

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JULIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**CAPIM-LIMÃO (*Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf) NA
ALIMENTAÇÃO DE CABRAS SAANEN NOS
PARÂMETROS HEMATOLÓGICOS, BIOQUÍMICOS,
PRODUÇÃO, COMPOSIÇÃO E ACEITAÇÃO DO LEITE**

Taissa de Souza Canaes

Zootecnista

JABOTICABAL – SÃO PAULO – BRASIL

2011

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JULIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**CAPIM-LIMÃO (*Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf) NA
ALIMENTAÇÃO DE CABRAS SAANEN NOS
PARÂMETROS HEMATOLÓGICOS, BIOQUÍMICOS,
PRODUÇÃO, COMPOSIÇÃO E ACEITAÇÃO DO LEITE**

Taissa de Souza Canaes

Orientador: Prof. Dr. João Alberto Negrão

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Câmpus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Doutor em Zootecnia.

JABOTICABAL – SP
Fevereiro de 2011

S212c Canaes, Taissa de Souza
Capim-limão (*Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf) na alimentação de cabras Saanen nos parâmetros hematológicos, bioquímicos, produção, composição e aceitação do leite / Taissa de Souza Canaes. -- Jaboticabal, 2011
xxi, 196 f. ; 28 cm

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2011
Orientador: João Alberto Negrão
Banca examinadora: Marcos Veiga dos Santos, Heraldo César Gonçalves, Kléber Tomás de Resende, Maria Regina Barbieri de Carvalho
Bibliografia

1. Caprinos. 2. Estresse. 3. Sabor. I. Título. II. Jaboticabal-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 636.3:636.085

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação – Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação - UNESP, Câmpus de Jaboticabal.

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: CAPIM-LIMÃO (*Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf) NA ALIMENTAÇÃO DE CABRAS SAANEN NOS PARÂMETROS HEMATOLÓGICOS, BIOQUÍMICOS, PRODUÇÃO, COMPOSIÇÃO E ACEITAÇÃO DO LEITE

AUTORA: TAISSA DE SOUZA CANAES


ORIENTADOR: Prof. Dr. JOÃO ALBERTO NEGRÃO

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de DOUTOR EM ZOOTECNIA, pela Comissão Examinadora:



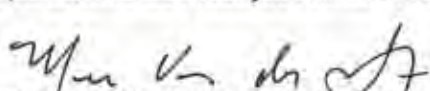
Prof. Dr. JOÃO ALBERTO NEGRÃO

Departamento de Ciências Básicas / Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da USP / Pirassununga/SP



Prof. Dr. HERALDO CÉSAR GONCALVES

Departamento de Produção Animal / Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia de Botucatu



Prof. Dr. MARCOS VEIGA DOS SANTOS

Departamento de Nutrição e Produção Animal / Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia - Usp / Pirassununga/SP



Prof. Dr. KLEBER TOMAS DE RESENDE

Departamento de Zootecnia / Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal



Profa. Dra. MARIA REGINA BARBIERI DE CARVALHO

Departamento de Tecnologia / Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal

Data da realização: 03 de fevereiro de 2011.

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

TAISSA DE SOUZA CANAES – nascida em 15 de janeiro de 1980 em Campinas–SP, Brasil, filha de Elizabete Maria de Souza Venditte Canaes e Milton Venditte Canaes. Ingressou na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, Campus de Jaboticabal, no curso de Graduação em Zootecnia em março de 2000, concluindo-o em julho de 2004. Durante a graduação foi bolsista de Iniciação Científica do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico: CNPq de março de 2001 a março de 2003 e bolsista de Iniciação Científica da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo: FAPESP de abril de 2003 a junho de 2004 sob orientação do Prof. Dr. Humberto Tonhati. Iniciou o mestrado no Programa de Pós-graduação em Zootecnia na mesma universidade em março de 2005, sendo bolsista da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior: CAPES, sob orientação do Prof. Dr. João Alberto Negrão, obtendo o título de Mestre em fevereiro de 2007. Ainda nesta mesma universidade ingressou no curso de doutorado em março de 2007 com bolsa da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo: FAPESP, e orientação do Prof. Dr. João Alberto Negrão, submetendo-se à defesa da Tese em fevereiro de 2011.

*“Impossível ganhar sem saber perder,
impossível andar sem saber cair,
impossível acertar sem saber errar,
impossível viver sem saber reviver”*

Mario Benedetti.
(1931-2009)

DEDICO

Aos meus pais que tanto amo **Elizabete** e **Milton** que me deram a vida e me ensinaram a vivê-la, pelo amor e educação, carinho, paciência e incentivo nesta jornada.

A minha irmã **Larissa** pelo amor dedicado, carinho e broncas nos momentos necessários.

As minhas tias **Isabel** e **Ozana** pelo amor sempre.

A minha avó **Margarida** (*in memoriam*) pelo amor, carinho, criação e torcida.

A minha prima **Marta** pela amizade, apoio, carinho e diversão.

A **Deus** pela vitória de chegar até aqui, pelas oportunidades concedidas, pela sabedoria nesta caminhada e pelo trabalho farto.

AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pela bolsa e auxílio concedidos.

Às cabras utilizadas neste experimento, aos reprodutores e às crias, pela oportunidade de convivência e conhecimento, paciência, doação, brincadeiras, companheirismo, e amor incondicional. Muito obrigada.

Ao Prof. Dr. João Alberto Negrão pela oportunidade, paciência e orientação.

Ao Prof. Dr. Kléber Tomás de Resende pelo profissionalismo e dedicação à caprinocultura, pelas contribuições no trabalho, co-orientação e pelos conhecimentos transmitidos durante o estágio de docência.

Ao Prof. Dr. Humberto Tonhati que me iniciou na pesquisa, orientou-me com carinho, paciência, dedicação e amizade. Muito obrigada.

Ao Prof. Dr. Paulo Affonso Bellingieri (*in memoriam*) pelo profissionalismo, amizade incondicional, amor à profissão, dedicação ao ensino, pesquisa e à formação dos alunos. Em nossos corações.

À Profa. Dra. Maria Regina Barbieri de Carvalho pelos ensinamentos durante todos esses anos de convivência, amizade, carinho, oportunidade profissional e dedicação ao ensino e aos orientados, além das sugestões na qualificação e defesa desta tese e oportunidade do estágio de docência. Muito obrigada.

Ao Prof. Dr. Marcos Veiga dos Santos pelas contribuições à pecuária leiteira e à comunidade científica no empenho da melhoria da qualidade do leite brasileiro frente ao CBQL (Conselho Brasileiro de Qualidade do Leite) e pelas contribuições na tese.

Ao Prof. Dr. Heraldo César Gonçalves pela dedicação à pesquisa em caprinocultura, pelas palavras valiosas na defesa e contribuições fundamentais na correção da tese.

Ao Prof. Dr. Luiz Francisco Prata pela oportunidade em cursar a disciplina na Pós-graduação, auxílio nas dúvidas de metodologia e conhecimentos transmitidos, além das sugestões na qualificação desta tese.

Ao Prof. Dr. Ricardo Andrade Reis pela amizade durante esses anos de caminhada, e sugestões na defesa do projeto, fundamentais na execução deste trabalho.

Ao Prof. Dr. Renato Luis Furlan pela orientação profissional durante o doutorado e sugestões na defesa do projeto, fundamentais na execução deste trabalho.

Ao Prof. Dr. Edanir dos Santos pelos conhecimentos valiosos transmitidos na qualificação desta tese.

À Profa. Dra. Deise Carla Almeida Leite Dellova pela recente amizade, conselhos e discussões no momento das dúvidas, ensinamentos e apoio nesta caminhada.

À Profa. Dra. Anneliese de Souza Traldi pelo amor, respeito e socorro no parto dos animais, ensinamentos e lição de vida.

Ao Prof. Dr. César Gonçalves de Lima pelo auxílio nas análises estatísticas.

À Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (FCAV), UNESP, Campus de Jaboticabal, pelo ambiente familiar, pela oportunidade em cursar a graduação, o mestrado e o doutorado, e a seus colaboradores pela amizade e dedicação. Muito obrigada.

Aos alunos de Iniciação Científica e estagiários pelo auxílio no manejo dos animais e pelas colheitas, em especial à Susana Nori de Macedo pela amizade, dedicação, amor aos caprinos e parceria na condução deste experimento, sem sua ajuda este trabalho não seria possível.

Aos amigos que mesmo longe sempre estiveram presentes: Janaina Mitsue Kimpara, Márcio Aquio Hoshiba e Renato Pariz Maluta (Chacal).

Aos amigos Cristiane e Rafael Titto pela amizade e cumplicidade nesta jornada.

Ao pós-graduando José Esler de Freitas Junior pela dedicação e auxílio nas análises de ácidos graxos.

Aos funcionários da Prefeitura do Campus da USP de Pirassununga (PCAPS) pelos serviços prestados, especialmente, ao médico veterinário Fernando José Schalch. Aos funcionários do setor de ovinocaprinocultura João Carlos Rosim de Andrade e Ademir Evaristo; do setor de Bovino de Leite José Antonio Coelho (Coelho), João Paulo Pagotti, Antonio Carlos Baladore (Bala), Valmir Donizetti Botteon, Carlos Alberto Schmidt, José Antonio da Silva (Tio), Luis Tadeu de Oliveira; da fábrica de ração Claudio de Jesus Aparecido São Romão, José Antonio Borges (Borginho), Carlos Agnaldo Teixeira, Israel Andrietta (Dahora), José Luiz Aparecido Landgraf e Fernando Hipólito; do setor de cunicultura José Roberto Balduino e Evanilson Teodoro e ao José Eduardo Pavão que de alguma forma contribuíram para o sucesso deste trabalho.

Aos funcionários da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos (FZEA/USP) Antonio Fernandes dos Santos Junior (China), Gonçalo Monteiro da Silva Junior, Valmir Murarolli, José Roberto Pereira, Silmar Ferreira de Camargo e Sandra Aparecida de Oliveira pela dedicação e trabalhos prestados.

Aos funcionários da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia (FMVZ/USP) Leonila Ester Reinert Raspantini e Paulo César Fabrício Raspantini pela amizade e auxílio nas análises de sangue.

Aos funcionários terceirizados do Campus da USP Pirassununga Ademilson Bagatine, Sebastião Honorato Filho, Cristiano Murilo Dias e Laerte Ranzoni pela dedicação no período de reprodução dos animais e amizade.

A todos que contribuíram para execução deste trabalho meus sinceros agradecimentos.

SUMÁRIO

	Página
CAPIM-LIMÃO (<i>Cymbopogon citratus</i> (DC.) Stapf) NA ALIMENTAÇÃO DE CABRAS SAANEN NOS PARÂMETROS HEMATOLÓGICOS, BIOQUÍMICOS, PRODUÇÃO, COMPOSIÇÃO E ACEITAÇÃO DO LEITE	xviii
RESUMO .....	. xviii
LEMONGRASS (<i>Cymbopogon citratus</i> (DC.) Stapf) ON SAANEN GOATS FEED ON HEMATOLOGICAL AND BIOCHEMICAL PARAMETERS, PRODUCTION, COMPOSITION AND ACCEPTANCE OF MILK	xx
SUMMARY	xx
CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS	22
1. Introdução.....	22
2. Propriedade físicas, químicas e celulares do leite	25
3. Composição do leite de cabra	28
4. Ácidos graxos	29
4.1 Ácidos graxos no leite de cabra.....	32
5. Fatores que afetam a produção e composição do leite	33
5.1 Efeitos da alimentação na qualidade do leite.....	34
5.2 Influência do estresse sobre a qualidade do leite	35
6. Capim-limão (<i>Cymbopogon citratus</i> (DC.) Stapf)	37
6.1 Influência do capim-limão (<i>Cymbopogon citratus</i> (DC.) Stapf) nos metabólitos plasmáticos	39
7. Cortisol	41
8. Sabor	44
8.1 Sabor do leite de cabra.....	45
9. Análise sensorial	46

CAPÍTULO 2 – PERFIL HEMATOLÓGICO E BIOQUÍMICO DE CABRAS SAANEN ALIMENTADAS COM CAPIM-LIMÃO (<i>Cymbopogon citratus</i> (DC.) Stapf)...	48
RESUMO	48
1. Introdução.....	50
2. Material e Métodos	51
3. Resultados e Discussão	58
4. Conclusões.....	76
CAPÍTULO 3 – PERFIL DE ÁCIDOS GRAXOS DO LEITE DE CABRAS ALIMENTADAS COM CAPIM-LIMÃO (<i>Cymbopogon citratus</i> (DC.) Stapf)	77
RESUMO	77
1. Introdução.....	78
2. Material e Métodos	81
3. Resultados e Discussão	85
4. Conclusões.....	102
CAPÍTULO 4 – QUALIDADE SENSORIAL, FÍSICA E QUÍMICA DO LEITE DE CABRAS ALIMENTADAS COM CAPIM-LIMÃO (<i>Cymbopogon citratus</i> (DC.) Stapf)	103
RESUMO	103
1. Introdução.....	104
2. Material e Métodos	106
3. Resultados e Discussão	111
4. Conclusões.....	118

CAPÍTULO 5 – INFLUÊNCIA DA RESPOSTA À APLICAÇÃO DE ACTH NOS NÍVEIS HORMONAIS E METABÓLICOS, NA PRODUÇÃO, NA COMPOSIÇÃO FÍSICA E QUÍMICA E SENSORIAL DO LEITE DE CABRAS ALIMENTADAS COM CAPIM-LIMÃO (<i>Cymbopogon citratus</i> (DC.) Stapf)	119
RESUMO.....	119
1. Introdução.....	121
2. Material e Métodos	123
3. Resultados e Discussão	127
3.1 Parâmetros hormonais	127
3.2 Parâmetros bioquímicos.....	129
3.3 Produção, composição física e química e qualitativa do leite.....	134
3.4 Perfil de ácidos graxos do leite	137
3.5 Contagem de microrganismos psicrotóxicos	140
3.6 Avaliação sensorial do leite.....	140
3.7 Cor	143
4. Conclusões	145
REFERÊNCIAS.....	147
APÊNDICE.....	189

LISTA DE TABELAS

	Página
CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS	22
Tabela 1. Produção mundial de leite de cabra e vaca e parâmetros comparativos	23
Tabela 2. Contribuição proporcional das fontes de ácidos graxos no leite de vaca	31
CAPÍTULO 2 – PERFIL HEMATOLÓGICO E BIOQUÍMICO DE CABRAS SAANEN ALIMENTADAS COM CAPIM-LIMÃO (<i>Cymbopogon citratus</i> (DC.) Stapf)	48
Tabela 1. Avaliação bromatológica dos ingredientes das dietas dos animais alimentados com capim-limão (<i>Cymbopogon citratus</i> (D.C.) Stapf).....	53
Tabela 2. Composição de nutrientes e avaliação bromatológica das dietas dos animais alimentados com capim-limão (<i>Cymbopogon citratus</i> (DC.) Stapf)	54
Tabela 3. Média do consumo de nutrientes das cabras leiteiras alimentadas com capim-limão (<i>Cymbopogon citratus</i> (DC.) Stapf)	61
Tabela 4. Média dos parâmetros hematológicos das cabras Saanen alimentadas com capim-limão (<i>Cymbopogon citratus</i> (DC.) Stapf)	65
Tabela 5. Correlação de Pearson (r) entre o peso e os parâmetros hematológicos das cabras Saanen alimentadas com capim-limão (<i>Cymbopogon citratus</i> (DC.) Stapf)	68
CAPÍTULO 3 – PERFIL DE ÁCIDOS GRAXOS DO LEITE DE CABRAS ALIMENTADAS COM CAPIM-LIMÃO (<i>Cymbopogon citratus</i> (DC.) Stapf)	77
Tabela 1. Produção e composição física e química (\pm erro padrão médio) do leite das cabras alimentadas com capim-limão (<i>Cymbopogon citratus</i> (DC.) Stapf)	86
Tabela 2. Média do consumo de nutrientes das cabras alimentadas com capim-limão (<i>Cymbopogon citratus</i> (DC.) Stapf)	93
Tabela 3. Média do perfil de ácidos graxos do leite de cabras alimentadas com capim-limão (<i>Cymbopogon citratus</i> (DC.) Stapf)	96
Tabela 4. Classes de ácidos graxos da gordura do leite de cabras alimentadas com capim-limão (<i>Cymbopogon citratus</i> (DC.) Stapf)	100

CAPÍTULO 4 – QUALIDADE SENSORIAL, FÍSICA E QUÍMICA DO LEITE DE CABRAS ALIMENTADAS COM CAPIM-LIMÃO (*Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf) 103

Tabela 1. Produção e composição física e química (\pm erro padrão médio) do leite das cabras alimentadas com capim-limão (*Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf) 111

Tabela 2. Notas médias (\pm erro padrão médio) obtidas no teste de aceitação do leite de cabras alimentadas com capim-limão (*Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf) 113

CAPÍTULO 5 – INFLUÊNCIA DA RESPOSTA À APLICAÇÃO DE ACTH NOS NÍVEIS HORMONAIS E METABÓLICOS, NA PRODUÇÃO, NA COMPOSIÇÃO FÍSICA E QUÍMICA E SENSORIAL DO LEITE DE CABRAS ALIMENTADAS COM CAPIM-LIMÃO (*Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf) 119

Tabela 2. Parâmetros bioquímicos (\pm erro padrão médio) de ureia, creatinina, albumina e fosfatase alcalina de cabras alimentadas com capim-limão (*Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf) e submetidas à administração de solução salina (controle) ou ACTH colhidos nos tempos: antes da administração (20 min); no momento da administração e após ordenha (0 min); 60, 120 e 300 min após a administração 132

Tabela 3. Parâmetros bioquímicos (\pm erro padrão médio) de colesterol de cabras alimentadas com capim-limão (*Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf) e submetidas à administração de solução salina (controle) ou ACTH colhidos nos tempos: antes da administração (20 min); no momento da administração e após ordenha (0 min); 60, 120 e 300 min após a administração 133

Tabela 4. Produção e composição física e química (\pm erro padrão médio) do leite das cabras alimentadas com capim-limão (*Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf) e submetidas à administração de solução salina ou ACTH 135

Tabela 5. Média (\pm erro padrão médio) do perfil de ácidos graxos (C₄ a C_{14:1}) do leite de cabras alimentadas com capim-limão (*Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf) e submetidas à aplicação de solução salina ou ACTH 137

Tabela 6. Médias (\pm erro padrão médio) do perfil de ácidos graxos (C_{15:0} a C_{17:1}, C_{20:0} e C_{20:4}) do leite de cabras alimentadas com capim-limão (*Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf) e submetidas à aplicação de solução salina ou ACTH 138

Tabela 7. Média (\pm erro padrão médio) do perfil dos ácidos graxos com 18 carbonos (C₁₈) do leite de cabras alimentadas com capim-limão (*Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf) e submetidas à aplicação de solução salina ou ACTH 139

- Tabela 8. Notas médias (\pm erro padrão médio) obtidas no teste de aceitação do leite de cabras alimentadas com capim-limão (*Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf) e submetidas à administração de solução salina ou ACTH141
- Tabela 9. Médias (\pm erro padrão médio) dos parâmetros de Hunter L*, a* e b* do leite de cabras alimentadas com capim-limão (*Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf) e submetidas à administração de solução salina ou ACTH 144

LISTA DE FIGURAS

Página

CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS 22

Figura 1. Mecanismo de ação do hormônio adrenocorticotrófico..... 43

CAPÍTULO 2 – PERFIL HEMATOLÓGICO E BIOQUÍMICO DE CABRAS SAANEN ALIMENTADAS COM CAPIM-LIMÃO (*Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf).....48

Figura 1. Esquema das colheitas das análises para o hemograma e análises bioquímicas das cabras antes (0D, quando todos animais alimentaram-se da dieta controle T1), durante (20D, 34D, 42D) e no retorno à dieta padrão (30D, quando todos animais retornaram à alimentação com a dieta controle T1) de acordo com diferentes porcentagens de inclusão de capim-limão (*Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf) na dieta.55

Figura 2. Variação do peso total das cabras antes (0D) da alimentação com capim-limão (*Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf), durante (20D, 34D, 42D) e no retorno à dieta padrão (30D) de acordo com o tratamento T1: ●; T2: ○; T3: ▼ e T4: Δ. *Médias seguidas de mesma letra dentro do mesmo tratamento não diferem entre si (P>0,05) pelo teste de Tukey63

Figura 3. Produção de leite, concentrações plasmáticas médias (± erro padrão médio) de glicose, colesterol e HDL colesterol das cabras antes (0D = 0 dias, todos animais comendo T1) da alimentação com capim-limão (*Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf), durante (20D, 34D e 42D = dias comendo capim-limão) e no retorno à dieta padrão (30D = 30 dias comendo T1) de acordo com o tratamento controle (T1: ◆); 33,5% de capim-limão (T2: ▼); 66,5% de capim-limão (T3: ■) e 100% de capim-limão (T4: ◆) na dieta70

Figura 4. Concentrações plasmáticas médias (± erro padrão médio) de ureia, creatinina, albumina e fosfatase alcalina das cabras antes (0D = 0 dias, todos animais comendo T1) da alimentação com capim-limão (*Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf), durante (20D, 34D e 42D = dias comendo capim-limão) e no retorno à dieta padrão (30D = 30 dias comendo T1) de acordo com o tratamento controle (T1: ◆); 33,5% de capim-limão (T2: ▼); 66,5% de capim-limão (T3: ■) e 100% de capim-limão (T4: ◆) na dieta73

CAPÍTULO 3 – PERFIL DE ÁCIDOS GRAXOS DO LEITE DE CABRAS ALIMENTADAS COM CAPIM-LIMÃO (*Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf)77

