. 109, 828-855.
- Collomb, M., Bütikofer, U., Sieber, R., Jeangros, B., Bosset, J. O., 2002. Correlations between fatty acids in cows' milk fat produced in the lowland, mountain and highlands of Switzerland and botanical composition of the fodder. *International Dairy Journal*. 12, 661-666.
- Coppa, M., Ferlay, A., Monsallier, F., Verdier-Metz, I., Pradel, P., Didienné, R., Farruggia, A., Montel, M.C., Martin, B., 2011a. Milk fatty acid composition and cheese texture and appearance from cows fed hay or different grazing systems on upland pastures. *Journal of Dairy Science*. 94, 1132-1145.
- Coppa, M.; Verdier-Metz, I.; Ferlay, A.; Pradel, P.; Didienné, R.; Farruggia, A.; Montel, M.C.; Martin, B., 2011b. Effect of different grazing systems on upland pastures compared with hay diet on cheese sensory properties evaluated at different ripening times. *International Dairy Journal*. 815–822.
- Corl, B. A., Baumgard, L. H., Dwyer, D. A., Griinari, J. M., Phillips, B. S., Bauman, D. E., 2001. The role of $\Delta 9$ -desaturase in the production of *cis*-9, *trans*-11 CLA. *Journal of Nutritional Biochemistry*. 12, 622-630.
- Cornu, A., Rabiau, N., Kondjoyan, N., Verdier-Metz, I., Pradel, P., Tournayre, P., 2009. Odour-active compound profiles in Cantal-type cheese: effect of cow diet, milk pasteurization and cheese ripening. *International Dairy Journal*. 19, 588-594.

- Costa, R.G., Queiroga, R.C.R.E., Pereira, R.A.G., 2009. Influência do alimento na produção e qualidade do leite de cabra. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 38, 307-321.
- Cruz-Hernandez, C., Z., Deng, J. Zhou, A. R., Hill, M. P., Yurawecz, P., Delmonte, M. Mossoba, M., Dugan, M. E. R., Kramer, K. J. G., 2004. Methods for analysis of conjugated linoleic acid and trans-18:1 isomers in dairy fats by using a combination of gas chromatography, silver-ion thin-layer chromatography/gas chromatography, and silver-ion liquid chromatography. *Journal of AOAC International*. 87, 545-562.
- D'urso, S., Cutrignelli, M.I., Calabro, S., Bovera, F., Tudisco, R., Piccolo, V., Infascelli, F., 2008. Influence of pasture on fatty acid profile of goat milk. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*. 92, 405-410.
- Delgado-Pertíñeza, M., Gutiérrez-Peña, R., Mena, Y., Fernández-Cabanása, V.M., Laberye, D., 2013. Milk production, fatty acid composition and vitamin E content of Payoya goats according to grazing level in summer on Mediterranean shrublands. *Small Ruminant Research*. 114, 167-175.
- Dewhurst, R.J., Shingfield, K.J., Lee, M.R.F., Scollan, N.D., 2006. Increasing the concentrations of beneficial polyunsaturated fatty acids in milk produced by dairy cows in high-forage systems. *Animal Feed Science and Technology*. 131, 168-206.
- Eifert, E.C., Lana, R.P. Lanna, D.P.D., 2006. Perfil de ácidos graxos do leite de vacas alimentadas com óleo de soja e monensina no início da lactação. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 35, 219-228.
- Eknæs, M., Havrevoll, Ø., Voldena, H., Knut Hove, K., 2009. Fat content, fatty acid profile and off-flavours in goats milk-Effects of feed concentrates with different fat sources during the grazing season. *Animal Feed Science and Technology*. 152, 112-122.

- Evans, M. E., Brown, J. M., McIntosh, M. K., 2002. Isomer-specific effects of conjugated linoleic acid (CLA) on adiposity and lipid metabolism. *Journal of Nutritional Biochemistry*. 9, 508-516.
- FAO, 2010. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Disponível em: <http://www.faostat.fao.org>. Acessado em: 23.05.2011.
- FAOSTAT, 2013. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Disponível em: <http://faostat.fao.org>. Acessado em: 18.09.2013.
- Ferlay, A., Agabriel, C., Sibra, C., Journal, C., Martin, B., Chilliard, Y., 2008. Tanker milk variability in fatty acids according to farm feeding and husbandry practices in a French semi-mountain area. *Dairy Science Technology*. 88, 193-215.
- Ferreira, M.A., Silva, F.M., Bispo, S.V., Azevedo, M., 2009. Estratégias na suplementação de vacas leiteiras no semi-árido do Brasil. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 38, 322-329.
- Folch, J., Lees, M., Sloane-Stanley, G.H., 1957. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissue. *Journal of Biological Chemistry*. 226, 497-509.
- Galina, M.A., Osnaya, F., Cuchillo, H.M., Haenlein, G.F.W., 2007. Cheese quality from milk of grazing or indoor fed Zebu cows and Alpine cross.bred goats. *Small Ruminant Research*. 71, 264-272.
- Galina, M., 2004. Differences in quality among Zebu or goat cheese manufactured from grazing or indoor animals. In: *Proceedings Cheese Art 2004*. 6th International Meeting Mountain Cheese, Ragusa, Donnafugata Castle, Ragusa, Italy, Session 2:13, June 1-2.

- García, V., Rovira, S., Boutoial, K., López, M.B., 2014. Improvements in goat milk quality: A review. *Small Ruminant Research*. <http://dx.doi.org/10.1016/j.smallrumres.2013.12.034>.
- Haenlein, G.F.W., 2004. Goat milk in human nutrition. *Small Ruminant Research*. 51, 155-163.
- Hartman, L., Lago, B.C.A., 1973. Rapid preparation of methyl esters from lipids. *Laboratory Practice* 22, 475-477.
- Hilario, M.C., Puga, C.D., Wrage, N., Pérez-Gil F.R., 2010. Feeding goats on scrubby Mexican rangeland and pasteurization: influences on milk and artisan cheese quality. *Tropical Animal Health and Production*. 42:1127-1134.
- Hjerkinn E.M., Seljeflot I., Ellingsen I., Berstad P., Hjermann I., Sandvik L., Arnesen H., 2005. Influence of long-term intervention with dietary counseling, long-chain n-3 fatty acid supplements, or both on circulating markers of endothelial activation in men with long-standing hyperlipidemia. *American Journal of Clinical nutrition*. 81, 583-589.
- IBGE, 2010. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Agropecuário: banco de dados. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/estadosat>.
- Kirstensen, D., Hedgegaard, R.V., Nielsen, J.H., Skibsted, L.H., 2004. Oxidative stability of buttermilk as influenced by the fatty acid composition of cows' milk manipulated by diet. *Journal of Dairy Research*. 71, 46-50.
- Larsson, S., Berkgvist, C., Wolk, A., 2005. High-fat dairy food and conjugated linoleic acid intakes in relation to colorectal cancer incidence in the Swedish Mammography cohort. *American Journal of Clinical Nutrition*. 82, 894-900.
- Lopes, F.C.F., Barros, P.A.V., Bruschi, J.H., Silva, P.H.F., Peixoto, M.G.C.D., Gomide, C.A.M., Duque, A.C.A., Gama, M.A.S., 2011. Perfil de ácidos graxos no leite de

- vacas Holandês em pastagens tropicais suplementadas com dois níveis de concentrado. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*. 63, 518-521.
- Lu, C.D., Kawas, J.R., Mahgoub, O.G. 2005. Fibre digestion and utilization in goats. *Small Ruminant Research*. 60, 45-52.
- Lucas, A., Coulon, J.B., Agabriel, C., Chilliard, Y., Rockd, R., 2008. Relationships between the conditions of goat's milk production and the contents of some components of nutritional interest in Rocamadour cheese. *Small Ruminant Research*. 74, 91-106.
- Luna, P., Juarez, M., De la Fuente, M. A., 2007. Conjugated linoleic acid content and isomer distribution during ripening in three varieties of cheeses protected with designation of origin. *Food Chemistry*. 103, 1465-1472.
- Mancilla-Leytón, J.M., Martín Vicente, A., Delgado-Pertíñez, M., 2013. Summer diet selection of dairy goats grazing in a Mediterranean shrubland and the quality of secreted fat. *Small Ruminant Research*. 113, 437-445.
- Martin, B., Verdier-Metz, I., Buchin, S., Hurtaud, C., Coulon, J.B., 2005. How does the nature of forages and pastures diversity influence the sensory quality of dairy livestock products? *Animal Science*. 81, 205-212.
- McGuire, M., McGuire, M., 2000. Conjugated linoleic acid (CLA): A ruminant fatty acid with beneficial effects on human health. *Journal of Animal Science*. 77, 1-8.
- Medeiros, E.J.L., Queiroga, R.C.R.E., Oliveira, M., Medeiros, A.N., Sabedot, M., Bomfim, M.A.D.B., Madruga, M.S., 2014. Fatty Acid Profile of Cheese from Dairy Goats Fed a Diet Enriched with Castor, Sesame and Faveleira Vegetable Oils. *Molecules*. 19, 992-1003.
- Medeiros, E.J.L., Queiroga, R.C.R.E., Medeiros, A. N., Bomfim, M. A. D. B., Batista, A. S. M., Félexa, S. S. S., Madruga, M. S., 2013. Sensory profile and