- Figura 1. Esquema da colheita do leite para o perfil de ácidos graxos das cabras durante (42D) a alimentação com diferentes porcentagens de inclusão de capim-limão (*Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf) 81
- Figura 2. Produção (★) e temperatura do leite (◆) das cabras alimentadas com capim-limão (*Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf) 88
- Figura 3. Consumo médio de matéria seca (CMS) das cabras alimentadas durante 42 dias com capim-limão (*Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf) de acordo com o tratamento controle (T1:●); 33,5% de capim-limão (T2:○); 66,5% de capim-limão (T3:▼) e 100% de capim-limão (T4:Δ) na dieta 92
- Figura 4. Consumo médio diário de matéria seca das cabras em função da porcentagem de inclusão de capim-limão (*Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf) na dieta 94
- CAPÍTULO 4 – QUALIDADE SENSORIAL, FÍSICA E QUÍMICA DO LEITE DE CABRAS ALIMENTADAS COM CAPIM-LIMÃO (*Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf).....103**
- Figura 1. Esquema da colheita do leite para a composição física, química e sensorial das cabras durante (42D) a alimentação com diferentes porcentagens de inclusão de capim-limão (*Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf)106
- Figura 2. Modelo da ficha utilizada no teste de aceitação do leite de cabra com escala hedônica estruturada de nove pontos: “1: Desgostei muitíssimo” e “9: Gostei muitíssimo” e cinco pontos “1: Eu certamente não compraria este produto” e “5: Eu certamente compraria este produto” para intenção de compra.....109
- Figura 3. Esquema da contagem das bactérias psicotróficas.....110
- Figura 4. Frequência das notas dos atributos do teste de aceitação do leite de cabras alimentadas com 0% de capim-limão, tratamento controle (T1: ■■■); 33,5% de capim-limão (T2: ■■■■); 66,5% de capim-limão (T3: ■■■■■) e 100% de capim-limão (T4: ■■■■■■) na dieta.....115
- Figura 5. Histograma da frequência das notas de intenção de compra (1: Eu certamente não compraria este produto ■■■■; 2: Eu provavelmente não compraria este produto ■■■■■; 3: Tenho dúvidas se compraria ou não este produto ■■■■■■; 4: Eu provavelmente compraria este produto ■■■■■■■; e 5: Eu certamente compraria este produto ■■■■■■■■) do teste de aceitação do leite de cabras alimentadas com 0% de capim-limão, tratamento controle (T1); 33,5% (T2), 66,5% (T3) e 100% de capim-limão (T4) na dieta.....117

CAPÍTULO 5 – INFLUÊNCIA DA RESPOSTA À APLICAÇÃO DE ACTH NOS NÍVEIS HORMONAIS E METABÓLICOS, NA PRODUÇÃO, NA COMPOSIÇÃO FÍSICA E QUÍMICA E SENSORIAL DO LEITE DE CABRAS ALIMENTADAS COM CAPIM-LIMÃO (*Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf).....109

Figura 1. Esquema das colheitas para as análises bioquímicas, hormonais, físicas, químicas e perfil lipídico do leite das cabras administradas com ACTH ou solução salina (controle) de acordo com diferentes porcentagens de inclusão de capim-limão (*Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf) na dieta.....124

Figura 2. Concentrações plasmáticas médias (\pm erro padrão médio) de cortisol das cabras alimentadas com capim-limão (*Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf) (T1: 0% de capim-limão; T2: 33,5% de capim-limão; T3: 66,5% de capim-limão; T4: 100% de capim-limão) e submetidas à administração de solução salina ou ACTH nos tempos: antes da administração (20 min); no momento da administração e após ordenha (0 min); 60, 120 e 300 min após a administração. Médias seguidas de letras iguais não diferem entre si ($P>0,05$).....128

Figura 3. Concentrações plasmáticas médias (\pm erro padrão médio) de glicose das cabras alimentadas com capim-limão (*Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf) (T1: 0% de capim-limão; T2: 33,5% de capim-limão; T3: 66,5% de capim-limão; T4: 100% de capim-limão) e submetidas à administração de solução salina (controle) ou ACTH nos tempos: antes da administração (20 min); no momento da administração e após ordenha (0 min); 60, 120 e 300 min após a administração. Médias seguidas de letras iguais não diferem entre si ($P>0,05$), ns=não significativo.....130



Figura 4. Contagem de células somáticas (\pm erro padrão médio) do leite de cabras alimentadas com capim-limão (T1 tratamento controle: 0%; T2: 33,5%; T3: 66,5% e T4: 100%) na dieta e submetidas à administração de solução salina  (controle) ou ACTH . Médias seguidas de letras iguais nas colunas dentro de cada tratamento não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P>0,05$).....136



Figura 5. Médias das notas de sabor do teste de aceitação do leite de cabras alimentadas com capim-limão (T1 tratamento controle: 0%; T2: 33,5%; T3: 66,5% e T4: 100%) na dieta e submetidas à administração de solução salina  (controle) ou ACTH . Médias seguidas de letras iguais nas colunas dentro de cada tratamento não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P>0,05$).....143

Figura 6. Cor obtida após medida no espectrômetro Hunterlab ilustrando os parâmetros Hunter L*, a* e b* do leite de cabras alimentadas com capim-limão e submetidas à administração de solução salina (controle: 1: T1, 3: T2, 5: T3 e 7: T4) ou ACTH (2: T1, 4: T2, 6: T3 e 8: T4).....145

CAPIM-LIMÃO (*Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf) NA ALIMENTAÇÃO DE CABRAS SAANEN NOS PARÂMETROS HEMATOLÓGICOS, BIOQUÍMICOS, PRODUÇÃO, COMPOSIÇÃO E ACEITAÇÃO DO LEITE

RESUMO - As características sensoriais peculiares do leite de cabra como odor e sabor acentuados, muitas vezes são consideradas desagradáveis ao consumo, tornando-se fator de recusa. Dessa forma, a alimentação tem sido um fator preponderante na manipulação dos componentes do leite, principalmente com relação ao perfil lipídico, o qual implica diretamente no seu sabor e odor. Assim, este estudo teve como objetivo avaliar as diferentes porcentagens de inclusão de capim-limão (*Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf) e sua influência sobre as respostas ao estresse fisiológico via administração endovenosa de ACTH. Foram avaliados o hemograma e os parâmetros: cortisol, glicose, ureia, creatinina, albumina, fosfatase alcalina, colesterol e HDL colesterol, as características sensoriais, físicas e químicas, além do perfil lipídico do leite. Foram utilizadas 44 cabras Saanen, não gestantes, em média aos 75 dias de lactação, homogêneas quanto à idade (3 anos \pm 2 meses), peso total (59,17 \pm 2,69 kg), escore da condição corporal (3,0 \pm 0,5) e produção diária de leite (2,58 \pm 0,27 kg). O estudo foi conduzido de setembro de 2009 a fevereiro de 2010. Durante 152 dias os animais foram mantidos em sistema de confinamento em quatro baias experimentais coletivas (11 cabras/baia) sob condições climáticas e estruturais semelhantes. As quatro dietas utilizadas com relação volumoso:concentrado de 53:47, foram fornecidas uma vez ao dia após a ordenha, cuja variação foi a substituição da silagem de milho pelo capim-limão: T1 controle (concentrado + 100% de silagem de milho), T2 (concentrado + 66,5% de silagem de milho + 33,5% de capim-limão), T3 (concentrado + 33,5% de silagem de milho + 66,5% de capim-limão) e T4 (concentrado + 100% de capim-limão). Observou-se efeito quadrático no consumo de matéria seca conforme a adição de capim-limão. Os leucócitos do sangue não foram alterados pela adição de capim-limão à dieta. O ganho em peso e a produção de leite foram maiores para os tratamentos com 66,5 e 100% de capim-limão. Embora tenha havido alteração nas

concentrações de glicose, colesterol, creatinina e ureia na primeira semana de alteração da dieta, os valores retornaram ao considerado controle a partir da segunda semana. Desta forma, pode-se inferir que o capim-limão não apresenta efeito nefrotóxico nem hepatotóxico. A inclusão de capim-limão altera 40% dos ácidos graxos, principalmente àqueles com propriedades hiper (mirístico e palmítico) ou hipocolesterolêmicas (CLA) e aumenta em 134% as concentrações de CLA no leite (0,47 a 1,10 g 100g⁻¹), aumenta os ácidos graxos poli-insaturados e a relação hipocolesterolêmicos:hipercolesterolêmicos, além de diminuir os índices de aterogenicidade e trombogenicidade, desejáveis nutricionalmente. O capim-limão melhora a aceitação e a intenção de compra do leite, prevenindo aumento dos ácidos graxos de cadeia curta e influencia a resposta à glicose sanguínea das cabras submetidas ao estresse fisiológico.

Palavras-Chave: ácidos graxos, cortisol, estresse, qualidade do leite, sabor

**LEMONGRASS (*Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf) ON SAANEN GOATS FEED ON
HEMATOLOGICAL AND BIOCHEMICAL PARAMETERS, PRODUCTION,
COMPOSITION AND ACCEPTANCE OF MILK**

SUMMARY - The typical sensory characteristics of goat's milk as sharp odor and taste are often considered unpleasant to consumer, becoming factor of refusal. Thus, nutrition of goats has been a factor on manipulation of milk components, especially with regard to lipid profile, which directly affects the taste and odor of the milk. The aim of this study is to evaluate levels of lemongrass (*Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf) and physiological responses to stress via intravenous administration of ACTH. In this study were evaluated the blood count and the following parameters: cortisol, glucose, urea, creatinine, albumin, alkaline phosphatase, cholesterol and HDL cholesterol, the sensory, physical and chemical properties, and lipid profile of milk. For this purpose, 44 Saanen goats were used, not pregnant at 75 days of lactation, similar for age (\pm 3 years 2 months), weight (59.17 ± 2.69 kg), body condition score (3.0 ± 0.5) and daily milk production (2.58 ± 0.27 kg). The study was conducted from September 2009 to February 2010. During 152 days the animals were kept in feedlot pens in four experimental collective (11 goats/pen) under similar climatic and structural conditions. Four diets with roughage: concentrate of 53:47, were fed once a day after milking, whose variation was the substitution of corn silage by lemongrass: T1 control (concentrate + 100% corn silage), T2 (66.5% concentrate + corn silage + 33.5% lemongrass), T3 (concentrate + 33.5% corn silage + 66.5% lemongrass) and T4 (concentrate + 100% lemongrass). Quadratic effect in dry matter intake as the addition of lemongrass was observed. Blood leukocytes were not affected by adding lemongrass on the diet. The weight gain and milk production were higher for treatments with 66.5 and 100% of lemongrass. Although changes have been observed in glucose, cholesterol, creatinine and urea concentration in the first week of diet's modification, the values returned to considered ideal after second week. Considering these facts, is possible to conclude that the lemongrass showed no hepatotoxic or nephrotoxic effect. The inclusion of lemongrass on diet

change by 40% fatty acids evaluated, especially those with hyper properties (myristic and palmitic) and hypocholesterolemic (CLA). Also, the inclusion of lemongrass was responsible for 134% increase in levels of CLA in milk (from 0.47 to 1.10 g 100g⁻¹), increase polyunsaturated fatty acid and hypocholesterolemic:hypercholesterolemic ratio and reducing atherogenicity and thrombogenicity, nutritionally desirable. The lemongrass enhances the acceptance and intent to purchase milk, preventing increase of short-chain fatty acids and influences the response to glucose blood of goats subjected to physiological stress.

Keywords: fatty acids, cortisol, stress, milk quality, flavour

CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS

1. Introdução

Órgãos municipais, estaduais, nacionais e internacionais publicam estatísticas sobre a produção e comercialização da pecuária leiteira caprina, embora sejam poucos os dados disponíveis. Mas, a pesquisa em caprinocultura principalmente em países em desenvolvimento exerce uma função muito maior do que esta, a função sociocultural, tanto no estabelecimento do *status* do produtor, na geração de renda e emprego, na fixação do homem no campo, quanto na manutenção da tradição da atividade na família com tecnologias simples de fácil adoção. Experiências realizadas na região nordeste com crianças de rua e moradores da periferia comprovam a capacidade social transformadora da pecuária leiteira caprina. Hoje, tornaram-se grandes produtores e ganhadores de torneios leiteiros importantes na região (LICITACAO, 2003).

A caprinocultura é conhecida e difundida, mas apresenta realidades diferentes nas diversas regiões do país. É possível encontrar produções de leite para subsistência e produções industriais de leite fluido, em pó, iogurtes, e queijos finos. A industrialização de subprodutos caprinos por empresas nacionais e até multinacionais é recente no país quando comparado ao leite de outras espécies, porém, sua distribuição ainda está concentrada em seletos mercados em grandes centros comerciais, principalmente na região sudeste, maior produtora de leite caprino no país.

O rebanho mundial de caprinos é estimado em 861.901.978 cabeças. O efetivo brasileiro totaliza 9.500.000 animais, com produção anual nacional de leite de cabra em torno de 136.500 ton., ocupando a posição 21 no ranking mundial (Tabela 1). Apesar da produção inexpressiva, se comparar com o tamanho do rebanho no país, a exploração caprina tem justificada importância socioeconômica tanto na geração de empregos quanto de renda (LÔBO et al., 2010). O potencial de demanda, mesmo considerando que a clientela para o leite de cabra é formada por um público diferenciado, é o dobro da produção nacional (COSTA, 2007).

Tabela 1. Produção mundial de leite de cabra e vaca e parâmetros comparativos

Comparação entre a produção mundial de leite de cabra e vaca em toneladas				
País	Cabra (posição mundial)	Vaca (posição mundial)	Participação mundial cabra/vaca (%)	Preço pago em US\$/litro
Índia	4.000.000 (1)	44.100.000 (2)	26,29/7,62	0,27/0,30
Bangladesh	2.168.000 (2)	825.000 (71)	14,25/0,14	0,21/0,19
Sudão	1.474.926 (3)	5.309.003 (29)	9,69/0,92	-
Paquistão	700.000 (4)	11.550.000 (11)	4,60/2,00	0,34/0,33
Espanha	592.800 (5)	6.339.900 (23)	3,90/1,10	0,76/0,48
França	572.600 (6)	24.516.320 (8)	3,76/4,24	0,46/0,42
Grécia	505.000 (7)	800.000 (72)	3,32/0,14	0,77/0,56
Irã	410.000 (8)	6.450.000 (22)	2,69/1,12	0,41/0,31
Somália	393.000 (9)	435.000 (90)	2,58/0,08	-
China	265.801 (10)	35.853.665 (3)	1,75/6,20	0,20/0,70
China Continental	248.000 (11)	35.538.000 (4)	1,63/6,14	-
Rússia	245.836 (12)	32.117.427 (5)	1,62/5,55	0,29/0,33
Indonésia	238.000 (13)	574.406 (82)	1,56/0,10	0,19/0,19
Argélia	230.000 (14)	1.500.000 (54)	1,51/0,26	0,43/0,43
Ucrânia	213.800 (15)	11.523.600 (12)	1,41/1,99	0,29/0,33
Mali	213.159 (16)	283.955 (98)	1,40/0,05	0,42/0,68
Turquia	209.570 (17)	11.255.200 (15)	1,38/1,95	0,83/0,66
Nigéria	200.000 (18)	437.000 (89)	1,31/0,08	0,44/0,94
Jamaica	165.000 (19)	14.094 (147)	1,08/0,002	-/0,20
México	164.974 (20)	10.765.827 (16)	1,08/1,86	0,48/0,37
Brasil	136.500 (21)	27.752.000 (7)	0,90/4,80	0,71/0,30

Fonte: FAO (2009), IBGE (2009).

Aproximadamente três bilhões de pessoas em todo o mundo ou metade da população sobrevivem com menos de US\$ 2,00 por dia, destas, 20% vivem com menos de US\$ 1,00 por dia (FAO, 2009). A pobreza não é um fenômeno exclusivo de áreas rurais, nem tampouco de países subdesenvolvidos, porém, só há como atenuá-la se o sustento das famílias em situação de pobreza for suprido. Estas famílias de pequenos produtores mantêm pequenos ruminantes para fins de subsistência, principalmente como parte de uma alimentação rica em proteína, além de geração de renda.

A Tabela 1 ilustra a situação destacada acima onde os maiores rebanhos caprinos encontram-se em países emergentes e com altos índices de pobreza (Índia, Bangladesh, Sudão, Paquistão e Somália), porém a quase totalidade do leite produzido é utilizada para o próprio sustento, não sendo expressiva a industrialização e participação destes países no comércio de laticínios.

Contudo, apesar do leite de cabra e seus derivados serem importantes fontes diárias de proteína, fósforo e cálcio, principalmente para os povos de países

emergentes, os caprinos leiteiros são um setor vital da agricultura nos países desenvolvidos, especialmente nas regiões do Mediterrâneo, como França, Itália, Espanha e Grécia, o que comprova que a criação de caprinos não é necessariamente sinônimo de pobreza ou de um setor empresarial pouco desenvolvido (PARK, 2001).

A França destaca-se em sexto lugar com uma participação de 3,76% da produção mundial de leite caprino, principalmente pela expressiva industrialização e exportação de queijos finos. Apesar do valor nutritivo, social e econômico da caprinocultura leiteira, a atividade vem enfrentando dificuldades mesmo em países de conhecida tradição como a Espanha, quinto maior mercado de leite caprino (Tabela 1). No primeiro semestre deste ano de 2010 o governo espanhol propôs melhorias no setor produtivo que atingirão desde os produtores até as universidades, como forma de melhorar a comercialização, qualidade, e visibilidade do leite da espécie (ANILACT, 2010).

A discreta participação do Brasil (Tabela 1) no cenário mundial de leite caprino (0,9%) pode ser explicada pela irregularidade no volume de produção devido a baixos índices de desempenho dos rebanhos principalmente no que diz respeito à sazonalidade, falta de profissionalização da atividade e deficiência na qualidade. Estes entraves que também eram frequentes na pecuária bovina leiteira e aos poucos estão sendo solucionados com portarias que regulamentam limites para parâmetros de qualidade (Instrução Normativa 51), possibilitam a exportação dos produtos lácteos, melhorando o ranking mundial (7º colocado) e a lucratividade da atividade, igualando-se ao valor pago pelo leite de cabra ao produtor (US\$ 0,30). Uma política direcionada à melhoria da atividade caprina, como a exemplo da pecuária bovina, deve ser adotada para que a atividade seja mais eficiente e competitiva.

Estudos com 100 crianças comprovaram uma em cada 100 crianças alérgicas ao leite de vaca não prosperaram bem tomando leite de cabra (WALKER, 1965). Da mesma forma, na França, estudos clínicos com crianças alérgicas ao leite de vaca, concluíram que 93% delas obtiveram resultados positivos com o leite de cabra, sendo recomendado como valiosa alternativa na alimentação das crianças, além dos infantes ultrapassarem os alimentados com leite de vaca em ganho em peso, estatura,

mineralização óssea, densidade óssea, níveis plasmáticos de vitamina A, cálcio, tiamina, riboflavina, niacina e concentração de hemoglobina (MACK, 1953; FABRE, 1997).

O leite de cabra além de representar um importante papel social, possui alta digestibilidade e valor nutritivo. Porém, apesar das vantagens nutricionais dos produtos caprinos, principalmente do leite, muitas vezes o consumo é limitado pelo preconceito ou pelo estereótipo de ser um produto terapêutico. Não obstante apesar de terem sido parcialmente resolvidas algumas questões referentes ao melhoramento da qualidade sanitária do leite, o sabor continua constituindo critério decisivo de qualidade, utilizado pelo consumidor para selecionar os fornecedores (BANDA & PHIRI, 1990; BOYAZOGLU & MORAND-FEHR, 2001; PARK, 2001).

A alimentação dos caprinos tem sido um fator preponderante na manipulação dos constituintes do leite (GOETSCH et al., 2001), sendo responsável por aproximadamente 50% da variação do teor de gordura (SUTTON & MORANT, 1989; FREDEEN, 1996), que está diretamente relacionado à composição de ácidos graxos e conseqüentemente ao sabor do leite.

Tendo em vista estas questões, a viabilização de produtos de qualidade poderá resultar em aumento da aceitabilidade, com conseqüente ampliação da agroindústria regional, contribuindo desta forma, para a melhoria do nível de vida e fixação do homem ao meio rural e, sobretudo, influenciando positivamente na segurança alimentar e nutricional (QUEIROGA et al., 2003).

O consumidor procura cada vez mais alimentos saudáveis e nutritivos, de alta qualidade sensorial e funcional, ou seja, que contenham substâncias com potencial positivo para saúde mental e corporal (SRETENOVIC et al., 2009). Desta forma, a utilização de novos alimentos na dieta de cabras leiteiras pode ser uma alternativa na melhoria sensorial e nutricional do leite.

2. Propriedade físicas, químicas e celulares do leite

Um dos fatores que alteram significativamente a qualidade do leite é a acidez titulável, expressa em graus Dornic ou em ácido láctico (g L^{-1}). A análise da acidez do

leite é utilizada como método inicial de avaliação da qualidade do leite, pois altos valores de acidez no leite implicam em elevadas concentrações de ácido láctico, resultante da hidrólise da lactose pela ação das enzimas bacterianas. A acidez do leite decorre da presença de ácidos orgânicos fracos, portanto, a simples medida do pH não permite o cálculo da quantidade de ácido presente. Desta forma, a acidez é usualmente expressa em graus Dornic (°D), e considera-se que toda a acidez do leite é devido ao ácido láctico. Segundo MAGALHÃES (2005), considera-se normal o leite que possui acidez correspondente a 13-18 °D.

A densidade é o peso específico do leite determinado por dois grupos de substâncias (a concentração de elementos em solução e suspensão e a porcentagem de gordura) (PRATA, 2001), varia com a temperatura, sendo necessário especificar ou padronizar este fator, geralmente para 15 °C.

A lactose é o principal carboidrato do leite da maioria dos mamíferos e o constituinte cuja concentração é a mais constante e predominante, sendo responsável pela manutenção da osmolaridade nos processos de formação e secreção láctea. Por ser um açúcar não permeável, a lactose controla a entrada de água nas vesículas secretórias, portanto, a secreção de leite.