- physicochemical parameters of cheese from dairy goats fed vegetable oils in the semiarid region of Brazil. *Small Ruminant Research*. 113, 211-218.
- Morand-Fehr, P., Fedele, V., Decandia, M., Le Frileux, Y., 2007. Influence of farming and feeding systems on composition and quality of goat and sheep milk. *Small Ruminant Research*. 68, 20-34.
- NRC, 2007. National Research Council. Nutrient Requirement of Small Ruminants. National Academic, Washington, DC, 384p.
- Pimentel, E.F., Dias, R.S., Ribeiro-Cunha, M., Glória, M.B.A., 2002. Avaliação da rotulagem e da qualidade físico-química e microbiológica de queijo ralado. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*. 22, 289-294.
- Prandini, A., Sigolo, S., Piva, G., 2011. A comparative study of fatty acid composition and CLA concentration in commercial cheeses. *Journal Food Composition Analysis*. 24, 55-61.
- Queiroga, R.C.R.E., Santos, B.M.S., Gomes, A.M.P., Monteiro, M. J., Teixeira, S. M., Souza, E.L., Pereira, C.J.D.P., Pintado, M. M. E., 2013. Nutritional, textural and sensory properties of Coalho cheese made of goats', cows' milk and their mixture. *Food Science and Technology*. 50, 538-544.
- Rego, O. A., Rosa, H. J. D., Regalo, S. M., Alves, S. P., Alfaia, C. M. M., Prates, J. A. M., Vouzela, C. M., Bessa, R. J. B., 2008. Seasonal changes of CLA isomers and other fatty acids of milk fat from grazing dairy herds in the Azores. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 88, 1855-1859.
- Ribeiro, C.V.D.M., Oliveira, D.E., Juchem, S.O., Silva, T.M., Nalério, E.S., 2011. Fatty acid profile of meat and Milk from small ruminants: A review. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 40, 121-137.

- Rubino, R., Chilliard, Y., 2003. Relationship between feeding system and goat milk and cheese quality. EAAP. In: 54th Annual Meeting, Rome, p. 341.
- Santos, K. M. O., Bomfim, M. A. D., Vieira, A. D. S., Benevides, S. D., Saad, S. M. I., Buriti, F. C. A., Egito, A. S., 2012. Probiotic caprine Coalho cheese naturally enriched in conjugated linoleic acid as a vehicle for *Lactobacillus acidophilus* and beneficial fatty acids. International Dairy Journal. 24, 107-112.
- Sanz Sampelayo, M.R., Chilliard, Y., Schmidely, P.H., Boza, J., 2007. Influence of type of diet on the fat constituents of goat and sheep milk. Small Ruminant Research. 68, 42-46.
- SAS, 1996. SAS/STAT User's Guide: Statistics, Electronic version 6.2 Cary, USA.
- Shamil, N.J.I. E., Moreira, E. A. M., 2004. Licopeno como agente antioxidante. Revista de Nutrição. 17, 227-236.
- Shingfield, K.J., Chilliard, Y., Toivonen, V., Kairenius, P., Givens, D.I., 2008. Trans fatty acids and bioactive lipids in milk. Advances Experimental Medicine Biology. 606, 3-65.
- Silanikove, N., Leitner, G., Merin, U., Prosser, C.G., 2010. Recent advances in exploiting goat's milk: quality, safety and production aspects. Small Ruminant Research. 89, 110-124.
- Simão, A.N.C., Barbosa, D.S., Nunes, L.B., Godeny, P., Lozovoy, M.A.B.L., Dichi, I., 2007. Efeitos e mecanismos de ação dos ácidos graxos Poliinsaturados n-3 na prevenção de doenças Cardiovasculares. Arquivo das Ciências da Saúde Unipar. 11, 225-233.
- Slots, T., Butler, L., Leifert, C., Kristensesn, T., Skibsted, L.H., NIELSEN. J.H., 2009. Potential to differentiate milk composition by different feeding strategies. Journal Dairy Science. 92, 2057-2066.

- Stone, L.H.J., Sidel, L., 1993. Sensory evaluation practices (2nd ed.). London, UK: Academic Press.
- Yayota, M., Tsukamoto, M., Yamada, Y., Ohtani, S., 2013. Milk composition and flavor under different feeding systems: A survey of dairy farms. *Journal Dairy Science*. 96, 5174-5183.
- Veach, J., 2004. Functional dichotomy: glutathione and vitamin E in homeostasis relevant to primary open-angle glaucoma. *British Journal of Nutrition*. 91, 809-829.
- Visioli, F., Hagen, T.M., 2007. Nutritional strategies for healthy cardiovascular aging: Focus on micronutrients. *Pharmacological Research*. 55, 199-206.
- Zervas, G., Tsiplakou, E., 2011. The effect of feeding systems on the characteristics of products from small ruminants. *Small Ruminant Research*. 101, 140-149.

Tabela 1. Valores médios das variáveis físico-químicas e físicas (textura e cor) do leite e do queijo de cabras submetidas a dois sistemas de alimentação

Variáveis	Leite	
	Pasto	Confinado
<i>Físico-química</i>		
Proteína (g/100g)	3,32±0,50	3,26±0,07
Lactose (g/100g)	4,57±0,09	4,46±0,16
Lipídios (g/100g)	4,03±0,31 ^a	3,71±0,11 ^b
Sólidos totais (g/100g)	12,07±0,15 ^a	11,42±0,17 ^b
Cinzas	0,57±0,13	0,53±0,09
Acidez ²	0,15±0,01	0,15±0,01
pH	6,47±0,13	6,54±0,15
Variáveis	Queijo	
	Pasto	Confinado
<i>Físico-química</i>		
Proteína (g/100g)	21,99±2,48	21,43±3,14
Lactose (g/100g)	1,98±0,09	1,96±0,08
Lipídios (g/100g)	22,60±2,12 ^a	18,45±0,63 ^b
GES ² (g/100g)	48,00±6,27	40,50±1,68
Sólidos totais (g/100g)	47,47±2,00	45,81±1,90
Cinzas	2,19±0,18	2,44±0,31
Acidez ²	0,01±0,00	0,01±0,00
pH	7,22±0,08	7,19±0,06
<i>Textura</i>		
Dureza (N)	10,35±10,35	4,57±8,94
Adesividade (g)	-0,46±0,39	-0,18±0,10
Elasticidade (g)	0,90±0,03 ^a	0,86±0,01 ^b
Coabilidade (g)	0,57±0,06	0,58±0,05
Gomosidade (g)	5,82±6,20	2,41±4,70
Mastigabilidade (N)	5,29±5,77	2,08±4,05
<i>Cor³</i>		
L	94,78±0,66 ^b	96,35±0,21 ^a
a*	-3,77±0,14	-3,93±0,06
b*	10,13±0,42	10,39±0,24

^{a,b} letras iguais nas linhas, não há diferença significativa entre as médias de acordo com o teste de Tukey a 5% de probabilidade. ¹Acidez em ácido láctico; ²GES - Gordura no extrato seco; ³L *, a * e b * correspondem aos parâmetros de cor do queijo.

Tabela 2. Ácidos graxos identificados no leite e queijos caprino em dois sistemas de alimentação

Ácidos graxos (% área)	Leite		Queijo	
	Pasto	Confinado	Pasto	Confinado
C8:0 - Ácido caprílico	0,46±0,30 ^{*b}	1,26±0,03 ^a	0,59±0,42	0,42±0,07
C9:0 - Ácido pelargônico	0,02±0,00 ^b	0,07±0,00 ^a	0,02±0,00 ^b	0,04±0,01 ^a
C10:0 - Ácido cáprico	4,68±0,73 ^b	7,14±0,01 ^a	4,56±0,43 ^b	5,82±0,37 ^a
C11:0 - Ácido undecanóico	0,03±0,00 ^b	0,10±0,00 ^a	0,03±0,00 ^b	0,09±0,02 ^a
C12:0 - Ácido láurico	1,83±0,07 ^b	3,06±0,07 ^a	1,84±0,06 ^b	3,06±0,18 ^a
C14:0 - Ácido mirístico	6,84±0,18 ^b	8,39±0,18 ^a	6,88±0,23 ^b	8,83±0,13 ^a
C15:0 - Ácido pentadecílico	0,71±0,04 ^b	0,94±0,01 ^a	0,70±0,02 ^b	0,97±0,01 ^a
C16:0 - Ácido palmítico	24,98±0,49	25,76±0,56	25,21±0,61 ^b	26,71±0,51 ^a
C17:0 - Ácido margárico	0,54±0,01	0,53±0,01	0,55±0,01	0,56±0,04
C18:0 - Ácido esteárico	14,50±0,27 ^a	13,20±0,53 ^b	14,41±0,34 ^a	13,08±0,60 ^b
C19:0 - Ácido nonadecanóico	0,14±0,01 ^a	0,10±0,01 ^b	0,15±0,01 ^a	0,11±0,01 ^b
C20:0 - Ácido araquídico	0,02±0,01	0,02±0,01	0,06±0,08	0,03±0,03
C21:0 - Ácido heneicosanóico	0,13±0,02	0,11±0,01	0,03±0,03	0,03±0,01
C22:0 - Ácido behênico	0,23±0,03	0,22±0,023	0,40±0,21	0,27±0,06
C14:1 cis-9 - Ácido miristolénico	0,21±0,00 ^b	0,35±0,02 ^a	0,23±0,04 ^b	0,38±0,01 ^a
C15:1 cis-10- Ácido cis10 - pentadecenoico	0,18±0,00 ^b	0,28±0,02 ^a	0,19±0,01 ^b	0,31±0,04 ^a
C16:1 cis-9 - Ácido palmitoléico	1,40±0,04 ^a	0,94±0,03b	1,39±0,01 ^a	1,00±0,05 ^b
C17:1 cis-9 - Ácido margaroleico	0,16±0,01 ^b	0,20±0,01a	0,16±0,00 ^b	0,21±0,02 ^a
C18:1 cis-9 - Ácido oleico	24,97±0,47 ^b	26,05±0,45 ^a	25,09±0,51 ^b	27,57±0,92 ^a
C18:1 trans-9 - Ácido elaídico	8,37±0,57 ^a	4,12±0,29 ^b	7,97±0,52 ^a	3,67±0,13 ^b
C18:1 cis 11 - Ácido vacênico	1,29±0,05 ^a	0,81±0,04 ^b	1,33±0,05 ^a	0,76±0,05 ^b
C20:1 cis-9 - Ácido eicosenóico	0,07±0,01	0,08±0,01	0,12±0,03	0,10±0,02
C22:1 cis-9 - Ácido erúcico	0,37±0,03	0,38±0,01	0,40±0,03	0,38±0,03
C24:1 cis-9 - Ácido nervônico	0,12±0,04	0,09±0,01	0,17±0,10	0,08±0,02
CLA C18:2n 9c 11t - Ácido linoleico cis-9, trans-11	0,68±0,01 ^a	0,61±0,01 ^b	0,38±0,13 ^a	0,34±0,22 ^b
C18:2n6c - Ácido linoleico	3,58±0,13 ^a	2,83±0,21 ^b	3,64±0,13 ^a	2,89±0,22 ^b