A glicose é o único precursor da lactose. É o único substrato para a síntese do açúcar do leite, não podendo ser substituído por nenhum outro açúcar. Também é considerado um fator limitante para a máxima produção de leite, pois há alta correlação positiva entre produção de leite e captura de glicose pela glândula mamária.

Dos componentes do leite, a gordura é a fonte de energia mais importante (CUNNINGHAM & KLEIN, 1993) e que mais apresenta variações; caracterizando-se por 98-99% de triglicerídeos, responsáveis pelo sabor, conferindo maciez e palatabilidade em derivados de leite contendo gordura (PRATA, 2001). De forma geral, 40% da gordura do leite de ruminantes provêm do acetato, 10% do butirato e 50% dos triglicerídeos plasmáticos. O acetato e butirato estão entre os ácidos graxos voláteis produzidos pela fermentação ruminal que são absorvidos pela corrente sanguínea e, na glândula mamária, servem como precursores para síntese de gordura no leite (FONSECA & SANTOS, 2000).

As proteínas do leite (exceto albumina e imunoglobulinas) são sintetizadas nas células alveolares a partir de aminoácidos do sangue. A glândula mamária de ruminantes secreta grandes quantidades de proteínas. As produzidas pela própria glândula a partir de aminoácidos extraídos do sangue chamadas de caseínas (α_{S1} -, α_{S2} -, β - e κ -caseínas), β -lactoglobulina e α -lactoalbumina e as proteínas séricas que são transferidas diretamente do sangue para o leite (sero-albuminas e imunoglobulinas) (SWENSON & REECE, 1996).

Os sais encontrados no leite apresentam importante papel nutricional, são responsáveis pelo estado físico e estabilidade dos componentes do leite, particularmente da caseína, e ainda alguns microelementos metálicos, como o cobre e o ferro, catalisam reações de oxidação da gordura do leite (FONSECA & SANTOS, 2000). Adicionalmente estes contribuem para o poder tampão, manutenção do pH e pressão osmótica do leite (SHAMAY et al., 2000).

Um dos parâmetros utilizados atualmente para avaliar a qualidade do leite é a quantidade de células presentes, incluindo células de origem sanguínea (leucócitos) e células de descamação do epitélio secretor (NATZKE, 1981). As células secretoras do leite das cabras são classificadas como apócrinas, pois o leite é eliminado juntamente com pequenas porções celulares, e apesar da maioria ser anucleadas, há uma proporção destas partículas que possuem fragmentos do núcleo (POUTREL & LERONDELLE, 1983). Devido à presença de partículas celulares nucleadas, apenas os procedimentos de contagem específicos para identificação do DNA deveriam ser utilizados para estimar o valor de contagem de células somáticas (CCS) no leite de cabras (DULIN et al., 1982). Um destes métodos é a contagem celular por microscopia usando corante específico para DNA. Os corantes pironina e verde de metil (Pyronin e Methyl-Green: PYMG) são utilizados como referência para leite de cabra por diferenciar células somáticas dos corpúsculos citoplasmáticos, pois coram diferencialmente células que contêm DNA de células que contêm apenas RNA. Com este corante as células somáticas são coradas em azul e as que contêm RNA em rosa (PACKARD et al., 1992).

Altas contagens de células somáticas no leite podem influenciar negativamente a produção e composição do leite, promovendo redução na caseína, gordura, lactose e aumento na concentração de ácidos graxos livres (AULDIST et al., 1995).

3. Composição do leite de cabra

A raça Saanen é a raça leiteira mais difundida no mundo, originária do Vale de Saanen e cantões de Berna, Suíça, apresenta um crescimento significativo no Brasil. A pelagem é uniformemente branca, os pelos são curtos, finos e cerrados (RIBEIRO, 1997).

Aliada à elevada digestibilidade, encontra-se o excelente valor nutricional do leite de cabra, conferido pelas características particulares das suas frações proteica e lipídica, nomeadamente no que se refere à menor dimensão dos glóbulos de gordura, com predominância de ácidos graxos de cadeia curta e ao elevado valor biológico das proteínas, quando comparado com o leite de outras espécies (OLALLA et al., 2009). Além disso, as partículas gordurosas no leite de cabra são menores, proporcionando uma maior área de superfície para ação enzimática, facilitando sua digestão.

A fração lipídica é um dos mais importantes componentes na qualidade tecnológica e nutricional do leite de cabra (CHILLIARD et al., 2003) e segundo DELACROIX-BUCHET & LAMBERET (2000) está diretamente envolvido na cor e sabor dos subprodutos de cabras leiteiras.

Quanto ao teor de lactose o leite caprino é idêntico ao leite bovino, variando em função do estágio de lactação 4,4% a 4,7% (MENS, 1991). O leite normalmente apresenta pouca variabilidade no teor de lactose, isto ocorre porque esse componente é um dos principais responsáveis pela osmolaridade do leite (SWAISGOOD, 1996) nos processos de formação e secreção do leite. A glândula mamária de cabras leiteiras de alta produção utiliza 60-80% de toda a glicose disponível no organismo para a síntese de leite, sendo que animais de baixa produção não utilizam porcentagem tão alta de glicose.

Há semelhança quanto ao teor de proteína bruta dos leites de vaca e cabra, porém, a constituição é diferente. O leite de cabra e vaca contém proporções similares

de κ -caseína (10-24%) e α_2 -caseína (5-19%), entretanto, o leite de cabra contém altos níveis de β -caseína (42-64% versus 34-41%) e baixos teores de α_1 -caseína (4-26% versus 36-40%) comparado ao de vaca (CLARK & SHERBON, 2000). Já a acidez do leite de cabra varia entre 12 e 14 °Dornic no momento da ordenha, podendo variar em função da concentração de caseína nas diferentes fases da lactação (MENS, 1991).

Segundo a Instrução Normativa 37 leite de cabra é o produto oriundo da ordenha completa, ininterrupta, em condições de higiene, de animais da espécie caprina sadios, bem alimentados e descansados. Estabelece que o produto apresente caracteres normais, ou seja, teor de gordura original, acidez entre 13 a 18 °Dornic, Extrato Seco Total (EST) mínimo de 8,20%, densidade a 15 °C entre 1,0280 e 1,0340 g L⁻¹, teor de proteína mínimo de 2,8% e teor de lactose de 4,3%.

Ainda não foram estabelecidos limites máximos oficiais para a contagem de células somáticas no leite de cabra (BRASIL, 2000; CHAPAVAL & MAGALHÃES, 2009).

4. Ácidos graxos

Os ácidos graxos são compostos formados por cadeias de átomos de carbono ligados a hidrogênio, presentes em gorduras e óleos. Podem ser classificados de acordo com o tamanho (curta, média, longa) ou com o tipo de ligação da cadeia hidrocarbonada (saturados, mono e poli-insaturados). Dependendo da presença de dupla ligação, a fração lipídica pode ser classificada como saturada, monoinsaturada e poli-insaturada. Um ácido graxo é chamado de saturado quando possui todos os átomos de hidrogênio em sua molécula. No entanto, se alguns dos átomos de hidrogênios estiverem ausentes e a ligação comum simples entre átomos de carbono for substituída por uma ligação dupla, o ácido graxo será insaturado; quando os hidrogênios encontram-se no mesmo lado do plano, são chamados de *cis*, se estão em lados opostos, *trans*. Caso só exista uma única ligação dupla, ele será monoinsaturado. Se houver mais de uma, será poli-insaturado (NELSON & COX, 2006).

Mais de 400 ácidos graxos têm sido encontrados na gordura do leite, porém, somente 10 (C_{4:0}, C_{6:0}, C_{8:0}, C_{10:0}, C_{12:0}, C_{14:0}, C_{16:0}, C_{18:0}, C_{18:1 cis}, C_{18:1 trans}) determinam as características físicas e químicas (SPREER, 1995).

O ambiente ruminal é responsável por algumas transformações nos lipídeos da dieta, alterando com isso sua composição e perfil de ácidos graxos que chegam ao duodeno (PEREIRA et al., 2009). Enquanto os ácidos graxos de cadeia longa são derivados dos triglicerídeos do sangue, provenientes da digestão e absorção intestinal dos lipídeos, da dieta ou da síntese ruminal, e da mobilização dos ácidos graxos do tecido adiposo (CHILLIARD et al., 2001).

Em humanos o consumo moderado de alimentos fontes de ácidos graxos insaturados está relacionado à diminuição das concentrações de colesterol circulante e consequentemente ao menor risco de aparecimento de doenças cardiovasculares, da mesma forma, o consumo de alimentos contendo ácidos graxos saturados além da quantidade desejada é prejudicial, pois contribui para o aumento das taxas de colesterol no sangue.

Os ácidos graxos secretados no leite de ruminantes podem ser originados da síntese *De Novo* (síntese de novas moléculas de ácidos graxos de precursores transferidos do sangue) a partir do acetato e β-hidroxibutirato, oriundos da fermentação ruminal e importantes precursores para a síntese dos ácidos graxos de cadeia curta (C₄-C₁₀) e média (C₁₂-C₁₆) (GRUMMER, 1991) ou da absorção da corrente circulatória, cuja origem pode ser a dieta ou a mobilização das reservas corporais (CHILLIARD et al., 2001). A proporção entre as principais fontes de ácidos graxos pode variar com a espécie animal, dieta, estado nutricional, fase da lactação em que o animal se encontra e escore corporal. Enquanto os ácidos graxos de cadeia longa são predominantemente transferidos do sangue, os de cadeia média ou curta são originários da síntese na glândula mamária (Tabela 2).

Tabela 2. Contribuição proporcional das fontes de ácidos graxos no leite de vaca

Ácidos graxos	Proporção de ácidos graxos (%)	
	Síntese De Novo (40%)	Corrente sanguínea (60%)
C ₄ :C ₁₀	100	0
C ₁₂	80-90	10-20
C ₁₄	30-40	60-70
C ₁₆	20-30	70-80
C ₁₈	0	100

Fonte: CHILLIARD et al. (2001).

Dois dos isômeros do ácido linoleico conjugado (CLA: C_{18:2, cis-9 trans-11}; C_{18:2, cis-10 trans-12}), um ácido graxo de interesse mundial, encontrado nos tecidos animais têm sido associados à atividade biológica, com propriedades anticarcinogênica, redução do estresse oxidativo e prevenção contra aterosclerose, além de proteção contra o crescimento de tumores da glândula mamária (SHINGFIELD et al., 2008). Por isso, as espécies ruminantes e seus produtos são considerados as fontes alimentares mais ricas em CLA (CHIN et al., 1994). O ácido linoleico origina-se praticamente todo da dieta, uma vez que os mamíferos não são capazes de sintetizá-lo (BRENNER, 1987).

Da mesma forma, os ácidos graxos da família ômega, como o linoleico ω-6 e o linolênico ω-3, também exercem importante função na nutrição humana, sendo necessários para manter sob condições normais as membranas celulares, as funções cerebrais e a transmissão de impulsos nervosos (YEHUDA et al., 2002). Além de participarem da síntese da hemoglobina e da divisão celular (YOUJIM et al., 2000), estão associados a inúmeros benefícios (ω-3) ao organismo como ação anti-inflamatória, antitrombócita e vasodilatadora ou malefícios (ω-6) como aumento dos riscos de doenças cardíacas e pressão arterial, vasoconstrição e depressão (SRETENOVIC et al., 2009). Da mesma forma, de acordo com vários estudos, algumas doenças como diabetes, artrite e câncer estão relacionadas em parte à desproporção atual da concentração dos ácidos ômega-6 e ômega-3 na dieta (FAGUNDES, 2002). Deste modo, é consenso na comunidade científica a necessidade de reduzir a quantidade de ácidos graxos ômega-6 e aumentar a concentração de ômega-3 na dieta,

preconizando-se uma ingestão média na razão de 5:1 a 10:1 (ω -6/ ω -3) (SIMOPOULOS et al., 1999).

4.1 Ácidos graxos no leite de cabra

O leite de cabra apresenta praticamente o dobro (18%) de conteúdo de ácidos graxos de cadeia curta ($C_{4:0}$ a $C_{10:0}$) quando comparado ao leite de vaca (10%) (BRENNAND et al., 1989; MENS, 1991; FETT & LUIZ, 1998); entre eles, maiores concentrações de ácido capróico ($C_{6:0}$), caprílico ($C_{8:0}$), cáprico ($C_{10:0}$), (JENNESS, 1980; MAREE, 1985), butírico ($C_{4:0}$), láurico ($C_{12:0}$), mirístico ($C_{14:0}$), palmítico ($C_{16:0}$) e linoleico ($C_{18:2}$), mas também quantidades menores dos ácidos esteárico ($C_{18:0}$) e oleico ($C_{18:1}$) (JENNESS, 1980).

Os ácidos láurico ($C_{12:0}$), mirístico ($C_{14:0}$) e palmítico ($C_{16:0}$) têm sido associados epidemiologicamente a doenças cardiovasculares por serem potencialmente mais colesterolêmicos, ou seja, induzirem o aumento de colesterol no sangue, que os ácidos graxos *trans* (CARLSON et al., 1997). Por isso, pesquisas tem focado a atenção na diminuição do porcentual destes componentes no leite (GRUMMER, 1991; CHILLIARD et al., 2001; SALLES et al., 2002).

A maior concentração de ácidos graxos de cadeia curta no leite caprino parece estar associada ao desenvolvimento do aroma e sabor característicos do produto desta espécie (PARK, 2001; SILANIKOVE et al., 2010). Além disso, os ácidos graxos também exercem importante papel como reguladores metabólicos e podem modular a resposta imune (MEADE & MERTIN, 1978). Essa resposta imunitária pode estar relacionada à dieta, regulando a susceptibilidade a infecções (MERTIN & HUNT, 1976; PRICKETT et al., 1984). Desta forma, alterações na composição destes ácidos graxos pela dieta podem ser importantes no sistema de defesa do animal.

Adicionalmente, o ácido linoleico conjugado (CLA), presente em grandes concentrações na gordura do leite de cabra, tem revelado a possibilidade de proporcionar importante contribuição em vista de sua comprovada ação anticarcinogênica e hipocolesterolêmica (McLEOD et al., 2004). Estudos na Itália (TSIPLAKOU et al., 2006) mostraram um aumento nas concentrações de CLA no leite

de cabras alimentadas com pasto quando comparadas àquelas em sistema de confinamento, além de redução significativa do índice de aterogenicidade.

5. Fatores que afetam a produção e composição do leite

Existem grandes variações entre o leite de várias espécies de mamíferos e entre as diferentes raças de uma mesma espécie. Porém, todas as espécies apresentam os mesmos componentes gerais em diferentes proporções (PRATA, 2001). Segundo OLIVEIRA et al. (2005) existe uma relativa uniformidade na composição do leite quando se comparam animais de uma mesma raça submetidos a dietas semelhantes.

As características físicas e químicas e sensoriais do leite podem ser alteradas devido a alguns fatores tais como: individuais (GUIMARÃES, 1989), fisiológicos (GONZÁLEZ, 2001), nutricionais (GRUMMER, 1991; JENSEN, 1995), ambientais (WALSTRA & JENNESS, 1987), genéticos (RODRIGUES, 2005), enfermidades (DÜRR, 2001), fraudes do produto, como por exemplo, adição de água, bicarbonato de sódio ou antibiótico. Dentre estes, a alimentação tem sido um fator preponderante na manipulação dos componentes do leite, principalmente em relação ao perfil lipídico, o qual implica diretamente no seu sabor e odor (PARK, 2001).

A saúde do animal tem efeito significativo sobre a produção de leite, assim a mastite, enfermidade da glândula mamária, causa diminuição na produção de leite, aumento no número de tratamentos clínicos e descarte prematuro de vacas (SHOOK, 1989; BEAUDEAU et al., 1993; LESCOURRET & COULON, 1994). Segundo BRITO & DIAS (1998), a interferência da mastite na qualidade do leite deve-se principalmente à redução dos teores de lactose e gordura, pois as proteínas totais permanecem relativamente estáveis (embora o teor de caseína decresça, os teores de albumina e imunoglobulinas aumentam).

Durante a mastite, os teores de lactose, gordura e caseínas são reduzidos e os de sais e enzimas (do sangue, tecido ou de células somáticas) aumentam, assim, o aumento de lipases causa elevação de ácidos graxos livres, responsáveis por sabor e aroma indesejáveis no leite (ARCURI, 2003).

5.1 Efeitos da alimentação na qualidade do leite

A alimentação tem sido um fator preponderante na manipulação dos constituintes do leite (GOETSCH et al., 2001), sendo responsável por aproximadamente 50% da variação do teor de gordura (SUTTON & MORANT, 1989; FREDEEN, 1996). Os teores de lactose e proteína variam pouco em função da dieta, mas pequenas mudanças são possíveis nos teores de proteína via maior ingestão lipídica (SUTTON, 1989).

GOETSCH et al. (2001) ressaltam que o efeito da dieta está diretamente associado às condições hormonais, tais como o efeito da insulina sobre os níveis de absorção da glicose e propionato, os quais podem modificar o *status* plasmático de glicose e a síntese de gorduras.

São inúmeras as variedades de alimentos que podem e são utilizados na alimentação de ruminantes, mas seu valor nutricional é determinado por uma complexa interação entre seus constituintes além da própria condição fisiológica do animal (MERTENS, 1994).

Vacas leiteiras nutridas com ervas desidratadas tiveram o aroma do leite suprimido devido à transmissão dos componentes do alimento ao produto (ANDO et al., 2001; BENDALL, 2001). Dessa forma, o leite de cabras leiteiras alimentadas pelo capim-limão pode ter uma diminuição do aroma muitas vezes indesejável (BANDA & PHIRI, 1990) pelo forte odor de limão presente na erva (IAC, 2007).

Por outro lado, o estágio de desenvolvimento da forragem afeta a concentração de ácidos graxos de cadeia longa (COULON et al., 2003). Estes autores observaram que quando os animais eram alimentados por pasto no estágio precoce de desenvolvimento os teores eram mais elevados, quando comparados ao estágio tardio. MOIO et al. (1996) observaram aroma desagradável no leite de ovelhas alimentadas com grãos quando comparado à alimentação com forragem, este aroma desagradável foi associado ao aumento da concentração de aldeídos.

Recentemente, MATSUSHITA et al. (2007) observaram alterações na composição de ácidos graxos do leite de cabras Saanen alimentadas com dietas enriquecidas com óleos vegetais. CHILLIARD et al. (2001) reportam que dietas contendo mais que 60% de silagem de milho, aumentaram 12 a 14% a concentração de

ácido mirísitico (C_{14:0}) e 30 a 34 % de ácido palmítico (C_{16:0}). Os mesmos autores citam ainda, um aumento de 6 a 11% de ácido esteárico (C_{18:0}) e 18 a 23% de ácido oleico (C_{18:1}), os quais são considerados desejáveis nutricionalmente.

Além disso, o efeito específico da natureza das forragens e seu modo de conservação (feno ou silagem) influenciam diretamente no sabor do leite e seus produtos. Os queijos produzidos com leite de vacas alimentadas com silagem são mais amarelados (em razão do teor de carotenoides serem mais elevados na silagem do que no feno) e tendem a um sabor mais amargo (COULON & PRIOLO, 2002).

Silagem de capim ou de milho, leguminosas e grãos fermentados são causas comuns de alterações indesejáveis de sabor e aroma no leite (ARCURI, 2003). Os componentes do aroma da silagem produzem no leite sabores e aromas diferentes (MORGAN & PEREIRA, 1962; SHIPE et al., 1962).

Acredita-se que vacas alimentadas com pasto e outros alimentos frescos (“verdes”) teriam menor expressão do sabor “oxidado” no leite quando comparado aos animais que receberam alimentos secos, como o feno (PANETTA, 1973; WILSON, 1993). Nos Estados Unidos quando o leite torna-se suscetível ao sabor “oxidado”, alguns produtores selecionam alimentações contendo altas concentrações de tocoferol (BRUHN et al., 1976).

O leite de cabras alimentadas com maior relação concentrado: volumoso apresentou um sabor indesejável (“off-flavour”) mais pronunciado, influenciado pela concentração de ácidos graxos no leite (EKNAES & SKEIE, 2006).

Portanto, a alimentação utilizada na dieta dos animais leiteiros deve ser rigorosamente selecionada de modo a garantir não somente os requerimentos nutricionais, mas também as características sensoriais do leite.

5.2 Influência do estresse sobre a qualidade do leite

O estresse é um fenômeno complexo que tem sido investigado sob diferentes perspectivas. A resposta ao estresse envolve a ativação do sistema nervoso autônomo, bem como a ativação do eixo hipotálamo-pituitária-adrenal (HPA), com consequente

aumento de catecolaminas e glicocorticoides, respectivamente (BISPO & LANZIOTTI, 1998).

Animais submetidos a manejos estressantes têm apresentado aumentos nas concentrações de cortisol e glicose sanguínea (DUVAUX-PONTER et al., 2003; NWE et al., 1996), relacionados à ativação do eixo hipotálamo-pituitária-adrenal, aumento da taxa de gliconeogênese e diminuição moderada da taxa de utilização de glicose pelas células. A produção imediata de glicose após o estresse pode advir da potencialização da glicogenólise, enquanto sua manutenção por períodos mais longos decorre da gliconeogênese de substratos, incluindo o lactato e aminoácidos (VIJAYAN et al., 1997).

O estresse pode promover alterações na composição do leite causando diminuição principalmente nos teores de sólidos totais, proteína e gordura (GONZÁLEZ & SILVA, 2003). Além disso, pode afetar o sistema imune dos animais devido à liberação de cortisol e catecolaminas (FAUCI, 1979; CRARY et al., 1983; LANDMANN et al., 1984), podendo, conseqüentemente, provocar aumento de perdas de células secretoras pelo úbere ocasionando elevação na contagem de células somáticas (CCS) no leite. Em vacas submetidas a manejos estressantes foi encontrado um aumento na contagem de células somáticas, com maior liberação de neutrófilos circulantes (YAGI et al., 2004).