C18:2n6t - Ácido linolelaídico	0,09±0,00	0,08±0,00	0,10±0,01	0,09±0,00
C18:3n3 - Ácido α -linolênico	3,01±0,23 ^a	1,81±0,09 ^b	3,09±0,16 ^a	1,87±0,09 ^b
C20:4n3 - Ácido araquidônico	0,39±0,02 ^b	0,45±0,02 ^a	0,20±0,07 ^b	0,28±0,00 ^a

*Média $\pm$ Desvio Padrão. ^{a,b} letras iguais nas linhas, não há diferença significativa entre as médias de acordo com o teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 3. Caracterização dos isômeros CLA em (% Total de CLA) em queijos de leite caprino em dois sistemas de alimentação

CLA em % Total CLA	Pasto	Confinado
CLA t12,t14	0,21±0,16*	0,25±0,04
CLA t11,t13	0,15±0,02	0,17±0,07
CLA t10,t12	0,76±0,09	0,57±0,10
CLA t9,t11	3,08±0,26	2,91±0,13
CLA t8,t10	0,23±0,05	0,31±0,17
CLA t7,t9	0,22±0,11	0,80±0,37
CLA t6,t8	0,43±0,15	0,19±0,11
CLA c/t12,14	0,19±0,10	0,15±0,03
CLA t11,c13	0,17±0,02	0,10±0,00
CLA c11,t13	0,07±0,02	0,10±0,06
CLA t10,c12	0,27±0,02	0,38±0,14
CLA c9,t11	88,54±1,13	87,01±0,43
CLA t8,c10	1,37±0,24	1,21±0,02
CLA t7,c9	3,85±0,01	5,44±0,09
CLA c9,c11	0,48±0,05	0,40±0,11

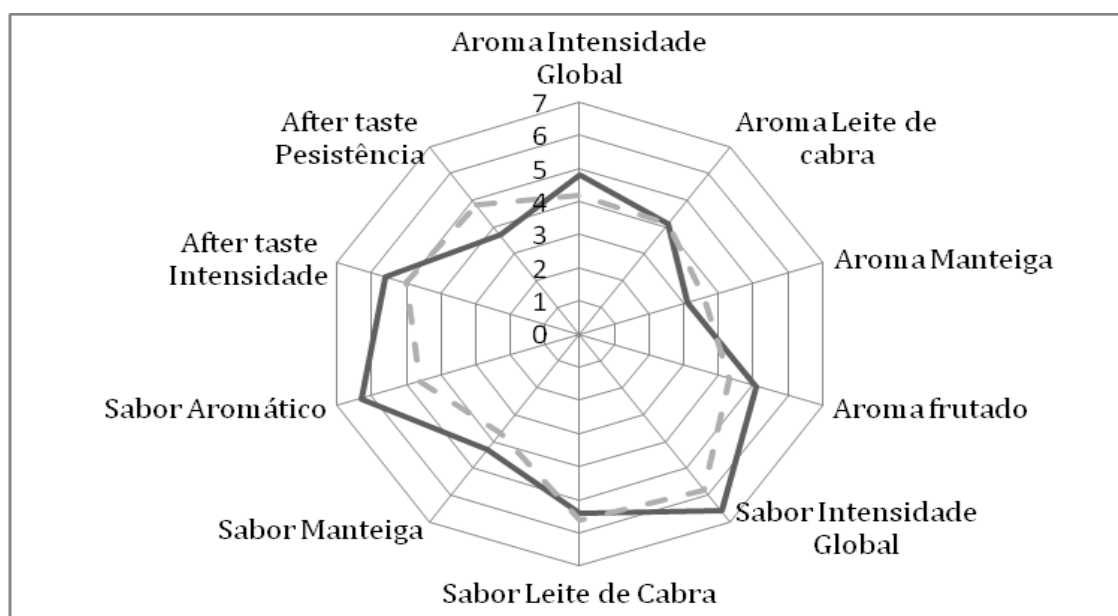
*Média ± Desvio Padrão

Tabela 4. Relações entre ácidos graxos saturados do leite e queijo de cabras criadas em dois sistemas de alimentação

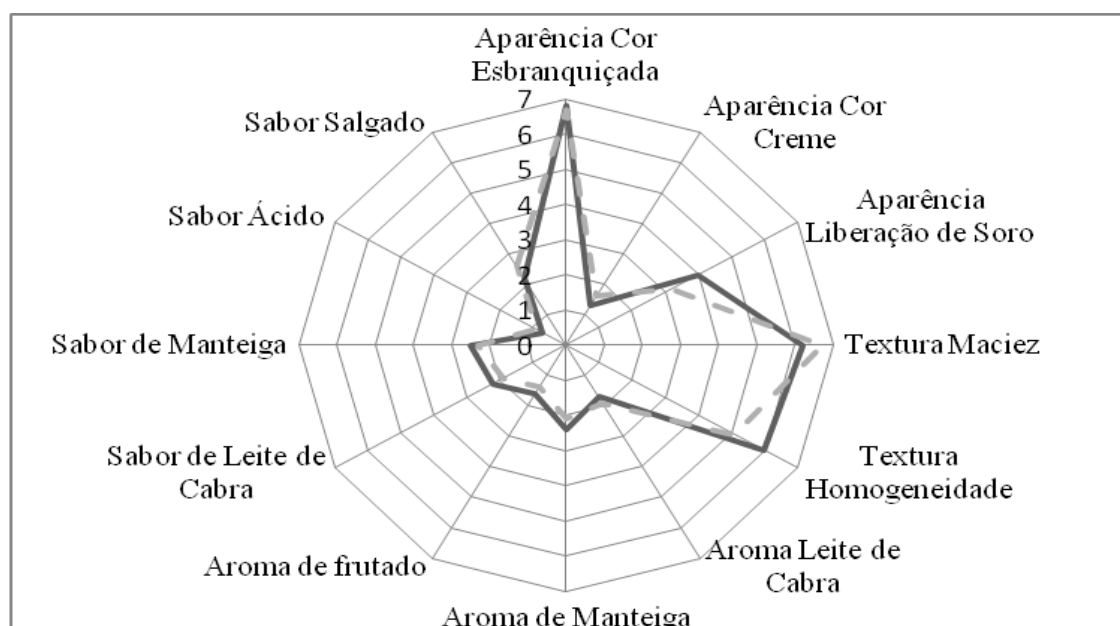
Ácidos graxos (% área)	Leite	
	Pasto	Confinado
AGSCC	5,18±1,04 ^b	8,57±0,03 ^a
AGSCM	9,38±0,21 ^b	12,39±0,26 ^a
AGSCL	40,56±0,24 ^a	39,94±0,08 ^b
AGS	55,12±1,28 ^b	60,91±0,21 ^a
AGMI	37,14±1,17 ^a	33,30±0,11 ^b
AGPI	7,75±0,11 ^a	5,79±0,31 ^b
AGI	44,88±1,28 ^a	39,09±0,21 ^b
AGMI:AGS	0,67±0,04 ^a	0,55±0,00 ^b
AGPI:AGS	0,14±0,01 ^a	0,10±0,01 ^b
AGI:AGS	0,81±0,04 ^a	0,64±0,01 ^b
AGD	59,39±1,51 ^a	52,39±0,31 ^b
IA	1,21±0,06 ^b	1,60±0,01 ^a

Ácidos graxos (% área)	Queijo	
	Pasto	Confinado
AGSCC	5,16±0,82 ^b	6,28±0,43 ^a
AGSCM	7,06±0,89 ^b	9,43±0,59 ^a
AGSCL	48,41±0,57 ^b	50,59±0,45 ^a
AGS	55,46±0,92 ^b	60,03±0,91 ^a
AGMI	37,03±0,86 ^a	34,46±0,91 ^b
AGPI	7,51±0,17 ^a	5,52±0,29 ^b
AGI	44,54±0,92 ^a	39,97±0,91 ^b
AGMI:AGS	0,67±0,03 ^a	0,57±0,02 ^b
AGPI:AGS	0,14±0,00 ^a	0,09±0,01 ^b
AGI:AGS	0,80±0,03 ^a	0,67±0,03 ^b
AGD	58,95±1,18 ^a	53,06±1,08 ^b
IA	1,20±0,05 ^b	1,57±0,05 ^a

AGSCC: Ácidos graxos saturados de cadeia curta; AGSCM: Ácidos graxos saturados de cadeia média; AGSCL: Ácidos graxos saturados de cadeia longa; AGS: ácidos graxos saturados; AGMI: ácidos graxos monoinsaturados; AGPI: ácidos graxos poliinsaturados; AGD: ácidos graxos desejáveis = AGMI + AGPI + C18:0; IA: índice aterogenicidade = [(C12:0 + (4 × C14:0) + C16:0)]/AGMI + AGPI (MEDEIROS et al., 2014). *Média ± Desvio Padrão. ^{a,b} letras iguais nas linhas, não há diferença significativa entre as médias de acordo com o teste de Tukey a 5% de probabilidade.



(a)



(b)

Figura 1. Escores médios das características sensoriais do leite (a) e do queijo (b) de cabras criadas em dois sistemas de alimentação: — (sistema a pasto) e - - - (sistema confinado)

CONSIDERAÇÕES FINAIS E IMPLICAÇÕES

Pesquisas que visam à comprovação de alternativas regionais para atividade da caprinocultura leiteira como o sistema de alimentação a pasto são de grande importância para a melhoria do desempenho e da produção do rebanho, devendo ser conduzidos dentro das condições ambientais em que os animais são explorados, respeitando o ambiente e o animal.