Como resultado de mudanças hormonais observadas durante o estresse, lipídeos armazenados na forma de triglicerídeos são convertidos a glicerol e ácidos graxos pela lipólise. De fato, a lipólise estimulada pelo cortisol, catecolaminas e GH é inibida na presença de insulina (DESBOROUGH, 2000). Considerando que a glicemia tem sido utilizada como indicador de estresse, aumento nas concentrações de glicose pode inibir a lipólise e conseqüente produção de ácidos graxos de cadeia curta responsável pelo sabor do leite de cabra. Contudo, a adição de algumas ervas aromáticas na alimentação pode ser útil na diminuição do estresse por trazer benefícios ao bem-estar dos animais (HOSODA et. al., 2006).

6. Capim-limão (*Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf)

O capim-limão, capim-cidrô, capim-santo ou capim-cidreira (*Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf), como é popularmente conhecido, é uma gramínea perene, de porte alto, originário da Malásia, também cultivado em outros climas tropicais como Ásia, África, Índia e no Brasil, além de estar entre os 10 componentes do subgrupo especiarias de maior importância socioeconômica e financeira para as comunidades agrícolas paranaenses (SEAB/PR, 1999). Suas folhas são aromáticas exalando forte odor de limão, simples e ásperas nas duas faces (CORRÊA, 1984), têm um metro de altura, são verde-claras, lineares, alongadas, finamente estriadas com bordos lisos e cortantes (CORAZZA, 2002). Vegeta melhor nos solos areno-argilosos, solos demasiadamente secos quanto umidade em excesso são impróprios à cultura (CASTRO & RAMOS, 2003).

Esta espécie é cultivada principalmente para produção comercial de óleo essencial, conhecido internacionalmente como óleo de “lemongrass” e utilizado em alguns continentes como bebida isotônica. A essência é largamente empregada como agente aromatizante em perfumaria e cosmética por seu forte odor de limão e para obtenção do citral (com 70 a 80%; IAC, 2007), seu principal constituinte segundo Craveiro et al. citado por NASCIMENTO et al. (2003).

A qualidade do óleo é geralmente determinada pelo conteúdo de citral, o aldeído responsável pelo seu aroma (CORAZZA, 2002). O citral é uma mistura de isômeros, geranial (α -citral) e neral (β -citral) empregado em indústrias farmacêuticas (matéria-prima para síntese de β -ionona, utilizada como substância de partida para síntese de vitamina A), alimentícias (aromatização de sorvetes, bebidas, refrigerantes, confeitos) e cosméticas (perfumaria). É rapidamente absorvido pelo trato gastrointestinal e metabolizado, sendo excretado pela urina (DILIBERTO et al., 1988).

O capim-limão possui atividade anti-helmíntica (KOKATE & VARMA, 1971), antibacteriana (CIMANGA et al., 2002), antifúngica (SCHUCK et al., 2001), inseticida (RAJAPAKSE & VAN EMDEN, 1997), diurética (GÁLVEZ et al., 1998), anticarcinogênica (PUATANACHOKCHAI et al., 2002), anti-reumática (Braga, 1960 citado por KOSHIMA et al., 2006); ação calmante e espasmolítica comprovada,

atribuída à presença do citral, considerando-se a atividade analgésica devida ao mirceno (MATOS, 2000); além de comprovado efeito larvicida (FIGUEIREDO, 2002) e bactericida contra *Staphylococcus aureus* e *Escherichia coli* (SCHUCK et al., 2001), com conseqüente formação do halo de inibição para estes dois microrganismos (PEREIRA et al., 2008).

As principais moléculas que possuem propriedade antibacteriana e antifúngica comprovada são o carvacrol, timol, eugenol, todos do grupo dos fenóis, alcoóis monoterpênicos como linalol, geraniol, terpineol e mentol e aldeídos, tais como citral, geranial, citronelal, culminal (TESKE & TRENTINI, 1997).

Trabalhos recentes têm explorado ações desconhecidas do capim-limão, como atividade depressora do Sistema Nervoso Central com potencial anticonvulsivante (SILVA et al., 2010), e diminuição da pressão arterial (BASTOS et al., 2010).

Imediatamente após ingestão, a maior parte dos óleos essenciais é absorvida pelo sangue, o pico normalmente ocorre após 20 min. O destino principal dos óleos é o fígado, que metaboliza os componentes por intermédio de enzimas (GROSSMAN, 2005). O mesmo autor cita que como molécula hidrossolúvel, o principal componente do capim-limão, o citral, tende a permanecer mais tempo circulando no sangue e músculos, sendo, em seguida, destinada aos rins, onde será excretada pelo trato urinário.

Humanos com altas concentrações de colesterol obtiveram diminuição significativa quando tratados com óleo extraído de capim-limão (ELSON et al., 1989), ressaltando as qualidades terapêuticas desta erva. Contudo, HOSODA et al. (2006) trabalhando com o capim-limão na alimentação de vacas leiteiras observaram aumento significativo na ingestão de matéria seca quando comparado ao tratamento controle, entretanto, não foram observadas alterações metabólicas ou hormonais significativas.

O capim-limão, apesar de raramente utilizado na alimentação animal, possui atributos que podem ser úteis na produção de cabras leiteiras, pelas características sensoriais, físicas e químicas, e terapêuticas relatadas, podendo influenciar o sabor do leite. Contudo, alguns trabalhos realizados em outras espécies (ELSON et al., 1989;

HOSODA et al., 2006) apresentaram resultados contraditórios não sendo conclusivos sobre o potencial efeito do capim-limão.

6.1 Influência do capim-limão (*Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf) nos metabólitos plasmáticos

É atribuído ao capim-limão ação sobre as concentrações de colesterol (ELSON, et al., 1989), estes mesmos autores observaram em alguns estudos com a espécie humana diminuição significativa do colesterol total quando tratados com óleo extraído de capim-limão e alterações nas concentrações plasmáticas deste metabólito em vacas Holandesas alimentadas com capim-limão (HOSODA et al., 2006) ressaltando as qualidades terapêuticas desta erva. O colesterol é o principal precursor para a síntese de hormônios esteroides e encontra-se prontamente disponível às células produtoras destes, pois é armazenado em grandes quantidades, na forma de éster, nas gotículas lipídicas destas células (SEJIAN & SRIVASTAVA, 2010).

O colesterol nos animais pode ser tanto de origem exógena, proveniente dos alimentos, como endógena, sendo sintetizado, a partir do acetil-CoA, no fígado, nas gônadas, no intestino, na glândula adrenal e na pele; sendo que as concentrações de colesterol plasmático é indicador adequado do total de lipídeos no plasma, pois corresponde a aproximadamente 30% do total (GONZÁLEZ & SCHEFFER, 2003). Deste modo, a substituição parcial ou total desta erva na dieta de caprinos leiteiros pode ser útil na diminuição do colesterol plasmático destes animais.

Da mesma forma, embora poucos trabalhos tenham citado o possível efeito prejudicial do capim-limão, elevadas doses do extrato alcoólico dessa planta administrado em ratos causou efeito hepatotóxico e nefrotóxico (GUERRA et al., 2000). O comprometimento da função hepática causa diminuição sanguínea de colesterol, albumina e glicose (GONZÁLEZ, 2000) e variações importantes e significativas nas concentrações de creatinina e ureia plasmática (MALFARÁ et al., 2005).

Assim, a avaliação destes metabólitos no plasma e soro pode ser útil no monitoramento da saúde metabólica dos animais. As proteínas no plasma, globulina, albumina e fibrinogênio são sintetizadas no fígado e adicionadas à corrente sanguínea

enquanto passa pelos capilares hepáticos. A globulina é importante na resposta imune do organismo. A classe de proteínas plasmáticas chamadas de albumina tem baixa afinidade por hormônios esteroides, mas têm alta capacidade para transporte de esteroide por causa de sua alta concentração no plasma (CUNNINGHAM & KLEIN, 1993).

A albumina é a proteína mais abundante no plasma, perfazendo cerca de 50% do total de proteínas, sendo que concentrações diminuídas de albumina no soro podem ser indicadores de falha hepática (DRIEMEIER et al., 1999). O fígado é o responsável por sintetizar e secretar a albumina sérica. A diminuição desta importante proteína sanguínea diminui a pressão oncótica do sangue (CUNNINGHAM & KLEIN, 1993).

A creatinina plasmática é derivada praticamente em sua totalidade, do catabolismo da creatina presente no tecido muscular. A creatinina (anidrido da creatina) é formada no músculo a partir creatina fosfato (MURRAY et al., 1998), sendo liberada no plasma em taxas relativamente constantes (AIRES, 2008). A creatinina sérica aumentada é indicativa de baixa filtração glomerular. A creatina é um metabólito utilizado para armazenar energia no músculo, na forma de fosfocreatina. A excreção de creatinina só se realiza por via renal, uma vez que ela não é reabsorvida nem reaproveitada pelo organismo. Por isso, concentrações altas de creatinina plasmática indicam uma deficiência na funcionalidade renal (GONZÁLEZ & SCHEFFER, 2003) e refletem a taxa de filtração renal.

A ureia é o produto final do metabolismo proteico em mamíferos, excretada primariamente por meio da filtração glomerular, sendo formada no fígado. Também se encontra dissolvida no plasma. A produção de ureia hepática provém de duas fontes: nitrogênio proveniente da desaminação de aminoácidos endógenos e nitrogênio absorvido como amônia a partir do rúmen. A ureia é sintetizada no fígado a partir da amônia proveniente do catabolismo dos aminoácidos e da reciclagem de amônia do rúmen (GONZÁLEZ & SCHEFFER, 2003).

A fosfatase alcalina é empregada para avaliar diversas patologias como cirrose, obstrução biliar intra e extra-hepática, tumor primário ou metastático do fígado, tumor metastático do osso, recuperação de fraturas ósseas, doença de Paget,

hiperparatireoidismo, fases de crescimento normal dos ossos, hipotireoidismo, hipofosfatemia, desnutrição e doença celíaca.

A glicose é espontaneamente filtrada pelo glomérulo e, em condições normais, é inteiramente reabsorvida pelo túbulo proximal. Conforme a concentração plasmática de glicose aumenta, ocorre elevação desta substância no filtrado glomerular. Quando esta concentração excede a capacidade de reabsorção do túbulo proximal, a glicose surge na urina e atua como um agente osmótico, aumentando o volume de urina excretado (CUNNINGHAM & KLEIN, 1993).

Embora o óleo essencial “lemongrass” tenha sido considerado seguro para uso alimentar em humanos pelo FDA (Food and Drug Administration) (GROSSMAN, 2005), ainda não se sabe o efeito de altas concentrações do capim-limão na dieta de animais, se podem interferir na saúde hepática e renal. Assim, a avaliação plasmática da fosfatase alcalina, ureia, albumina e creatinina podem ser úteis no esclarecimento destas questões.

7. Cortisol

O cortisol é um hormônio glicocorticoide produzido pelo córtex da adrenal e dependente da ligação às proteínas plasmáticas para ser transportado no sangue, além de essencial à vida pelo papel no metabolismo glicídico e proteico. Circula no plasma nas formas ligado à proteína e livre; a fração não ligada ou livre constitui cerca de 8% do cortisol plasmático total e representa a fração ativa deste (MURRAY et al., 1998). Sua síntese e liberação são estimuladas, fundamentalmente pelo hormônio adrenocorticotrófico (ACTH).

O cortisol, como todos os glicocorticoides, é hiperglicemiante, determina o aumento da liberação hepática de glicose estimulando as enzimas que participam da via neoglicogênica. A meia-vida de depuração é de cerca de 60 minutos (SHAMAY et al., 2000).

Existem diversos fatores que influenciam a secreção de cortisol, muitos ainda não estão bem esclarecidos. Porém, um importante e conhecido fator estimulante da liberação de cortisol na corrente sanguínea relaciona-se ao estresse. Qualquer

condição que cause estresse físico (lesões teciduais diversas, como fraturas, entorses, contusões musculares, traumas, queimaduras), dor, infecções, fome, sofrimento e outros, estimula o hipotálamo a secretar o fator de liberação da corticotropina (CRF). Este fator estimula a hipófise anterior a aumentar a secreção do hormônio adrenocorticotrófico (ACTH) (Figura 1). O ACTH estimula o córtex da adrenal a aumentar a secreção de cortisol, que inicia uma série de efeitos metabólicos propiciando aos tecidos lesados condições necessárias para que os mesmos se restabeleçam (GUYTON & HALL, 2006; PAPES, 2010).

Porém, o cortisol também pode apresentar efeitos de “feedback” negativo, no qual as concentrações aumentadas do hormônio resultam em menor produção do mesmo, normalmente por meio de interação com o hipotálamo ou glândula hipófise para manutenção de um ambiente relativamente constante (CUNNINGHAM & KLEIN, 1993). Isto é, quando a concentração de cortisol torna-se muito elevada, os processos de “feedback” automaticamente reduzem o ACTH para um nível de controle (GUYTON, & HALL, 2006).

Os efeitos da concentração aumentada de cortisol ocorrem em todo o organismo, no fígado promove aumento na síntese de proteínas com conseqüente aumento na quantidade de proteínas plasmáticas, aumenta a mobilização de ácidos graxos dos tecidos adiposos e a utilização das gorduras pelas células para produção de energia (HILL, 2004). As células hepáticas metabolizam o cortisol irreversivelmente em produtos de excreção (SWENSON & REECE, 1996). Nos rins, o cortisol aumenta a taxa de filtração glomerular por diminuição da resistência pré-glomerular e aumento do fluxo sanguíneo, diminui a secreção do hormônio antidiurético e a sua ação nos túbulos renais (SAUNDERS, 1973).

Deste modo, a dosagem de metabólitos sanguíneos pode ser uma alternativa para avaliação dos efeitos do cortisol no metabolismo do organismo animal. Para estimulação da liberação de cortisol, a administração exógena de ACTH é uma alternativa utilizada na indução de respostas desencadeadas pelo estresse em animais (HAUSSMANN et al., 2000).

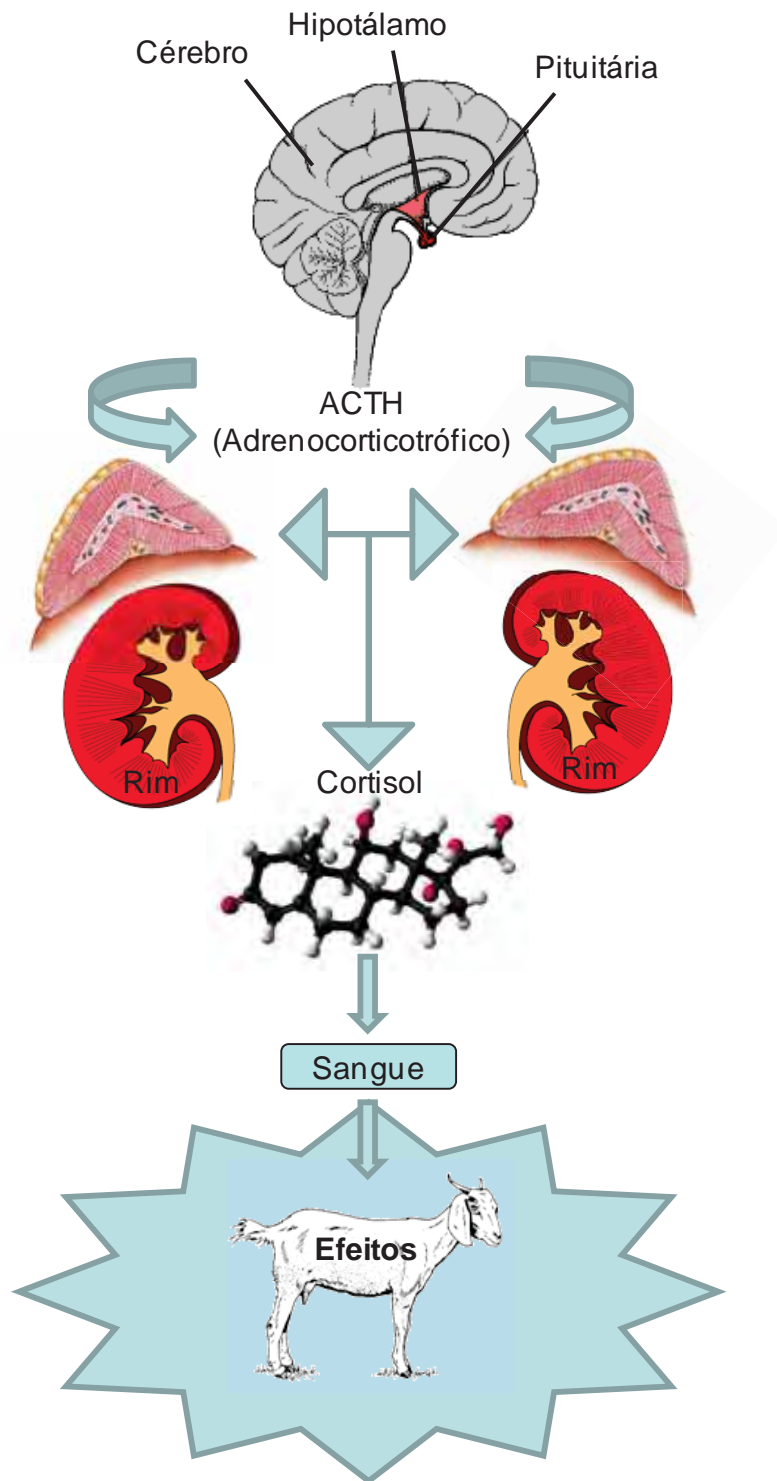


Figura 1. Mecanismo de ação do hormônio adrenocorticotrófico.

8. Sabor

O critério de maior importância na aceitação de um produto pelo consumidor é o sabor (KUHN et al., 2006). Sabor ou “flavour” é a experiência mista, mas unitária, de sensações olfativas, gustativas e táteis percebidas durante a degustação, influenciada pelos efeitos táteis, térmicos, dolorosos e/ou sinestésicos, enquanto o termo “off-flavour” refere-se ao sabor estranho e desagradável (ABNT, 1993). A percepção das características sensoriais de um alimento ocorre via ativação de estímulos sensoriais enviados ao cérebro pelo sistema nervoso. Em geral, o termo sabor implica na percepção integrada de sensações olfativas, gustativas e táteis percebidas durante a degustação. O aroma é uma propriedade sensorial perceptível pelo órgão olfativo retronasal durante a mastigação, já o odor é percebido quando certas substâncias voláteis são aspiradas (FERREIRA et al., 2000; FARIA & YOTSUYANAGI, 2002).

Ainda que se possa analisar por métodos eletrônicos (nariz eletrônico e língua eletrônica) complexos o “flavour” de um alimento, como esta característica apresenta uma deficiente interpretação instrumental, é necessária a utilização da análise sensorial como recurso.

Alguns sabores são originados dos constituintes provindos dos alimentos e do rúmen (JOBLIN & HUDSON, 2001). Entretanto, o sabor do leite pode ser controlado pela utilização de ervas na alimentação de vacas leiteiras (ANDO et al., 2001).

Os compostos do sabor encontrados na gordura do leite incluem aldeídos, metilcetonas, ácidos graxos, ésteres, lactonas e compostos sulfúricos (DIMICK et al., 1969; WALKER et al., 1977; STARK et al., 1978; FORSS, 1979; KEEN, 1996) e podem ser originados da absorção de certas moléculas presentes na alimentação, do metabolismo no rúmen, ou da flora microbiana antes do processamento, pelo tratamento térmico e formado durante estocagem (CALVO & DE LA HOZ, 1992).

O leite de cada espécie possui sabor e aroma (“flavour”) próprios, de caráter inconfundível e único, conferido pelos seus constituintes (ARCURI, 2003), sendo o atributo mais importante que determina sua aceitabilidade pelo consumidor devendo ser

produzido sob circunstâncias que proporcione um sabor agradável desde a retirada do úbere até a prateleira.

8.1 Sabor do leite de cabra

O “flavour” está associado à composição lipídica do leite, sendo responsável pelo sabor e odor característico do leite de cabra (DAY, 1966; FETT & LUIZ, 1998), particularmente sob a forma de ácidos graxos de cadeia curta, responsáveis pela rejeição do mesmo (BOYAZOGLU & MORAND-FEHR et al., 2001).

Embora para a produção de queijo possa ser uma vantagem, o sabor e odor do leite de cabra para consumo “in natura” é indesejável (SKJEVDAL, 1979; MANYENGA, 1987; SOUZA NETO et al., 1987; MORGAN & GABORIT, 2001). BANDA & PHIRI (1990) citam ainda que o leite caprino é pouco consumido no mundo, sendo o sabor um dos três primeiros fatores responsáveis pela rejeição do produto.

McGUGAN et al. (1968) apontam o éster tetradecanoato de isopropila como o responsável pelo sabor caprino, enquanto JAUBERT et al. (1996), FRIEDRICH & ACREE (1998) citam os ésteres butanoato de etila e hexanoato de etila como compostos responsáveis pelo odor característico do leite caprino. QUEIROGA et al. (2005) identificaram 128 compostos voláteis no leite de cabras, com um perfil constituído, principalmente, pelas classes dos ésteres, alcoóis, aldeídos, hidrocarbonetos, ácidos carboxílicos e cetonas.

JAUBERT et al. (1996) estudando características químicas e sensoriais do leite caprino de quarenta rebanhos Saanen na França, concluíram que a intensidade do sabor varia significativamente em função do estágio de lactação e também em função do maior conteúdo de gordura, contagem de células somáticas e elevado teor de ácidos graxos livres. Os mesmos autores observaram ainda que os fatores: pH, acidez e concentração proteica do leite não apresentaram influência nos atributos sensoriais. Porém, as propriedades nutricionais da dieta alteram o sistema lipídico e conseqüentemente o sabor do leite de cabra (CHILLIARD et al., 2003).

9. Análise sensorial

A análise sensorial é uma disciplina científica utilizada para evocar, medir, analisar e interpretar reações às características dos alimentos e materiais como são percebidas pelos sentidos da visão, olfato, gosto, tato e audição (ABNT, 1993).

Calcula-se que 80% do sabor advêm do aroma (sensibilização das células olfativas) e não do paladar (sensibilização das células gustativas) (GROSSMAN, 2005).

Avaliar um produto sensorialmente faz parte do dia-a-dia das pessoas que o fazem naturalmente desde crianças, quando aceitam ou rejeitam um alimento ou quando preferem um produto de uma determinada marca sobre outra pelas suas características sensoriais (FERREIRA, 2000).

Os métodos utilizados na avaliação sensorial podem ser agrupados em analíticos e afetivos. Os testes afetivos são os mais utilizados na indústria para avaliação do “status afetivo” dos consumidores. E para isso utiliza-se a escala hedônica (relativa ao gostar e desgostar) que apresenta as seguintes vantagens em relação aos outros: ampla faixa de aplicação requerendo menos tempo para a avaliação, procedimentos mais interessantes e de fácil compreensão para o provador que poderá até ser inexperiente e pode ser utilizado com um grande número de estímulos sensoriais (COSTA et al., 2003).

O Teste de aceitação pode ser aplicado para predizer a aceitabilidade do produto. A determinação da aceitação pelo consumidor é de grande importância para o desenvolvimento ou melhoramento de produtos. As melhores escalas hedônicas utilizadas neste teste são as balanceadas, uma vez que apresentam igual número de categorias positivas e negativas (FERREIRA, 2000).

De fato, a importância de se avaliar os alimentos sensorialmente é de proporcionar ao consumidor prazer em consumir o produto, para ser aceito no mercado e, finalmente, se tornar um hábito alimentar. Com isso, a avaliação sensorial se torna um suporte técnico tanto para a pesquisa, quanto para a indústria e o marketing (LONGO, 2006).

Diante deste contexto, sob-hipótese de que o perfil de ácidos graxos do leite de cabra pode ser alterado pela adição de capim-limão (*Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf)

na dieta, tornando-o mais aceito pelo consumidor e que o estresse altera o perfil de ácidos graxos do leite de cabras, favorecendo o aparecimento de “off-flavour” (sabor indesejável), os objetivos deste trabalho foram avaliar o perfil hematológico e bioquímico, a produção, a composição física, química, sensorial, a qualidade e o perfil de ácidos graxos do leite de cabras Saanen alimentadas com diferentes porcentagens de inclusão de capim-limão (*Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf) e submetidas ou não ao estresse fisiológico (induzido pela administração de ACTH).

CAPÍTULO 2 – PERFIL HEMATOLÓGICO E BIOQUÍMICO DE CABRAS SAANEN ALIMENTADAS COM CAPIM-LIMÃO (*Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf)

RESUMO – Este estudo foi conduzido com o objetivo de avaliar a influência de quatro porcentagens de inclusão de capim-limão (*Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf) na dieta de cabras lactantes sobre os parâmetros hematológicos (hemograma) e bioquímicos (albumina, creatinina, ureia, fosfatase alcalina, glicose, colesterol, HDL). Foram utilizadas 44 cabras Saanen, não gestantes aos 75 dias de lactação, em média, homogêneas quanto à idade (3 anos \pm 2 meses), peso total (59,17 \pm 2,69 kg), escore da condição corporal (3,0 \pm 0,5) e produção diária de leite (2,58 \pm 0,27 kg). Os animais foram mantidos em sistema de confinamento em quatro baias experimentais coletivas (11 cabras/baia) sob condições climáticas e estruturais semelhantes. As quatro dietas utilizadas com relação volumoso:concentrado de 53:47, foram fornecidas uma vez ao dia após a ordenha durante 86 dias. Foram compostas pela substituição da silagem de milho pelo capim-limão: T1 controle (concentrado + 100% de silagem de milho), T2 (concentrado + 66,5% de silagem de milho + 33,5% de capim-limão), T3 (concentrado + 33,5% de silagem de milho + 66,5% de capim-limão) e T4 (concentrado + 100% de capim-limão). As colheitas de sangue foram realizadas antes da ordenha e da alimentação diária, as colheitas de leite foram realizadas no momento da ordenha (manhã). Observou-se efeito quadrático no consumo de matéria seca conforme a adição de capim-limão. Consequentemente, o consumo dos demais nutrientes apresentou a mesma tendência. Não houve interação entre tempo (antes e após alimentação com capim-limão) e o hemograma. Discreta diminuição na série vermelha do sangue foi observada nos animais alimentados com o capim-limão, porém, os valores mantiveram-se no intervalo normal de referência. Os leucócitos do sangue não foram alterados pela adição de capim-limão à dieta. O ganho em peso e a produção de leite foram maiores para os tratamentos com 66,5 e 100% de capim-limão. Embora tenha havido alteração nos parâmetros bioquímicos de glicose, colesterol, creatinina e ureia na primeira semana de alteração da dieta, os valores retornaram ao considerado

controle a partir da segunda semana. De acordo com os resultados do hemograma e bioquímicos obtidos pode-se inferir que o capim-limão não apresenta efeito nefrotóxico nem hepatotóxico.

Palavras-Chave: caprino, glicose, hemograma, leucócitos, sangue, ureia

1. Introdução

O leite de cabra apresenta elementos importantes à nutrição humana, como maior digestibilidade (COSTA, 2007) e menor potencial alergênico que o leite de vaca, além de um perfil de ácidos graxos menos aterogênicos que o leite bovino (SANTOS et al., 2008).

A alimentação tem sido um fator preponderante na manipulação dos constituintes do leite (GOETSCH et al., 2001), sendo responsável por aproximadamente 50% da variação do teor lipídico (SUTTON & MORANT, 1989; FREDEEN, 1996). A nutrição está diretamente associada à composição bioquímica do sangue, que reflete de maneira confiável o equilíbrio entre o ingresso, o egresso e a metabolização dos nutrientes nos tecidos animais (GONZÁLEZ et al., 2000). Rebanhos que utilizam dietas deficitárias ou com excessivo aporte proteico apresentam, respectivamente, valores baixos e altos de ureia no sangue (WITTWER, 2000).

Nos últimos anos, tem-se aumentado o interesse na utilização de produtos naturais na alimentação animal (WALLACE, 2002). A adição de ervas aromáticas na alimentação dos animais leiteiros pode ser útil no aumento do consumo proporcionando um incremento na produção leiteira, além de possível modificação sensorial do leite (ANDO et al., 2001; BENDALL, 2001).

O capim-limão (*Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf) é uma destas ervas de interesse. Planta medicinal aromática, tropical, pertencente à família Poaceae, originária da Índia (FIGUEIREDO et al., 2006), se constitui em uma erva perene, que forma touceiras compactas e robustas de até 1,2m de altura, com rizoma semi-subterrâneo (COSTA et al., 2005), tendo o citral como principal composto. A essência do óleo de capim-limão, conhecida internacionalmente como “lemongrass”, é largamente empregada como agente aromatizante na indústria de perfumarias e cosméticos por seu forte odor de limão. O citral é utilizado pela indústria química como material de partida para síntese de iononas e vitamina A (FIGUEIREDO et al., 2006) e também possui atividades anti-helmíntica, antibacteriana, antifúngica, inseticida (FIGUEIREDO et al., 2006), diurética, hipocolesterolêmica (ELSON et al., 1989; HOSODA et al.,

2006), anti espasmódica (FERREIRA, 1984) e anticarcinogênica, sendo estas propriedades atribuídas aos óleos voláteis α -citral, β -citral e mirceno, presentes no capim-limão (ALMEIDA et al., 2003). O capim-limão também é utilizado com finalidades agrônômicas para composição de cercas-vivas e na contenção de encostas para evitar a erosão (COSTA, 2005).

No entanto, embora os caprinos sejam mais resistentes à toxicidade de arbustos e poucos trabalhos tenham citado o possível efeito prejudicial do capim-limão, elevadas doses do extrato alcoólico dessa planta administrado em ratos causou efeito hepatotóxico e nefrotóxico (GUERRA et al., 2000). O comprometimento da função hepática e renal causa diminuição sanguínea de colesterol, albumina e glicose (GONZÁLEZ, 2000) e variações importantes e significativas nas concentrações de creatinina e ureia plasmática (MALFARÁ et al., 2005), além de redução da hemoglobina e hematócrito (CHANG et al., 2002). Assim, a avaliação destes metabólitos no plasma pode ser útil no monitoramento da saúde dos animais.

Como exame complementar, o hemograma assume fundamental importância nos diagnósticos de enfermidade que provocam sérios problemas sanitários ao rebanho e refletem na produtividade (MARÇAL, 1989). Os índices hematimétricos podem variar de acordo com a espécie, raça (KRISHNAN & VISVANATHAN, 1965), sexo (CASTRO et al., 1977), idade (SOMVANSHI et al., 1986), condições fisiológicas (JAIN, 1993), estado sanitário (FIELDING et al., 2006), alimentação (EDJTEHADI, 1978), genética (DAYENOFF et al., 2002), condições ambientais e locais, como altitude e relevo (BHALLA et al., 1966).

Deste modo, o objetivo deste trabalho foi estudar os efeitos de diferentes porcentagens de inclusão de capim-limão na dieta de cabras em lactação sobre os parâmetros hematológicos e bioquímicos.

2. Material e Métodos

O experimento foi conduzido durante os meses de setembro a novembro de 2009, na Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos (FZEA/USP-

Pirassununga, São Paulo, Brasil), latitude 21° 58' 93" sul, longitude 47° 26' 00" oeste e altitude de 623 metros. Durante o período experimental as médias climáticas de temperatura ($23,0 \pm 0,15$ °C), sensação térmica ($25,4 \pm 0,3$ °C), radiação solar ($195,7 \pm 13,8$ W m⁻²), umidade relativa ($83,5 \pm 0,5\%$), velocidade do vento ($3,0 \pm 0,1$ km h⁻¹) e pluviosidade total (39,8 mm) foram coletadas da estação meteorológica Campbell Scientific modelo 21X (L).

Foram utilizadas 44 cabras Saanen, não gestantes, consideradas clinicamente sadias, tratadas com vermífugo, pulverizadas contra ectoparasitas e imunizadas contra tétano, em média aos 75 dias de lactação, homogêneas quanto à idade (3 anos \pm 2 meses), peso total ($59,17 \pm 2,69$ kg), escore da condição corporal ($3,0 \pm 0,5$) (MORAND- FEHR & HERVIEUR, 1999) e produção diária de leite ($2,58 \pm 0,27$ kg). Os animais foram mantidos em sistema de confinamento em quatro baias experimentais coletivas (11 cabras/baia) semelhantes quanto às condições climáticas e estruturais. As baias eram compostas por uma área coberta com piso ripado, aonde se alojavam o saleiro e os cochos e um solário com os bebedouros, mantendo-se durante todo o experimento uma área individual de 3,6 m².

Foram utilizadas quatro dietas com relação volumoso:concentrado de 53:47 expresso na matéria seca. A avaliação bromatológica dos ingredientes e da dieta encontra-se nas Tabelas 1 e 2, respectivamente.

Tabela 1. Avaliação bromatológica dos ingredientes das dietas dos animais alimentados com capim-limão (*Cymbopogon citratus* (D.C.) Stapf)

Ingredientes	Composição química ¹										
	MS	MM	PB	FB	EE	ENN	FDA	FDN	NDT	CNF	CT
Silagem de milho (US\$ 0,22/kg)	39,62	4,20	10,43	15,29	3,67	66,41	19,96	36,76	73,35	49,14	81,70
Capim-limão (US\$ 6,80/kg)	97,15	6,29	10,33	21,87	3,71	57,8	31,45	64,88	64,40	21,08	79,67
Milho moído (US\$ 0,65/kg)	88,10	1,20	9,05	2,90	3,90	82,95	4,62	14,91	85,30	72,14	85,85
Farelo de soja (US\$ 1,84/kg)	87,64	5,35	51,11	7,10	1,89	34,55	11,58	14,28	79,88	32,72	41,65
Óleo de soja (US\$ 3,76/kg)	99,00	.	.	.	5,65	.	.	.	.	.	.
Núcleo mineral ² (US\$ 3,06/kg)	97,64	87,31	.	.	.	.	.	.	.	.	.

¹Os resultados estão expressos na matéria seca a 100%; ²Composição por kg do produto: Cálcio (Ca) 240 g, Fósforo (P) 80 g, Sódio (Na) 20 g, Enxofre (S) 15 g, Magnésio (Mg) 18 g, Cromo (Cr) 13 mg, Ferro (Fe) 2600 mg, Zinco (Zn) 5040 mg, Manganês (Mn) 4560 mg, Flúor (F) 800 mg, Iodo (I) 90 mg, Selênio (Se) 30 mg, Cobalto (Co) 90 mg, Cobre (Cu) 1520 mg; Vitamina A 420000 UI kg⁻¹, Vitamina D 120000 UI kg⁻¹, Vitamina E 2400 mg.³Os resultados estão expressos na matéria seca a 100%; MS (matéria seca); MM (matéria mineral); PB (proteína bruta); FB (fibra bruta); EE (extrato etéreo); ENN (extrativo não nitrogenado); FDA (fibra em detergente ácido); FDN (fibra em detergente neutro livre de cinzas); NDT (nutrientes digestíveis totais); CNF (carboidratos não fibrosos); CT (carboidratos totais).

As quatro dietas foram fornecidas uma vez ao dia após a ordenha e balanceadas para atender as exigências de manutenção e lactação de cabras, segundo AFRC (1993), cuja variação foi a substituição da silagem de milho pelo capim-limão: T1 controle (concentrado + 100% de silagem de milho), T2 (concentrado + 66,5% de silagem de milho + 33,5% de capim-limão), T3 (concentrado + 33,5% de silagem de milho + 66,5% de capim-limão) e T4 (concentrado + 100% de capim-limão). O concentrado composto por milho moído, farelo de soja, núcleo mineral e óleo de soja, foi fornecido peletizado juntamente com o capim-limão para as dietas 2, 3 e 4 de acordo com as porcentagens estipuladas. Os "pellets" tinham em torno de 20 mm de comprimento e 4 mm de diâmetro e foram peletizados a temperatura de 60 °C. Em seguida, foram secos ao sol durante 8h a uma temperatura média de 31,6 °C e umidade relativa de 32%, posteriormente foram estocados para o arraçãoamento dos animais. Quando houve adição de silagem de milho às dietas, esta foi administrada *in natura*.

Tabela 2. Composição de nutrientes e avaliação bromatológica das dietas dos animais alimentados com capim-limão (*Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf)

Ingredientes	Dietas			
	T1 (0%) ¹ (controle)	T2 (33,5%)	T3 (66,5%)	T4 (100%)
	(% de inclusão da dieta)			
Silagem de milho	53,20	35,38	17,82	0,00
Capim-limão	0,00	17,82	35,38	53,20
Milho moído	30,40	30,40	30,40	30,40
Farelo de soja	12,17	12,17	12,17	12,17
Núcleo mineral ²	2,13	2,13	2,13	2,13
Óleo de soja	2,10	2,10	2,10	2,10
Composição química (%) ³	(% da MS)			
MS	62,68	72,94	83,04	93,29
MM	5,26	5,63	6,00	6,37
PB	14,52	14,50	14,48	14,47
EE	3,49	3,49	3,50	3,51
ENN	64,75	63,22	61,71	60,17
FDA	13,43	15,48	17,50	19,55
FDN	25,83	30,84	35,78	40,79
NDT	74,68	73,08	71,51	69,91
CNF	52,06	47,05	42,13	37,13
CT	74,63	74,27	73,91	73,55
Ácidos graxos	(g 100g ⁻¹ de ácido graxo)			
C _{14:0}	0,23	0,46	0,69	0,93
C _{16:0}	10,55	10,84	11,13	11,43
C _{18:0}	2,44	2,43	2,42	2,40
C _{18:1 cis}	13,34	11,55	9,78	7,98
C _{18:2 (n-6)}	28,10	26,13	24,19	22,22
C _{18:3 (n-3)}	3,24	5,14	7,01	8,91

¹% de inclusão de capim-limão na dieta. ²Composição por kg do produto: Cálcio (Ca) 240 g, Fósforo (P) 80 g, Sódio (Na) 20 g, Enxofre (S) 15 g, Magnésio (Mg) 18 g, Cromo (Cr) 13 mg, Ferro (Fe) 2600 mg, Zinco (Zn) 5040 mg, Manganês (Mn) 4560 mg, Flúor (F) 800 mg, Iodo (I) 90 mg, Selênio (Se) 30 mg, Cobalto (Co) 90 mg, Cobre (Cu) 1520 mg; Vitamina A 420000 UI kg⁻¹, Vitamina D 120000 UI kg⁻¹, Vitamina E 2400 mg.³Os resultados estão expressos na matéria seca a 100%; MS (matéria seca); MM (matéria mineral); PB (proteína bruta); FB (fibra bruta); EE (extrato etéreo); ENN (extrativo não nitrogenado); FDA (fibra em detergente ácido); FDN (fibra em detergente neutro livre de cinzas); NDT (nutrientes digestíveis totais); CNF (carboidratos não fibrosos); CT (carboidratos totais).

O capim-limão utilizado neste estudo foi obtido de uma propriedade rural de Cajuru/SP, com corte realizado após 90 dias de plantio. O consumo e as pesagens das

quantidades dos volumosos e concentrados fornecidos foram mensurados diariamente. O consumo diário dos animais foi estimado em 3,5% do peso vivo em matéria seca, para que houvesse sobra diária de 15%, sendo monitorado diariamente. Os resultados foram expressos em estimativas das médias do consumo de nutrientes no período de colheitas. A água e o suplemento mineral foram fornecidos a vontade. A exsiccata da amostra do material vegetal de *Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf foi depositada no herbário do Instituto Agrônômico de Campinas sob o número IAC 45335.

Amostras das dietas e dos ingredientes foram separadas para as análises bromatológicas, pesadas e levadas à estufa em circulação forçada a 65 °C, até peso constante, para determinação da produção de matéria seca. Posteriormente, o material foi moído em moinho Willey para determinações de MS (matéria seca), MM (matéria mineral), EE (extrato etéreo) e estimado o teor de ENN (extrativo não nitrogenado) (AOAC, 1980), proteína bruta segundo método micro-Kjeldahl (AOAC, 1980), FDN e FDA (GOERING & VAN SOEST, 1970). Os nutrientes digestíveis totais (NDT), os carboidratos totais (CT) e carboidratos não fibrosos (CNF) foram calculados, respectivamente: $\%NDT = [88,9 - (0,779 * FDA\%)]$ (PATTERSON, 2000); $\%CT = 100 - (\%PB + \%EE + \%MM)$ (SNIFFEN et al., 1992) e $\%CNF = 100 - (\%PB + \%EE + \%FDN + \%MM)$ (VAN SOEST et al., 1991).

O período experimental foi de 86 dias. As colheitas para o hemograma e para as análises bioquímicas seguiram o esquema da Figura 1.

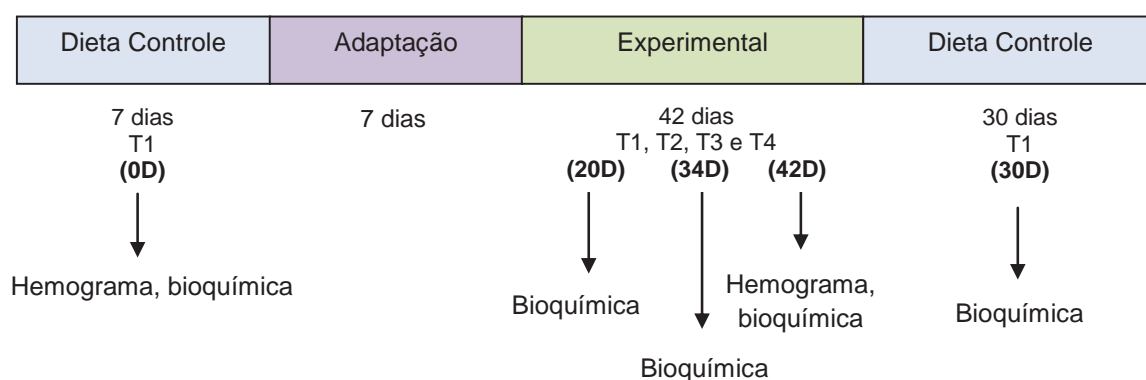


Figura 1. Esquema das colheitas das análises para o hemograma e análises bioquímicas das cabras antes (0D, quando todos animais alimentaram-se da dieta controle T1), durante (20D, 34D, 42D) e no retorno à dieta padrão (30D, quando todos animais retornaram à alimentação com a dieta

controle T1) de acordo com diferentes porcentagens de inclusão de capim-limão (*Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf) na dieta.

Foram realizadas cinco colheitas de sangue, no momento da ordenha e antes da alimentação, da seguinte forma: 1^a, sete dias antes da adaptação da dieta com capim-limão, quando todos os grupos foram alimentados com silagem de milho (0D, T1); 2^a, 14 dias após a adaptação (20D); 3^a, 14 dias após a segunda colheita (34D); 4^a, sete dias após a terceira colheita (42D) e 5^a, 30 dias após a 4^a colheita, quando todos os grupos voltaram à alimentação com silagem de milho (30D, T1).

As fêmeas foram ordenhadas uma vez ao dia, sempre às 6h00 em sistema de ordenha mecânica paralela. A ordenhadeira (Westfalia Surge), com seis conjuntos de teteiras foi regulada para manter 120 pulsações por minuto com vácuo ajustado a 44 kPa.

A produção de leite foi medida diariamente e a pesagem, semanalmente, desde a cobertura dos animais até o final do período experimental.