O presente estudo se propôs a avaliar o impacto do sistema de alimentação na qualidade do leite e do queijo oriundos de cabras mestiças da raça Parda Alpina com importância econômica para a região Nordeste por suas características adaptativas e produtivas, utilizando dois sistemas de alimentação: a pasto e confinado. A qualidade do leite e derivados do sistema de alimentação a pasto surge como meio de explorar os recursos naturais da região, de forma consciente, diminuindo custo de produção e com a obtenção de produtos como o leite e o queijo diferenciados positivamente em termos de qualidade nutricional, sensorial e funcional.

Neste contexto, a produção do leite de cabras com qualidade diferenciada, pode ser uma possibilidade de melhorar a sustentabilidade dos pequenos produtores agrícolas com a exploração consciente dos recursos naturais do bioma Caatinga em função do leite caprino ser conhecido como alternativa para alimentação de crianças e adultos sensíveis ou alérgicos ao leite de vaca. Portanto, todos estes aspectos são importantes e relevantes para regiões semiáridas do Brasil e do mundo.

APÊNDICE A - Ficha para caracterização por *Screening* fitoquímico de classes de compostos secundários

NOME VULGAR: _____
 NOME BOTÂNICO: _____
 FAMÍLIA: _____
 OBSERVAÇÕES: _____

	ALCALÓIDES			
	BOUCHARDAT	MAYER	DRAGENDORFF	ÁCIDO SÍLICO-TUNGSTICO
SEMENTE				
FRUTO				
FLOR				
FOLHA				
CASCA				
CAULE				
RAIZ				

	ESTERÓIDES		
	0,12	0,25	0,50
SEMENTE			
FRUTO			
FLOR			
FOLHA			
CASCA			
CAULE			
RAIZ			

	TANINOS					
	GELATINA 0,5%			FeCl ₃ 2%		
	0,5	1,0	2,0	0,5	1,0	2,0
SEMENTE						
FRUTO						
FLOR						
FOLHA						
CASCA						
CAULE						
RAIZ						

	FLAVONÓIDES	
	FITA-MAGNÉSIO	FLUORESCÊNCIA
SEMENTE		
FRUTO		
FLOR		
FOLHA		
CASCA		
CAULE		
RAIZ		

	SAPONINA	
	HEMOLÍTICO	ESPUMA
SEMENTE		
FRUTO		
FLOR		
FOLHA		
CASCA		
CAULE		
RAIZ		

APÊNDICE B - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) utilizado na análise sensorial do leite e queijo tipo Coalho caprino

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

	UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
---	--

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Eu, _____, venho por meio desta convidá-lo (a) a participar da pesquisa intitulada **Impacto do sistema de alimentação sobre a qualidade do leite e do queijo caprino no Semiárido**, realizada por meio da Universidade Federal da Paraíba – UFPB.

Serão coletadas informações sobre as características sensoriais de produtos lácteos caprinos. A finalidade do projeto é avaliar o impacto do sistema de alimentação sobre a produção e a qualidade do leite e de queijos de caprino no Semiárido brasileiro, visando o aumento da produção e agregação de valor, para que contribuam na sustentabilidade da agricultura familiar da região. Sendo assim, a sua participação não implicará em nenhum dano material ou psicológico.

A sua colaboração não é obrigatória e, caso não queira participar, poderá desistir qualquer momento. Porém a sua participação é de grande importância para a avaliação e possível melhoria deste produto.

Nós garantimos que apenas os pesquisadores vão ter conhecimento das informações que *o(a) senhor(a)* irá nos fornecer. Os resultados deverão ser divulgados em revistas científicas, mas com a garantia de que, em nenhuma circunstância, os participantes poderão vir a ser identificados.

Se todas as suas dúvidas foram esclarecidas, pedimos o seu consentimento para incluí-lo como participante da pesquisa.

Responsável pela pesquisa

Profª Drª Rita de Cássia Ramos do Egypto Queiroga

Centro de Ciências da Saúde / Departamento de Nutrição

Tel: (83) 216-7826 / (83) 32262524 / (83) 88468387

Comitê de Ética em Pesquisa do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal da Paraíba – Campus I – Cidade Universitária / CEP 58051-900 / Bloco Arnaldo Tavares, sala 812, telefone: (83) 32167791 / e-mail: rcqueiroga@uol.com.br

AUTORIZAÇÃO DE CONSENTIMENTO

Eu _____, concordo em participar da pesquisa **Impacto do sistema de alimentação sobre a qualidade do leite e do queijo caprino no Semiárido**.

_____, _____ de _____ de _____

Assinatura do pesquisador

Assinatura do participante

APÊNDICE C - Formulário do teste de Análise Descritiva Quantitativo de leite caprino

Nome: _____ Data: _____

Você está recebendo duas amostras de leite caprino. Por favor, em cada amostra, avalie a intensidade de cada um dos atributos. Para isto, coloque um traço vertical (com o número da amostra do lado) na escala correspondente.

Amostra: _____ e _____

Aroma

Intensidade Global

Fraca

Forte

Leite de cabra

Fraca

Forte

Manteiga

Fraca

Forte

Frutado

Fraca

Forte

Sabor

Intensidade Global

Fraca

Forte

Cabra

Fraca

Forte

Manteiga

Fraca

Forte

Aromático

Fraca

Forte

After taste

Intensidade

Fraca

Forte

Persistência

Fraca

Forte

Obrigado!