Amostras de 4 mL de sangue, para avaliação do hemograma, foram colhidas mediante venopunção da jugular dos animais no período da manhã, antes do trato alimentar diário, em tubos de colheita a vácuo (Becton Dickinson Vacutainer Systems, Rutherford, NJ) com anticoagulante EDTA (etileno-diamino tetra-acético) a 10%. As amostras colhidas foram armazenadas em geladeira a 4 °C por até 4 horas para contagem total automática de eritrócitos, leucócitos e plaquetas, dosagem de hematócrito, volume corpuscular médio (VCM) e hemoglobina corpuscular média (HCM) em equipamento automatizado (ABX Micros ABC Vet – Horiba ABX Diagnostics, Montpellier, França) e para confecção das lâminas para contagem diferencial dos leucócitos (leucograma). O ABX possui um sistema hidráulico responsável por aspirar um volume conhecido da amostra e foi programado para a análise hematológica automática de caprinos por meio de cartões inseridos. Estes cartões guardam as informações específicas sobre cada espécie animal e servem de referência na interpretação e emissão do resultado final.

A diferenciação da série branca do sangue foi realizada com auxílio de esfregaços em lâminas, que, após secagem completa, foram corados pelo método de Leishman (eosina amarelada e produtos da oxidação do azul de metileno). Foram colocadas quinze gotas de corante sobre a lâmina, após dois minutos, sem desprezar o corante, foi adicionada a mesma quantidade de água destilada sobre a lâmina e a mistura homogeneizada por três minutos, sendo o excesso de corante retirado com água destilada. As lâminas foram, então, armazenadas para secagem e posterior leitura. A leitura das lâminas foi realizada em microscópio com objetiva de imersão e aumento de 1000 vezes. Em cada esfregaço foram contados cem leucócitos, identificando-os em neutrófilos, eosinófilos e basófilos, e linfócitos e monócitos.

O perfil bioquímico de ureia (curva padrão 7,5 a 120 mg dL⁻¹, filtro de onda 570 nm), albumina (curva padrão 0,4 a 6,4 g dL⁻¹, filtro de onda 630 nm), creatinina (curva padrão 0,125 a 2,0 mg dL⁻¹, filtro de onda 510 nm), colesterol (curva padrão 12,5 a 200 mg dL⁻¹, filtro de onda 505 nm), lipoproteínas de alta densidade (HDL-colesterol) (curva padrão 12,5 a 200 mg dL⁻¹, filtro de onda 510 nm), fosfatase alcalina (filtro de onda 405 nm), e glicose (curva padrão 12,5 a 200 mg dL⁻¹, filtro de onda 505 nm) foi realizado após colheita de 9 mL de sangue mediante venopunção da jugular dos animais no período da manhã após colheita do sangue para hemograma, antes do trato alimentar diário, em tubos de colheita a vácuo (Becton Dickinson Vacutainer Systems, Rutherford, NJ) com anticoagulante heparina. As amostras heparinizadas foram centrifugadas por 15 minutos a 3000 xg a 15 °C de temperatura e o plasma obtido foi armazenado a -20 °C. Com auxílio de kits para dosagem imunoenzimática LABORLAB[®] as amostras foram processadas e lidas no equipamento ELISA (Enzyme Linked Immunossorbent Assay).

A concentração de lipoproteínas de alta densidade (HDL-colesterol) foi determinada por precipitação das de baixa (LDL-colesterol) e muito baixa densidade (VLDL-colesterol). Para realização da análise da concentração de HDL, 250 µL da amostra foram pipetados em tubos de ensaio sendo agregados 25 µL de reativo precipitante, homogeneizados e agitados por 20 segundos. Em seguida, as amostras foram deixadas em banho-maria a 10 °C por 15 minutos. Posteriormente, foram centrifugadas por 15 minutos a 3000 xg em temperatura ambiente. O sobrenadante

límpido (50 µL) foi utilizado como amostra. O centrifugado, contendo as lipoproteínas LDL e VLDL foram separados seletivamente pelo sulfato de Dextran em presença de íons Mg⁺⁺. No sobrenadante, separado pela centrifugação, restaram as moléculas de HDL ligadas ao colesterol (FRIEDEWALD et al., 1972).

O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado, com 11 repetições e quatro porcentagens de inclusão de capim-limão na dieta. A produção de leite e os parâmetros bioquímicos foram analisados como medidas repetidas ao longo do tempo (cinco períodos de colheita), com auxílio do procedimento “Mixed” do SAS (SAS, 2004), utilizando-se o peso dos animais como covariável. Os resultados do hemograma também foram analisados pelo “Mixed” utilizando-se o peso dos animais como covariável. Os dados de consumo e todos os dados anteriores foram analisados por meio de análise de variância e regressão. Os coeficientes de correlação linear de Pearson foram calculados pelo procedimento *Corr* do SAS. Os contrastes entre as médias foram realizados pelo teste de Tukey com nível de significância de 5%.

3. Resultados e Discussão

Os animais adaptaram-se imediatamente ao consumo das dietas com capim-limão (*Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf), sem que houvesse rejeição de nenhuma delas. Os resultados mostram que a substituição do capim-limão pela silagem de milho na dieta não produziu efeitos tóxicos em cabras lactantes, pois durante o período experimental nenhum sinal clínico de toxicidade foi observado, como: alterações neurológicas (ataxia e paresia) (ARMIÉN et al., 2007), alterações metabólicas (perda de peso, anemia), e diminuição da frequência de ruminação (RIOS et al., 2005). Os animais permaneceram durante todo período experimental em ótimas condições físicas e sanitárias, como indicam os resultados a seguir.

O consumo de extrato etéreo teve efeito quadrático (Tabela 3) obtendo-se alta correlação com o consumo de MS ($r=0,99$; $P<0,0001$) e com as dietas fornecidas ($r=0,55$; $P<0,0001$). Sabe-se que o capim-limão contém uma grande quantidade de glicolipídios (MENDES, 2006), que possuem maior valor energético quando comparado

aos outros nutrientes, além de representar a fonte de reserva energética mais importante para os animais (NRC, 1997). Os glicolipídios são compostos que contêm uma ou mais unidades monossacarídicas, unidas por ligações glicosídicas a uma molécula hidrofóbica, como o acilglicerol, esfingosina, ceramida ou prenilfosfato (IUPAC-IUB,1999) e que podem contribuir no desenvolvimento de novos agentes terapêuticos, como na terapia do câncer, em tratamentos de doenças virais, desenvolvimento de novos agentes anti-inflamatórios que tem sido um dos maiores entraves da ciência (MENDES, 2006). Assim, este maior conteúdo pode ter atribuído uma maior deposição de gordura no tecido dos animais alimentados com porcentagens crescentes da erva.

Porém, o perfil lipídico presente neste volumoso poderia afetar o consumo e o ganho em peso dos animais, pois o tamanho da cadeia de ácidos graxos pode alterar a fermentação ruminal (GOMES et al., 2006) pela associação com as superfícies hidrofóbicas das partículas de alimento (PALMQUIST & MATTOS, 2006).

O consumo da maioria dos nutrientes (Tabela 3) apresentou efeito quadrático e aumentou ($P < 0,0001$) à medida que a silagem de milho foi substituída pelo capim-limão, exceto para carboidrato não fibroso ($P > 0,05$) atribuído aos maiores conteúdos na silagem de milho. Deste modo, todos os nutrientes apresentaram correlação acima de 0,90 ($P < 0,0001$) com a ingestão de matéria seca.

O menor consumo de MS da dieta com 100% de capim-limão (T4) comparado, principalmente, a 33,5 e 66,5% pode ser atribuído à forma física do alimento fornecido. Animais alimentados exclusivamente com “pellets” dispendem menos tempo para mastigação e ruminação, resultando em menor salivação devido à baixa efetividade física da fibra no alimento peletizado (MERTENS, 2000), aumentando o efeito de enchimento (ALLEN, 2000) e prolongando o período de saciedade dos animais pela maior densidade energética da dieta (GONÇALVES et al., 2001). Observou-se que os animais consumiram até o atendimento da demanda energética e não em função da ocupação física pela fibra no compartimento rúmen-retículo.

Em estudos recentes, a digestibilidade da proteína bruta diminuiu com a suplementação gradativa do capim-limão, porém, para a maioria dos nutrientes a

suplementação com 100 g dia⁻¹ de capim aumentou sua digestibilidade (WANAPAT et al., 2008), corroborando, em parte, com a inclusão de 0,5% de capim-limão na dieta de coelhos, aonde foram observadas aumento da digestibilidade (MS, MO, PB, FB, ENN) e promoção de crescimento em coelhos (OMER et al., 2010). Da mesma forma, HOSODA et al. (2006) trabalhando com porcentagens de inclusão de capim-limão na alimentação de vacas leiteiras observaram aumento significativo na ingestão de matéria seca, como relatado neste trabalho.

A fibra exerce importante função no controle do consumo voluntário e no estímulo à um ambiente ruminal favorável aos microrganismos, responsáveis pela digestão de carboidratos fibrosos (NUSSIO et al., 2006), entretanto, o aumento do consumo das dietas não apresentou relação direta com o teor de FDN contido no capim-limão, provavelmente, devido à alta digestibilidade da fibra, que exerce grande influência no consumo de MS (ALLEN, 1991). Na maioria das vezes a fibra apresenta uma reduzida taxa de trânsito, aumentando a quantidade de resíduos não digeridos que permanecem no rúmen, levando ao efeito de repleção (RODRIGUEZ, 2006). A consequência disto é que alimentos que apresentam alta concentração de FDN podem afetar o consumo com reflexos sobre a resposta animal. Porém, esta situação também acontece porque o tempo necessário para reduzir o tamanho dos componentes físicos da fibra que fazem parte da parede celular das plantas é dependente da ação física da mastigação. Contudo, estes desempenhos, principalmente no que confere à redução da ingestão, são observados em animais ingerindo volumoso com partículas longas (PRESTON & LENG, 1989), o que não pode ser conferido a esta pesquisa, pois o capim-limão foi fornecido peletizado com o concentrado. Além da correlação com o consumo de MS, a diferença do maior consumo de FDN explica-se pela maior quantidade de fibra no capim-limão (64,88%) quando comparada à silagem de milho (36,76%) utilizada neste experimento.

Tabela 3. Média do consumo de nutrientes das cabras leiteiras alimentadas com capim-limão (*Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf)

	Dietas				EPM
	T1 (0%) ¹ (controle)	T2 (33,5%)	T3 (66,5%)	T4 (100%)	
Ganho em peso (kg)	0,28	2,52	3,86	2,55	0,74
CMS (kg dia ⁻¹)	1,68	2,34	2,66	2,21	0,21
%PV	2,86	4,05	4,42	3,56	0,33
CMM (kg dia ⁻¹) ²	0,09	0,13	0,16	0,14	0,02
%PV	0,15	0,23	0,26	0,22	0,02
CPB (kg dia ⁻¹)	0,24	0,34	0,39	0,32	0,04
%PV	0,41	0,59	0,64	0,51	0,05
CEE (kg dia ⁻¹)	0,058	0,082	0,093	0,078	0,01
%PV	0,10	0,14	0,15	0,12	0,01
CENN (kg dia ⁻¹)	1,09	1,48	1,64	1,33	0,12
%PV	1,86	2,56	2,70	2,12	0,20
CFDA (kg dia ⁻¹)	0,23	0,36	0,47	0,44	0,05
%PV	0,39	0,62	0,77	0,70	0,08
CFDN (kg dia ⁻¹)	0,43	0,72	0,95	0,90	0,12
%PV	0,73	1,25	1,57	1,43	0,18
CNDT (kg dia ⁻¹)	1,25	1,71	1,90	1,55	0,14
%PV	2,13	2,96	3,13	2,47	0,23
CCNF (kg dia ⁻¹)	0,83	1,02	1,03	0,73	0,07
%PV	1,41	1,77	1,70	1,16	0,14
CCT (kg dia ⁻¹)	1,25	1,74	1,97	1,63	0,15
%PV	2,13	3,01	3,25	2,59	0,25

¹% de inclusão de capim-limão na dieta. ²Os resultados estão expressos na matéria seca a 100%; MS (matéria seca); MM (matéria mineral); PB (proteína bruta); FB (fibra bruta); EE (extrato etéreo); ENN (extrativo não nitrogenado); FDA (fibra em detergente ácido); FDN (fibra em detergente neutro livre de cinzas); NDT (nutrientes digestíveis totais); CNF (carboidratos não fibrosos); CT (carboidratos totais).

Neste experimento os animais foram capazes de consumir uma alta quantidade de fibra, até 1,58% do peso das cabras (T3), provavelmente devido ao reduzido tamanho da partícula do alimento peletizado, contribuindo com uma melhor acomodação do rúmen (CARVALHO, 2002).

Estudos indicam que o potencial efeito sobre a fermentação ruminal em dietas contendo capim-limão pode ser atribuído ao seu principal composto, o citral, um óleo essencial conhecido internacionalmente como óleo de “lemongrass” e com variações de

65 a 85% na planta (NHU-TRANG et al., 2006) com atividades antibacteriana (CIMANGA et al., 2002), antifúngica (SCHUCK et al., 2001) e diurética (GÁLVEZ et al., 1998). Os óleos essenciais aumentam a atividade das enzimas digestivas e agem como agentes antimicrobianos (ISAMEL & PIERSON, 1990), seu principal mecanismo de ação é a inibição da agregação bacteriana às partículas dos alimentos e subsequentemente a produção de amônia é diminuída (WALLACE et al., 2002).

Bovinos alimentando-se de 300g dia⁻¹ de capim-limão tiveram alterações nos grupos de bactérias ruminais (WANAPAT et al., 2008). Embora sem modificação no pH ruminal (6,4) e sabendo-se que quanto mais elevado maior o crescimento de bactérias celulolíticas (YOKOAMA & JOHNSON, 1988), os autores constataram aumento tanto neste grupo quanto nas bactérias amilolíticas que maximizam seu crescimento no rúmen em pH 5,6 (OWENS & GOETSCH, 1988).

O consumo de CNF foi maior ($P < 0,05$) para as dietas contendo 33,5 e 66,5% de capim-limão quando comparado ao grupo controle, porém, não diferiram entre si ($P > 0,05$). Apesar do capim-limão conter 21,08% e a silagem de milho 49,14% de CNF, provavelmente à maior participação do amido (NUSSIO et al., 2006), o consumo deste nutriente foi consequência da maior ingestão de MS ($r = 0,71$; $P < 0,0001$). Os animais alimentados com 100% de capim-limão (T4) apresentaram menor consumo relacionado ao baixo teor de carboidrato não fibroso nesta dieta.

O ganho em peso dos animais é apresentado na Figura 2.

Não houve interação ($P > 0,05$) entre os dias experimentais e os tratamentos para a variável peso comparando-se as semanas antes e após a alimentação com capim-limão. Portanto, pode-se inferir que o capim-limão não foi prejudicial às cabras Saanen utilizadas neste estudo.

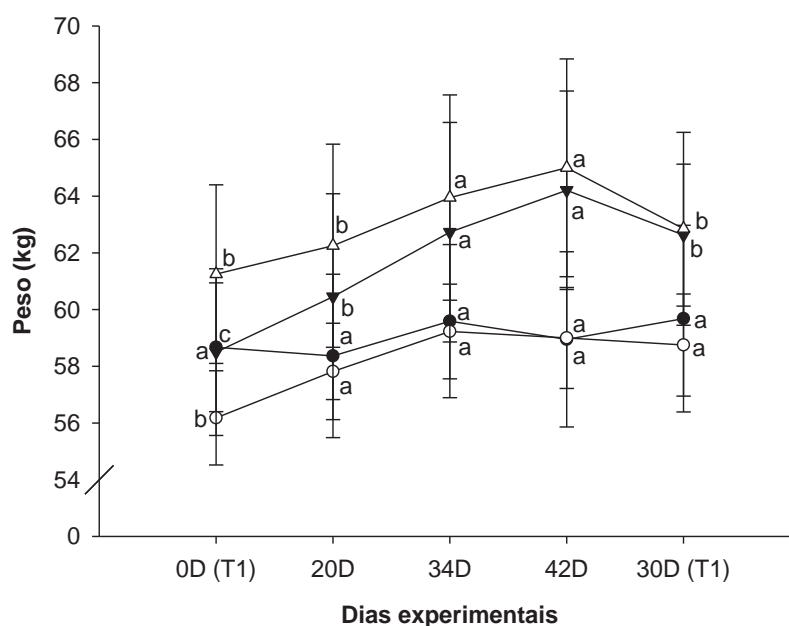


Figura 2. Variação do peso total das cabras antes (0D) da alimentação com capim-limão (*Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf), durante (20D, 34D, 42D) e no retorno à dieta padrão (30D) de acordo com o tratamento T1: ●; T2: ○; T3: ▼ e T4: △. *Médias seguidas de mesma letra dentro do mesmo tratamento não diferem entre si ($P>0,05$) pelo teste de Tukey.

O ganho em peso dos animais aumentou com a inclusão do capim-limão na dieta dentro de cada tratamento, observado entre os períodos antes (0D, T1) e a primeira semana de experimentação (20D), e entre a terceira semana (42D) e após o retorno à dieta controle (30D, T1). A variação foi de 0,48% no peso dos animais do grupo controle (T1), de 7,28% no grupo T2 ($P<0,05$), 8,39% no grupo T3 ($P<0,05$) e 6,12% no grupo T4 ($P<0,05$), quando comparado antes (0D) e na terceira semana da alteração nutricional (42D).

Estes resultados corroboram com a afirmação de que o acompanhamento da massa corporal do animal é um importante indicador da avaliação da toxicidade de um composto (JAHN & GÜNZEL, 1997), principalmente quanto à diminuição de peso (RIOS et al., 2005). A variação positiva do peso total (VPT) dos animais para todos os tratamentos indica que não houve mobilização de reservas corporais para atender as exigências nutricionais para produção de leite; portanto, os animais ingeriram mais energia do que a necessária para produção de leite, repondo as reservas corporais perdidas desde o parto até o pico de lactação (balanço energético negativo). A

porcentagem de substituição para que não houvesse VPT seria de até 66% de capim-limão em substituição à silagem de milho na dieta.

Na Tabela 4 estão os resultados hematológicos das cabras submetidas à alimentação com diferentes porcentagens de capim-limão. Como não ocorreu efeito de tempo nos parâmetros hematológicos, os dados foram apresentados como médias após o início da alimentação com capim-limão.

Uma redução discreta ($P < 0,05$) foi encontrada nos valores de eritrócitos, hemoglobina e hematócrito para os animais alimentados com 33,5 (T2); 66,5 (T3) e 100% (T4) de capim-limão, em comparação aos animais do grupo controle. A diminuição na concentração de hemoglobina, eritrócitos e hematócrito, com o incremento de capim-limão na dieta, embora dentro dos valores fisiológicos (8,0 a 14,0 g dL⁻¹; 8,0 a 18,0 10⁶ µL⁻¹; 19,0 a 38,0%, respectivamente; JAIN, 1993) para a espécie caprina poderia ser atribuída às diferenças de concentrações do mineral Fe contido no volumoso da dieta dos animais. Embora o capim-limão possa apresentar teores de Fe de 10,32 mg kg⁻¹ (ALMEIDA et al., 2002), a silagem de milho apresenta em torno de 28,93 mg kg⁻¹ a 41,82 mg kg⁻¹ (LIMA et al., 1999) a mais do mineral comparado à erva.

Porém, também se deve considerar a forma disponível deste mineral (Fe⁺²) na dieta, que interfere na absorção e conseqüentemente na síntese de hemoglobina. O sulfato ferroso e o cloreto férrico são facilmente absorvidos, ao contrário do óxido férrico, que pode interferir na absorção de cobre (NRC, 2007), importante no crescimento dos animais e na síntese de hemoglobina (LUCCI, 1997). Na literatura, existem dados sobre os níveis totais de Fe na silagem de milho e no capim-limão, porém, não existem informações sobre as formas disponíveis deste mineral.

Apesar da silagem de milho conter maiores concentrações de ferro, considerou-se que os animais alimentados com diferentes porcentagens de capim-limão não apresentaram deficiência de Fe na dieta, uma vez que as concentrações deste mineral (mínimo de 62 mg kg⁻¹ na matéria seca) estão dentro dos valores recomendados para espécie e fase de produção (30 a 100 mg kg⁻¹ na matéria seca; HAENLEIN, 1987).

Tabela 4. Média dos parâmetros hematológicos das cabras Saanen alimentadas com capim-limão (*Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf)

Parâmetro	Diets				P
	T1 (0%) ¹ (controle)	T2 (33,5%)	T3 (66,5%)	T4 (100%)	
Leucócitos (10 ³ µL ⁻¹)	11,04 ± 1,27	12,70 ± 1,28	13,94 ± 1,27	12,75 ± 1,34	NS
Eritrócitos (10 ⁶ µL ⁻¹)	10,06 ^a ± 0,20	8,86 ^b ± 0,20	8,97 ^b ± 0,21	9,03 ^b ± 0,21	<0,001
Hemoglobina (g dL ⁻¹)	10,10 ^a ± 0,20	9,17 ^b ± 0,21	9,58 ^b ± 0,21	9,41 ^b ± 0,21	0,018
Hematócrito (%)	28,36 ^a ± 0,49	25,25 ^b ± 0,51	25,66 ^b ± 0,52	25,70 ^b ± 0,52	<0,001
Plaquetas (10 ³ µL ⁻¹)	443,44 ± 22,34	426,37 ± 22,54	432, 24 ± 22,34	408,46 ± 23,67	NS
VCM (m ³) ²	28, 27 ± 0,18	28,27 ± 0,18	28,58 ± 0,18	28,50 ± 0,19	NS
HCM (pg) ³	10,10 ± 0,20	10,34 ± 0,21	10,89 ± 0,20	10,48 ± 0,21	0,050
CHCM (%) ⁴	35,74 ± 0,57	36,55 ± 0,61	37,72 ± 0,57	36,71 ± 0,60	NS
Distribuição dos leucócitos					
Neutrófilos (%)	43,83 ± 3,97	44,74 ± 4,06	40,91 ± 3,59	39,92 ± 3,85	NS
Basófilos (%)	1,89 ± 0,38	1,88 ± 0,41	1,95 ± 0,34	1,78 ± 0,39	NS
Eosinófilos (%)	2,86 ± 0,74	3,60 ± 0,75	1,54 ± 0,65	2,45 ± 0,71	NS
Linfócitos (%)	47,39 ± 4,07	45,14 ± 4,17	52,39 ± 3,69	51,56 ± 3,95	NS
Monócitos (%)	3,39 ± 0,55	3,08 ± 0,56	3,21 ± 0,49	3,60 ± 0,53	NS

¹% de inclusão de capim-limão na dieta; ²VCM = Volume corpuscular médio; ³HCM = Hemoglobina corpuscular média; ⁴CHCM = Concentração de hemoglobina corpuscular média; *Médias seguidas de mesma letra na mesma linha não diferem entre si (P>0,05) pelo teste de Tukey.

Além disso, alterações nos parâmetros eritrocitários observadas durante a lactação podem estar relacionadas à produção leiteira (MANSTON et al., 1975) e nutrição do animal (SUZUKI et al., 1993). Como relatada por MANSTON et al.. (1975), observou-se coeficiente de correlação de Pearson negativa de 0,24 (P<0,05), apontando que quanto maior a produção de leite menor a concentração de eritrócitos, com redução de 9,7% na produção de leite dos animais do grupo controle (de 2,49 para 2,27 kg dia⁻¹: T1), e aumento para T2, T3 e T4 de 2,95% (de 2,79 para 2,88 kg dia⁻¹); 19,5% (de 2,73 para 3,26 kg dia⁻¹) e 13% (de 2,62 para 2,96 kg dia⁻¹), respectivamente, na produção dos animais alimentados com porcentagens crescentes de capim-limão.

Da mesma forma, a ingestão de água interfere na concentração de hemoglobina (CONTRERAS & PHIL et al., 2000). Ovinos e caprinos mantidos sob restrição de água apresentaram 60% de aumento na hemoglobina (MacFARLANE et al., 1961; OHYA,

1964). Embora não tenha sido quantificado, o aumento da inclusão de capim-limão pode ter resultado em maior consumo de água, devido ao aumento da MS da dieta (de 62,68 (T1) para 93,29% (T4)) e à diminuição de água ingerida via alimento, atribuindo a uma hemodiluição resultante do aumento do volume plasmático, decorrente da ingestão de líquidos e produção de água metabólica (BRASIL et al., 2000; BICALHO & CARNEIRO, 2006). Acredita-se que, como o leite de cabra apresentou em média 89% de água (dados não apresentados), os animais alimentados com capim-limão, tenham realmente ingerido maior quantidade de líquido, pois a restrição do consumo de água ocasionaria diminuição na produção de leite (LITTLE et al., 1976), o que não foi observado neste experimento.

As alterações da série vermelha ($P < 0,05$) observadas nos animais que receberam diferentes porcentagens de inclusão de capim-limão na dieta, também poderia ser atribuída a algum composto presente na erva, resultando numa disfunção no complexo de Golgi. Esta situação promoveria a formação de um tipo híbrido de glicoproteína nas membranas das células eritrocitárias, levando a eritropoiese ineficaz (MISAGO et al., 2000) ou alterações na eritropoietina, glicoproteína reguladora predominante da eritropoiese (FRY & McGAVIN, 2009).

Contudo, acredita-se que o capim-limão apresente propriedades estabilizantes nas membranas de eritrócitos (FREITAS et al., 2008), devido ao seu potencial antioxidante atribuído aos flavonoides, alcaloides e saponinas (TESKE & TRENTINI, 1994). Esta característica representa a capacidade deste complexo biológico em manter sua estrutura principalmente em condições caóticas como no caso do estresse oxidativo (VAN-GINKEL & SEVANI, 1994), o qual protegeria o organismo contra choques hipotônicos, como uma desidratação. Esta proteção estabilizante das membranas é normalmente associada com a prevenção da lipoperoxidação (CHAUDHURI et al., 2007).

A correlação entre os parâmetros hemáticos e o peso é apresentada na Tabela 5.

Alta correlação entre o peso total dos animais e os valores médios de hemoglobina foi encontrada ($r=0,27$; $P < 0,05$), como relatado em trabalhos com ovinos,

($r=0,88$) (DEL VALLE et al., 1983). Foi encontrada correlação negativa ($r=-0,25$; $P<0,05$) entre os valores de leucócitos e eritrócitos no sangue, indicando que o aumento das células de defesa promoveu uma diminuição nas hemácias circulantes. Na ausência de anemia, o hematócrito correlaciona-se com a quantidade de hemoglobina no sangue, numa razão aproximada de 1:3 (BRASIL et al., 2000), também observado no presente estudo.

Apesar das pequenas alterações na série vermelha do sangue, os 42 dias de alimentação com capim-limão não causaram dano hemático como a anemia, que geralmente é diagnosticada com base em uma redução do hematócrito e a concentração de hemoglobina no sangue em níveis abaixo da faixa normal, correlacionados com a massa eritrocitária, exceto quando houver alterações no volume plasmático causado por retenção de fluidos ou desidratação (KUMAR et al., 2010).

Exceto para HCM (5,0 a 7,4 pg), todos os outros parâmetros hemáticos correspondem aos valores considerados normais para a espécie: leucócitos (4,0 a 13,0 $10^3 \mu\text{L}^{-1}$), plaquetas (300 a 600 $10^3 \mu\text{L}^{-1}$), VCM (15,0 a 30,0 m^3), CHCM (35,0 a 42,0%) (JAIN, 1993) e não foram alterados pela inclusão do capim-limão na dieta.

As alterações numéricas da série branca do sangue não foram significativas ($P>0,05$) e estão dentro dos valores de referência: neutrófilos (30,0 a 48,0%), basófilos (0,0 a 2,0%), eosinófilos (1,0 a 8,0%), linfócitos (50,0 a 70,0%), monócitos (0,0 a 4,0%) (JAIN, 1993) sinalizando que o capim-limão adicionado à dieta de cabras Saanen não comprometeu o sistema imunológico do animal.

Tabela 5. Correlação de Pearson (r) entre o peso e os parâmetros hematológicos das cabras Saanen alimentadas com capim-limão (*Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf)

	Peso	Leuco	Eritro	Hemo	Hemato	Plaq	VCM	HCM	CHCM	Neutrof	Basof	Eosinof	Linfoc	Monoc
Peso		0,11	0,10	0,27*	0,18	-0,24*	-0,07	0,02	0,05	0,04	-0,09	-0,09	0,01	-0,10
Leucócitos			-0,25*	0,11	-0,10	0,06	0,29**	0,29**	0,21*	0,37**	-0,07	-0,07	-0,33**	0,02
Eritrócitos				0,50**	0,92**	-0,021	-0,42**	-0,58**	-0,51**	-0,25*	-0,12	0,03	0,23*	0,14
Hemoglobina					0,53**	-0,10	-0,13	0,41**	0,47**	-0,05	-0,10	-0,02	0,09	-0,10
Hematócrito						0,03	-0,19	-0,47**	-0,44**	-0,25*	-0,18	0,02	0,25*	0,17
Plaquetas							0,23*	-0,04	-0,12	-0,11	-0,006	-0,21	0,15	0,001
VCM ¹								0,43**	0,12	-0,01	-0,04	0,06	-0,01	0,10
HCM ²									0,95**	0,18	0,03	-0,001	-0,16	-0,19
CHCM ³										0,21	0,05	-0,03	-0,17	-0,25*
Neutrófilos											0,008	0,10	-0,95**	-0,25*
Basófilos												-0,02	-0,18	-0,19
Eosinófilos													-0,32**	0,04
Linfócitos														0,12
Monócitos														

¹VCM = Volume corpuscular médio; ²HCM = Hemoglobina corpuscular média; ³CHCM = Concentração de hemoglobina corpuscular média.
*Significativo a 5% pelo teste de Tukey. **Significativo a 1% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Ainda que utilizemos valores de referência da literatura para caprinos não adaptados às condições nutricionais, climáticas e de manejo brasileiras, por observar uma grande variação nos parâmetros hematológicos (MARQUES JÚNIOR et al., 1990), há necessidade da realização de estudos para se determinar os valores de referência do hemograma dos caprinos criados nessas condições, bem como a avaliação dos fatores de variação sobre os constituintes do sangue (BEZERRA et al., 2008). Consequentemente, é impossível formular um perfil hemático universal para estes ruminantes (AZAB et al., 1999). Como este trabalho é inédito e os dados sobre alimentação com capim-limão na dieta de ruminantes são escassos (WANAPAT et al., 1998), principalmente com

relação ao hemograma, estudos devem ser conduzidos para avaliar o potencial efeito dos compostos químicos da erva na circulação sanguínea.

Os parâmetros bioquímicos plasmáticos alterados pela dieta encontram-se nas Figuras 3 e 4.

As variações encontradas nas concentrações de glicose, fosfatase alcalina e albumina (OMER et al., 2010), creatinina (FURTADO, 2009), ureia (WANAPAT et al., 2008) e HDL colesterol; além de diminuição significativa do colesterol total na espécie humana (ELSON, et al., 1989) e bovina (HOSODA et al., 2006) também pode influenciar os parâmetros produtivos (HOSODA et al., 2006), ressaltando as qualidades terapêuticas desta erva. Assim, a avaliação destes metabólitos no plasma e soro também pode ser útil no monitoramento da saúde dos animais.

Observou-se interação entre as semanas de colheita e os valores de glicose no plasma das cabras alimentadas com diferentes níveis de capim-limão, observando níveis acima dos valores máximos de referência (50 a 75 mg dL⁻¹), indicando que a erva promoveu um aumento nestes valores apenas na primeira semana de colheita para os animais alimentados com a planta; no retorno à dieta controle (30D T1) apenas foram observadas diferenças ($P < 0,05$) entre os tratamentos com 33,5 e 66,5% de capim-limão.

O aumento da glicose sanguínea no primeiro dia de colheita (20D), com os animais alimentando-se de capim-limão, pode ser explicado pelo aumento do consumo de alimentos para os tratamentos T2, T3 e T4, maiores que o esperado. Esta variação indica que os animais estavam em balanço energético positivo, pois, o aumento do aporte energético associado ao alto consumo ocasiona elevação da concentração plasmática de glicose (RODRIGUES et al., 2007). A diminuição da glicose sanguínea após esta data ($P < 0,05$) pode estar relacionada com a drenagem deste carboidrato para a glândula mamária com o objetivo de síntese dos componentes do leite, uma vez que para os grupos de animais alimentados com níveis crescentes de capim-limão houve aumento de produção de leite. Em cabras lactantes muito produtivas a gliconeogênese hepática é necessária para atender os requerimentos de glicose para o

cérebro, eritrócitos e outros tecidos, e principalmente para manter a produção de leite (RODRIGUES, 2004).

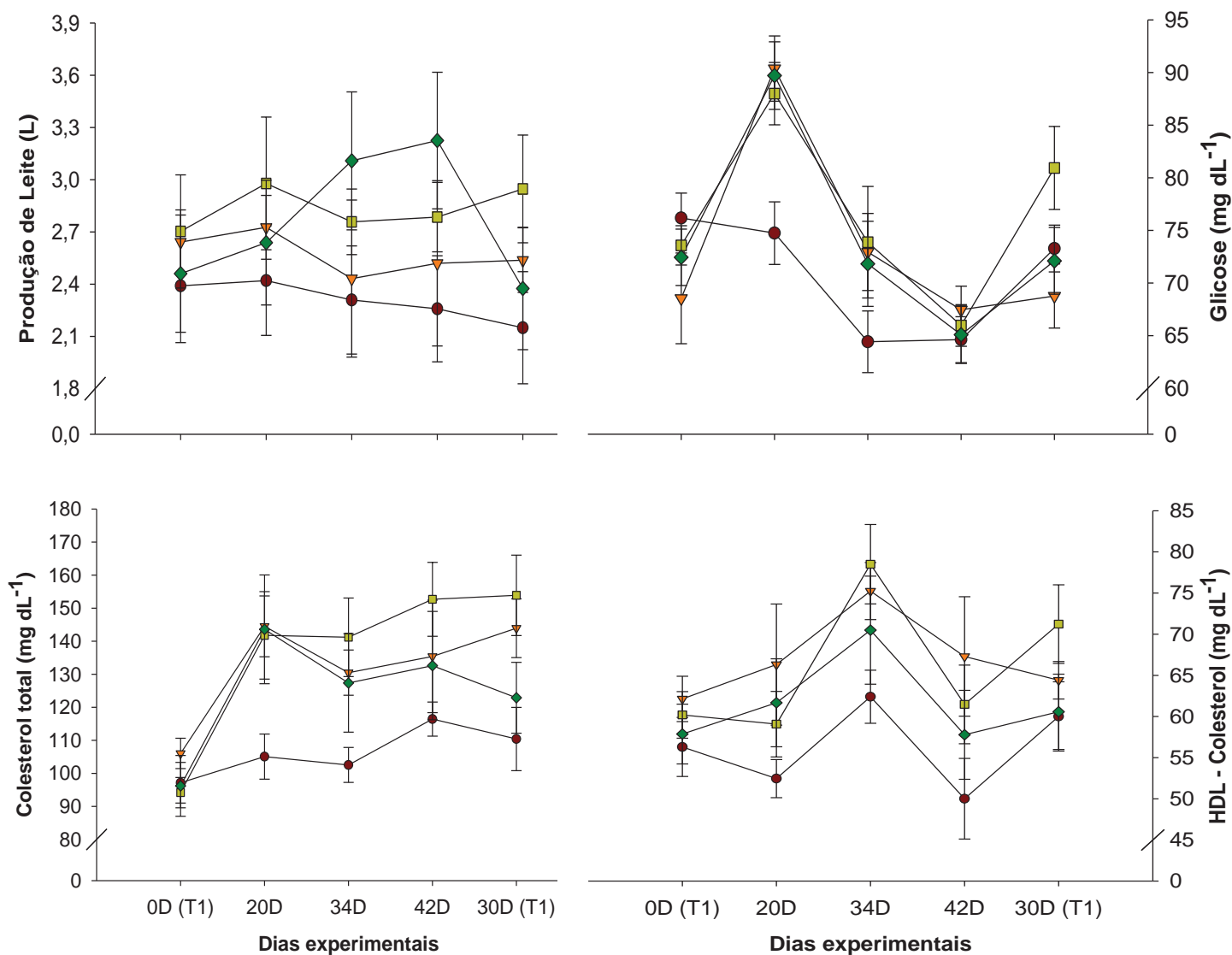


Figura 3. Produção de leite, concentrações plasmáticas médias (\pm erro padrão médio) de glicose, colesterol e HDL colesterol das cabras antes (0D = 0 dias, todos animais comendo T1) da alimentação com capim-limão (*Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf), durante (20D, 34D e 42D = dias comendo capim-limão) e no retorno à dieta padrão (30D = 30 dias comendo T1) de acordo com o tratamento controle (T1: \blacklozenge); 33,5% de capim-limão (T2: \blacktriangledown); 66,5% de capim-limão (T3: \blacksquare) e 100% de capim-limão (T4: \blacklozenge) na dieta.

Entre os parâmetros bioquímicos disponíveis para avaliação no plasma, a glicose e o colesterol podem ser utilizados para avaliar o metabolismo energético dos animais (DIRKSEN & BREITNER, 1993). O colesterol está presente nas lipoproteínas HDL e LDL, e é um indicador da habilidade dos ruminantes em mobilizar os estoques do tecido adiposo para a síntese de leite (KAPPEL et al., 1984). Deste modo, as concentrações de colesterol total neste experimento mantiveram-se em geral, no limite dos valores de referência (80 a 130 mg dL⁻¹) para a espécie caprina, nos animais alimentados com níveis crescentes de capim-limão. Observaram-se variações (P<0,05) nas concentrações de colesterol entre os animais do grupo controle (T1) e alimentados com 33,5; 66,5 e 100% de capim-limão até a segunda semana da alteração da dieta (34D). Este aumento pode estar associado ao aumento na síntese de lipoproteínas, que variam de acordo com a produção leiteira e dieta fornecida (GONZÁLEZ et al., 1996).

Desta forma, a maior quantidade de ácido graxo linolênico (omega 3, C_{18:3, n-3}) na dieta, decorrente da maior inclusão de capim-limão (Tabela 2) pode ter sido responsável pelo aumento nas concentrações de colesterol sanguíneo, pois a suplementação lipídica com fontes de omega 3 também aumentou os valores deste parâmetro em novilhas (CHILDS et al., 2008). Os dados obtidos confirmam a hipótese de correlação entre a produção leiteira e valores de colesterol (R=0,68; P<0,05). Os animais mais produtivos (T2, T3 e T4) tiveram um aumento do colesterol plasmático na primeira semana da dieta (20D) até estabilização (34D A 30D T1), enquanto no tratamento controle (T1) não foram observadas variações (P>0,05).

O efeito quadrático do consumo de extrato etéreo explica a situação relatada, pois uma dieta rica em lipídeos possibilita elevação nos níveis de colesterol sanguíneo (TALAVERA et al., 1985).

Podem-se observar alterações principalmente nas concentrações de ureia, produto final do metabolismo proteico em mamíferos, e de creatinina no plasma. Um aumento dos níveis de ureia para os tratamentos 3 e 4 foi observado na primeira semana da nova dieta. A concentração sanguínea de ureia é um indicador sensível e rápido da ingestão de proteína digestível (CONTRERAS & PHIL, 2000), pois reflete a concentração de amônia no rúmen resultante do catabolismo da proteína pelos

microrganismos ruminais e o catabolismo proteico nos tecidos do animal (KANEKO, 1997).

A ureia sanguínea representa o estado proteico do animal em curto prazo, enquanto a albumina o representa em longo prazo. Dietas que contém uma maior quantidade de proteínas fermentáveis estão associadas com concentrações maiores de amônia no rúmen do que aquelas com proteínas de degradação mais lenta, com teores elevados de ureia no sangue (GONZÁLEZ et al., 2000). Assim, concentrações sanguíneas do metabólito refletem a taxa de chegada de proteína degradável ruminal efetiva no rúmen (PDRE) e seu balanço com a energia metabolizável fermentável (EM) (WHITAKER, 2008), conseqüentemente, valores elevados desse metabólito no plasma podem ser indicativos de excesso de PDRE na dieta ou déficit de energia, quanto mais rica for a dieta em PDRE, maior será o teor de ureia plasmática.

O capim-limão fornecido aos animais neste experimento não apresentou efeitos tóxicos, contudo, a toxicidade de uma planta pode variar durante a época do ano. RIOS et al. (2009) trabalhando com *Ipomea carnea* (colhidas durante o outono), na dieta de cabras Criolla encontraram achados nefro e hepatotóxicos após 53 dias de ingestão contrariando os achados do mesmo grupo de pesquisa (RIOS et al., 2005) que encontraram alterações toxicológicas após 30 dias de administração com a mesma planta, porém, colhida durante a primavera. Os danos renais histopatológicos foram concomitantes com o incremento das concentrações séricas de ureia (120%) e creatinina (562%), indicando alterações na filtração e secreção tubular (RIOS et al., 2009).

É possível que alterações no consumo de carboidratos da dieta possam também ter influenciado as concentrações de ureia plasmática. Da mesma forma, o aumento nos valores deste metabólito pode estar relacionado ao aumento da produção de leite a partir da primeira semana experimental, onde o aumento das necessidades fisiológicas para produção de leite superou a capacidade de ingestão de nutrientes pelo animal. Em geral, os níveis de ureia observados neste trabalho estão de acordo com os valores normais de referência (21,4 a 42,8 mg dL⁻¹, JAIN, 1993).