Apêndice D - Formulário do teste de Análise Descritiva Quantitativo de queijo Coalho caprino

Nome: _____ Data: _____

Você está recebendo duas amostras de queijo “tipo Coalho” caprino. Por favor, em cada amostra, avalie a intensidade de cada um dos atributos. Para isto, coloque um traço vertical (com o número da amostra do lado) na escala correspondente.

Amostra: _____ e _____

Aparência

Cor esbranquiçada

Fraca

Forte

Cor creme

Fraca

Forte

Liberação de soro

Fraca

Forte

Textura

Maciez

Fraca

Forte

Homogeneidade

Fraca

Forte

Aroma

Leite de cabra

Fraco

Forte

Manteiga

Fraco

Forte

Frutado

Fraco

Forte

Sabor

Leite de cabra

Fraco

Forte

Manteiga

Fraco

Forte

Ácido

Fraco

Forte

Salgado

Fraco

Forte

Anexo - Parecer do comitê de ética em pesquisa com seres humanos – UFPB

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA - CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE



PROJETO DE PESQUISA

Título: Impacto do sistema de alimentação sobre a qualidade do leite e do queijo de bovinos e caprinos no Semiárido

Área Temática:

Versão: 3

CAAE: 02228812.7.0000.5188

Pesquisador: Rita de Cássia Ramos do Egypto Queiroga

Instituição: Universidade Federal da Paraíba

PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

Número do Parecer: 111.517

Data da Relatoria: 25/09/2012

Apresentação do Projeto:

Projeto de pesquisa tem por objetivo avaliar o impacto do sistema de alimentação sobre a produção e a qualidade do leite e de queijos de caprinos e bovinos no Semiárido brasileiro, visando o aumento da produção e agregação de valor, para que contribuam na sustentabilidade da agricultura familiar da região. Serão analisados produtos lácteos, os quais serão submetidos a testes sensoriais. Os procedimentos realizados na pesquisa serão explicados aos indivíduos (estudantes e servidores), e, em seguida, caso aceitem participar da mesma, assinarão o termo de consentimento livre e esclarecido. As análises sensoriais serão realizadas no Laboratório de Técnica Dietética DN/CCS/UFPB e para a realização das mesmas serão aplicados Testes de Aceitação (100 provadores) e de Análise Descritiva Quantitativa (ADQ) (12 provadores) de acordo com metodologia descrita por Faria & Yotsuyanagi (2002). Para participação do painel sensorial serão recrutados voluntários entre estudantes, funcionários e professores da UFPB. Os dados obtidos serão tabulados e submetidos à análise de variância (ANOVA). As diferenças entre os grupos estudados serão analisados utilizando o teste de média Tukey para comparação de médias ao nível de 5% de significância. Com relação à análise sensorial, os dados serão tabulados em gráfico de planilha eletrônica EXCEL, sendo os valores médios de cada atributo sensorial comparado através de teste de Friedman. Para a comparação entre os tratamentos será realizada a análise de variância (ANOVA) dos provadores e comparação ao teste de Tukey com nível de 5 % de significância.

Objetivo da Pesquisa:

Avaliar o impacto do sistema de alimentação sobre a produção e a qualidade do leite e de queijos de caprinos e bovinos no Semiárido brasileiro, visando o aumento da produção e agregação de valor, para que contribuam na sustentabilidade da agricultura familiar da região.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Não há riscos previsíveis, e o pesquisador relata que os benefícios gerados com a pesquisa são para a área de conhecimento, mas não ao participante diretamente. Também poder contribuir para a expansão da agroindústria especializada de derivados de leite caprino e bovino, pela valorização da caprinocultura e bovinocultura leiteira brasileira e contribuição para o desenvolvimento sustentável do Semiárido brasileiro.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

A pesquisa é relevante na sua área do conhecimento e atende a todas as considerações éticas da resolução 196/96.

Endereço: UNIVERSITARIO S/N

Bairro: CASTELO BRANCO

CEP: 58.051-900

UF: PB

Município: JOAO PESSOA

Telefone: (83)3216-7791

Fax: (83)3216-7791

E-mail: eticaccs@ccs.ufpb.br; elianemduarte@hotmail.com

UNIVERSIDADE FEDERAL DA
PARAÍBA - CENTRO DE
CIÊNCIAS DA SAÚDE



Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Todos os termos de apresentação obrigatória foram apresentados.

Todas as recomendações solicitadas no parecer da versão 01 foram acatadas pelo pesquisador e realizadas.

Recomendações:

Como todas as recomendações solicitadas no parecer da versão 02 foram acatadas pelo pesquisador, não temos mais recomendações a fazer.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Conforme acima relatado, salvo melhor juízo, somos de parecer que este Projeto deve ser considerado APROVADO.

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

Considerações Finais a critério do CEP:

JOAO PESSOA, 01 de Outubro de 2012

Assinado por:

Eliane Marques Duarte de Sousa

(Coordenador)