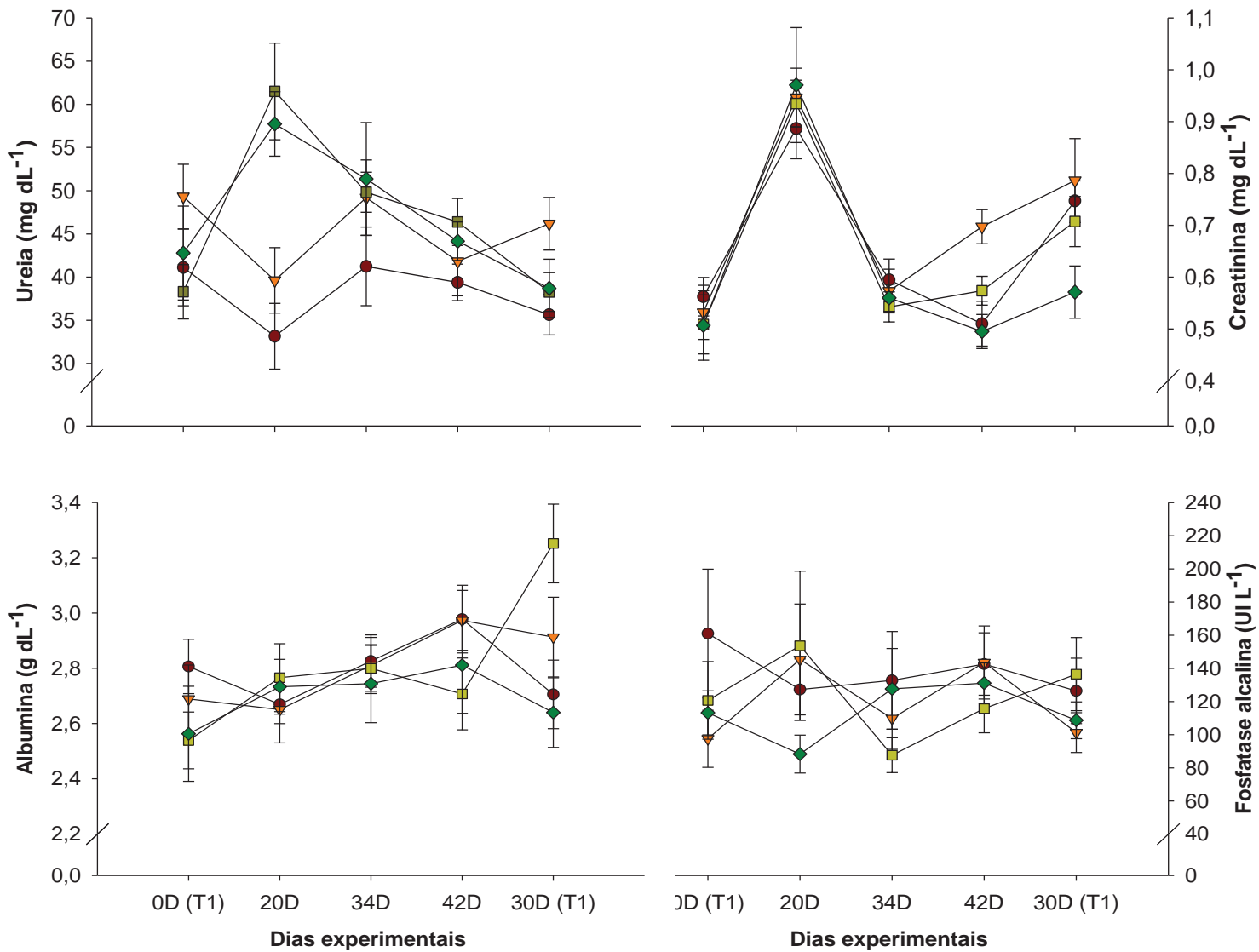


Figura 4. Concentrações plasmáticas médias (\pm erro padrão médio) de ureia, creatinina, albumina e fosfatase alcalina das cabras antes (0D = 0 dias, todos animais comendo T1) da alimentação com capim-limão (*Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf), durante (20D, 34D e 42D = dias comendo capim-limão) e no retorno à dieta padrão (30D = 30 dias comendo T1) de acordo com o tratamento controle (T1: \blacklozenge); 33,5% de capim-limão (T2: \blacktriangledown); 66,5% de capim-limão (T3: \blacksquare) e 100% de capim-limão (T4: \blacklozenge) na dieta.

Observou-se aumento significativo ($P < 0,05$) de nitrogênio plasmático na primeira semana de alimentação com capim-limão (20D) em relação à semana controle (0D, T1) para os grupos T3 e T4 (18,0 para 28,9 mg dL⁻¹ e 20,11 para 27,13 mg dL⁻¹, respectivamente). A concentração de nitrogênio plasmático está altamente

correlacionada com os níveis de amônia produzida no rúmen (LEWIS, 1975). Da mesma forma, a suplementação de bovinos fistulados (Brahman x raça nativa) com capim-limão (0, 100, 200 e 300g dia⁻¹) reduziu linearmente a NH₃-N ruminal e o nitrogênio plasmático (WANAPAT et al., 2008). Segundo OWENS et. al. (1991), as mudanças no fluxo de N ao intestino são moduladas pelo conteúdo de ureia no sangue que, indiretamente, por meio da pressão osmótica do sangue, controla o fluxo de saliva e este por sua vez controla o consumo voluntário de forragem. Assim, esse último pode ser levado em consideração como possível fator do aumento da ingestão de alimentos.

Embora abaixo dos valores normais de referência (1,0 a 1,8 mg dL⁻¹, JAIN, 1993) durante o período experimental, exceto para a primeira semana de colheita (20D), o aumento nas concentrações de creatinina plasmática não pode ser atribuído a erva, uma vez que foi observado o mesmo comportamento para os animais do grupo controle (T1) alimentados exclusivamente com a silagem de milho e concentrado. Entretanto, este aumento verificado na primeira semana de amostragem (P<0,05), pode estar correlacionado com as variações climáticas neste período, onde a umidade relativa estava alta (91%) decorrente das chuvas ocasionais ocorridas nesta estação, diminuindo a ingestão de água pelos animais (MULLER, 1989), tornando a urina mais concentrada.

O comprometimento da função renal causa variações importantes e significativas nos níveis de creatinina e ureia plasmática (MALFARÁ et al., 2005). A excreção de creatinina só se realiza por via renal, uma vez que ela não é reabsorvida nem reaproveitada pelo organismo, assim, a creatinina aumentada é indicativa de animais desidratados, aonde há intensa reabsorção de água nos túbulos renais (ORTOLANI, 2003) e baixa filtração glomerular, e sua diminuição é comum em animais com insuficiência hepática ou sobre-hidratação (GONZÁLEZ & SCHEFFER et al., 2003). Se o consumo de energia for baixo, altera-se o metabolismo dos microrganismos ruminais, e com isso, o metabolismo das proteínas no rúmen, aumentando a concentração de amônia, o que provoca um aumento nas concentrações de ureia sanguínea (CONTRERAS et al., 2000). O aumento da ureia nos animais alimentados com 66,5 e 100% de capim-limão observado na primeira semana de substituição da silagem de

milho pelo capim-limão não corresponde a um excesso de proteína na dieta, uma vez que as concentrações de albumina estão diminuídas ($2,54 \pm 0,42$ e $2,56 \pm 0,49$ g dL⁻¹, respectivamente) e a quantidade de hemoglobina ($8,86$ e $9,07$ g dL⁻¹, respectivamente) está próxima do limite inferior de referência ($8,0$ a $14,0$ g dL⁻¹; JAIN, 1993).

A albumina é a proteína mais abundante no plasma, perfazendo cerca de 50% do total de proteínas, sendo que níveis diminuídos de albumina no soro podem ser indicadores de falha hepática (DRIEMEIER et al., 1999). As concentrações de albumina mantiveram-se dentro dos valores normais de referência ($2,70$ a $3,90$ g dL⁻¹; JAIN, 1993) e não apresentaram variações significativas de acordo com os tratamentos. Nos rebanhos em que a concentração deste parâmetro está dentro do intervalo de referência, observa-se uma maior produção de leite no período de lactação e melhor fertilidade que nos rebanhos em que a concentração se mantém diminuída (CONTRERAS & PHIL, 2000). A demanda de aminoácidos para a síntese de proteína no leite reduz a síntese de outras proteínas e por isto a concentração de albumina e hemoglobina diminui na medida em que a lactação avança (CONTRERAS & PHIL, 2000).

A fosfatase alcalina é uma enzima presente em altas concentrações nos ossos, fígado, mucosa intestinal e rins. Está frequentemente aumentada em doenças malignas podendo refletir patologias de origem hepática ou óssea. Apesar de alguns autores encontrarem amplas variações nos valores de fosfatase alcalina de $16,2$ a $3034,4$ UI L⁻¹ (FERNÁNDEZ DEL PALACIO et al., 1991) e 93 a 387 UI L⁻¹ (JAIN, 1993), os resultados deste estudo variaram de 88 a 153 UI L⁻¹ e não foram significativos com a inclusão da planta na dieta.

Ainda que não se conheça o efeito do citral, mistura dos dois isômeros neral e geranial e principal composto do capim-limão, 65 a 85% na planta (NHU-TRANG et al., 2006), no rúmen dos animais, um estudo *in vitro* comprovou sua rápida degradação (92% após 28 dias). Além de variações relacionadas ao pH: decomposto em pH 4 (meia vida: neral, 9,54 dias; geranial, 9,81 dias) e pH 9 (meia vida: neral, 30,1 dias; geranial, 22,8 dias), porém, lentamente decomposto em pH 7 (meia vida: neral, 230 dias; geranial, 106 dias) (UNEP, 2001).

Os resultados deste trabalho são similares ao observado em coelhos alimentados com capim-limão que não apresentaram alterações nas funções renais e hepáticas (OMER et al., 2010). Da mesma forma, o citral administrado oralmente foi absorvido rapidamente e completamente pelo trato gastrointestinal em camundongos e ratos (PHILIPS et al., 1976, DILIBERTO et al., 1988), sendo excretado como metabólito (DILIBERTO et al., 1990).

Deste modo, o reconhecimento de benefícios na utilização de plantas medicinais na medicina popular quanto na dieta de animais (WANAPAT et al., 2008), deve avaliar as possíveis reações adversas e toxicidade das preparações (MELLO et al., 2008). Ainda que em estudos utilizando-se a infusão do capim-limão via oral por duas semanas em humanos não tivessem demonstrado alterações bioquímicas de glicose, creatinina, ureia, colesterol e triglicerídeos (LEITE et al., 1986) e sabendo-se que o comprometimento da função hepática causaria diminuições nestes metabolitos (GONZÁLEZ, 2000), não se pode ignorar possíveis danos celulares ou mesmo hepáticos e renais em dietas a longo prazo.

4. Conclusões

Com os resultados bioquímicos e hematológicos obtidos pode-se inferir que o capim-limão não apresenta efeito nefrotóxico nem hepatotóxico, sendo considerado inócuo durante 49 dias do ponto de vista toxicológico na dieta de cabras leiteiras. Da mesma forma, a substituição da silagem de milho pelo capim-limão influencia positivamente a produção de leite e a variação do peso total, sendo possível ser utilizado peletizado e fornecido como dieta completa. A inclusão máxima de capim-limão na dieta de cabras lactantes deve ser de 79% para que o consumo de matéria seca seja maximizado.

Contudo, os resultados são preliminares para ruminantes e principalmente para a espécie caprina, sendo necessário um amplo estudo fitoquímico, farmacológico e histológico para melhor qualificar os efeitos encontrados.

CAPÍTULO 3 - PERFIL DE ÁCIDOS GRAXOS DO LEITE DE CABRAS ALIMENTADAS COM CAPIM-LIMÃO (*Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf)

RESUMO – Este estudo teve como objetivo avaliar as características lipídicas do leite de cabras alimentadas com porcentagens crescentes de capim-limão. Foram utilizadas 44 cabras lactantes da raça Saanen mantidas em quatro baias experimentais (11 cabras/baia). A dieta foi balanceada segundo o AFRC para atender as exigências de cabras em média aos 75 dias de lactação, produção diária média de 2,5 kg leite e peso médio de 55 kg. Utilizou-se como volumoso a silagem de milho e o capim-limão e o concentrado à base de milho moído, farelo de soja, núcleo leite e óleo de soja. As quatro dietas compunham diferentes níveis de capim-limão sendo: T1. 100% de silagem de milho + concentrado; T2. 66,5% de silagem de milho + 33,5% de capim-limão + concentrado; T3. 33,5% de silagem de milho + 66,5% de capim-limão + concentrado; T4. 100% de capim-limão + concentrado. O leite para análise de ácidos graxos e da composição física e química foi colhido após 42 dias de alimentação experimental. As análises estatísticas foram realizadas pelo procedimento Mixed do SAS. A inclusão de capim-limão alterou 40% dos ácidos graxos avaliados, principalmente àqueles com propriedades hiper (mirístico e palmítico) ou hipocolesterolêmicas (CLA). Observou-se um aumento linear de 134% nas concentrações de CLA no leite dos animais ($0,47$ a $1,10$ g $100g^{-1}$) e variações nas concentrações das cadeias média ($P < 0,01$) e longa ($P < 0,05$); diminuição dos índices de aterogenicidade e trombogenicidade, desejáveis nutricionalmente. A inclusão de capim-limão na dieta de cabras Saanen aumenta a ingestão de matéria seca e em até 52% a produção de leite. A máxima produção de leite pode ser obtida com a inclusão de 54% de capim-limão na dieta.

Palavras-Chave: ácido linoleico conjugado (CLA), caprino, composição física e química, consumo, gordura

1. Introdução

A alimentação saudável ao alcance da sociedade, como mecanismo para prevenção de doenças, tem impacto na diminuição dos riscos de moléstias graves como o câncer (WCR, 1997), infartos (SCHERR & RIBEIRO, 2010) e diabetes (FRANCISCO et al., 2010). Os riscos associados a estas doenças podem ser controlados e diminuídos com a ingestão moderada de nutrientes fontes de ácidos graxos insaturados e poli-insaturados (PUFA), que estão relacionados à diminuição dos níveis de colesterol circulante e conseqüentemente ao menor risco de aparecimento de doenças cardiovasculares. Da mesma forma, o consumo de alimentos contendo ácidos graxos saturados além da quantidade desejada é prejudicial, pois contribui para o aumento dos níveis de colesterol no sangue (SICHIERI et al., 2000).

Os ácidos graxos láurico (C_{12:0}), mirístico (C_{14:0}) e palmítico (C_{16:0}) têm sido associados epidemiologicamente a doenças cardiovasculares por serem potencialmente mais colesterolêmicos, ou seja, induzem o aumento de colesterol no sangue, que os ácidos graxos *trans* (CARLSON et al., 1997). Por isso, pesquisas tem focado a atenção na diminuição do percentual destes componentes no leite (GRUMMER, 1991; CHILLIARD et al., 2001; SALLES et al., 2002).

O leite de cabra apresenta praticamente o dobro (18%) de conteúdo de ácidos graxos de cadeia curta (C_{4:0} a C_{10:0}) quando comparado ao leite de vaca (10%) (BRENNAND et al., 1989; MENS, 1991; FETT & LUIZ, 1998); entre eles, maiores concentrações de ácido capróico (C_{6:0}), caprílico (C_{8:0}), cáprico (C_{10:0}), (JENNESS, 1980; MAREE, 1985), butírico (C_{4:0}), láurico (C_{12:0}), mirístico (C_{14:0}), palmítico (C_{16:0}) e linoleico (C_{18:2}), mas também quantidades menores dos ácidos esteárico (C_{18:0}) e oleico (C_{18:1}) (JENNESS, 1980).

Um ácido graxo de interesse mundial, o ácido linoleico conjugado, CLA, (C_{18:2}, *cis*-9 *trans*-11; C_{18:2}, *cis*-10 *trans*-12), originário praticamente todo da dieta, uma vez que os mamíferos não são capazes de sintetizá-lo (BRENNER, 1987) e encontrado nos tecidos animais, têm sido associado à atividade biológica, com propriedades anticarcinogênica e hipocolesterolêmica (McLEOD et al., 2004), redução do estresse oxidativo e

prevenção contra aterosclerose, além de proteção contra o crescimento de tumores da glândula mamária (SHINGFIELD et al., 2008). Por isso, as espécies ruminantes e seus produtos são considerados as fontes alimentares mais ricas em CLA (CHIN et al., 1994). Este ácido graxo também está presente em grandes concentrações na gordura do leite de cabra. Estudos na Itália (TSIPLAKOU et al., 2006) observaram aumento nas concentrações de CLA no leite de cabras alimentadas com pasto quando comparadas àquelas em sistema de confinamento, além de redução significativa do índice de aterogenicidade (relacionado à capacidade de iniciar ou acelerar um processo de formação de gordura, ao potencial obstrutivo das artérias) e trombogenicidade (relacionado à capacidade de originar ataques cardíacos e acidente vascular cerebral, pela formação de coágulos sanguíneos no interior das artérias) .

Desta forma, a alimentação dos caprinos tem sido um fator preponderante na manipulação dos constituintes do leite (GOETSCH et al., 2001), sendo responsável por aproximadamente 50% da variação do teor de gordura (SUTTON & MORANT, 1989; FREDEEN, 1996), que está diretamente relacionado à composição de ácidos graxos e conseqüentemente ao sabor do leite. A composição lipídica do leite de cabra é a característica de maior importância na determinação de sua qualidade nutricional e comercial, pois esses componentes estão envolvidos tanto na produção como na qualidade de queijos e estão diretamente relacionados à coloração e ao sabor de produtos lácteos (DELACROIX-BUCHET & LAMBERET, 2000).

Deste modo, a adição de ervas aromáticas na alimentação dos animais pode ser útil na diminuição dos sabores e odores indesejáveis, via alteração lipídica, além de trazer benefícios ao bem-estar dos animais (HOSODA et. al., 2006), diminuindo o estresse.

O capim-limão, capim-cidrô, capim-santo ou capim-cidreira (*Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf), como é popularmente conhecido, é uma destas ervas, gramínea perene, de porte alto, originário da Malásia, também cultivado em outros climas tropicais como Ásia, África, Índia e no Brasil. Suas folhas são aromáticas exalando forte odor de limão, simples e ásperas nas duas faces (CORRÊA, 1984), têm um metro de altura, são verde-claras, lineares, alongadas, finamente estriadas com bordos lisos e cortantes

(CORAZZA, 2002). Vegeta melhor nos solos areno-argilosos, solos demasiadamente secos quanto umidade em excesso são impróprios à cultura (CASTRO & RAMOS, 2003).

Esta espécie é cultivada principalmente para produção comercial de óleo essencial, conhecido internacionalmente como óleo de “lemongrass” e utilizado em alguns continentes como bebida isotônica. A qualidade do óleo é geralmente determinada pelo conteúdo de citral, o aldeído responsável pelo seu aroma (CORAZZA, 2002). O citral é uma mistura de isômeros, geranial (α -citral) e neral (β -citral) empregado em indústrias farmacêuticas (matéria-prima para síntese de β -ionona, utilizada como substância de partida para síntese de vitamina A), alimentícias (aromatização de sorvetes, bebidas, refrigerantes, confeitos) e cosméticas (perfumaria). É rapidamente absorvido pelo trato gastrointestinal e metabolizado, sendo excretado pela urina (DILIBERTO et al., 1988). É atribuído ao capim-limão atividade anti-helmíntica (KOKATE & VARMA, 1971), antibacteriana (CIMANGA et al., 2002), antifúngica (SCHUCK et al., 2001), inseticida (RAJAPAKSE & VAN EMDEN, 1997), diurética (GÁLVEZ et al., 1998), anticarcinogênica (PUATANACHOKCHAI et al., 2002), anti-reumática (Braga, 1960 citado por KOSHIMA et al., 2006); ação calmante e espasmolítica comprovada, atribuída à presença do citral, considerando-se a atividade analgésica devida ao mirceno (MATOS, 2000); além de comprovado efeito larvicida (FIGUEIREDO, 2002) e bactericida contra *Staphylococcus aureus* e *Escherichia coli* (SCHUCK et al., 2001), com consequente formação do halo de inibição para estes dois microrganismos (PEREIRA et al., 2008).

Assim, o objetivo deste estudo foi avaliar o perfil de ácidos graxos no leite de cabras alimentadas com diferentes porcentagens de capim-limão (*Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf).

2. Material e Métodos

O experimento foi conduzido durante os meses de setembro e outubro de 2009, na Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos (FZEA/USP-Pirassununga, São Paulo, Brasil), latitude 21° 58' 93" sul, longitude 47° 26' 00" oeste e altitude de 623 metros. Durante o período experimental as médias climáticas de temperatura ($23,2 \pm 0,2$ °C), sensação térmica ($25,5 \pm 0,3$ °C), radiação solar ($180,0 \pm 12,8$ W m⁻²), umidade relativa ($79,7 \pm 0,6\%$), velocidade do vento ($2,84 \pm 0,1$ km h⁻¹) e pluviosidade total (29,8 mm) foram coletadas da estação meteorológica Campbell Scientific modelo 21X (L).

Os animais e as dietas utilizados neste estudo estão descritos no Capítulo 2.

O período experimental foi de 56 dias. A colheita de leite para o perfil de ácidos graxos seguiu o esquema da Figura 1, sendo sete dias onde todos os animais receberam a dieta controle (T1), sete dias de adaptação com aumento progressivo do capim-limão nas dietas e 42 dias onde os animais receberam suas respectivas dietas experimentais (T1, T2, T3 e T4).

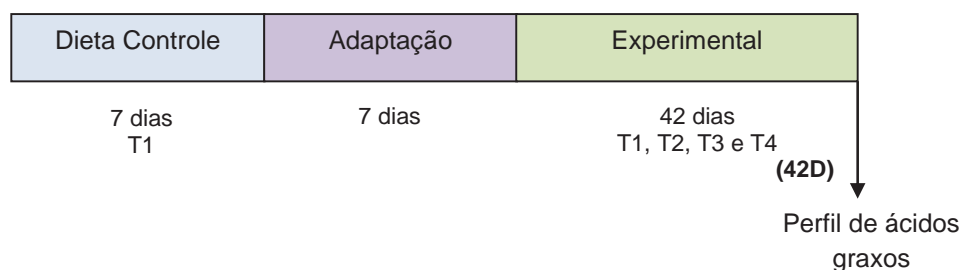


Figura 1. Esquema da colheita do leite para o perfil de ácidos graxos das cabras durante (42D) a alimentação com diferentes porcentagens de inclusão de capim-limão (*Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf).

As fêmeas foram ordenhadas uma vez ao dia, sempre às 6h00 em sistema de ordenha mecânica paralela. A ordenhadeira (Westfalia Surge), com seis conjuntos de teteiras foi regulada para manter 120 pulsações por minuto com vácuo ajustado a 44 kPa.

A mesma rotina foi seguida a cada ordenha e a seguinte sequência foi adotada: lavagem do sistema de ordenha 30 min antes do início; preparo da ordenhadeira

(colocação filtro de leite, preparo da solução “pre-dipping”, pulsador); fornecimento de 400 g de milho moído no canzil; condução dos animais da baia até a sala de ordenha; início da ordenha: registro do número dos animais, “pre-dipping” com solução iodada 0,5%, secagem dos tetos após 30 s com toalhas de papel, diagnóstico de mastite com a caneca telada, desprezando-se os três primeiros jatos de leite, colocação das teteiras, retirada das teteiras após o fluxo de leite ter cessado, esgotamento das metades mamárias manualmente até completa remoção do leite residual, realização do “pos-dipping” com solução glicerina de iodo 1%, anotação da produção de leite do medidor; retorno dos animais ordenhados à baia e condução do próximo lote à ordenha.

As amostras de leite utilizadas para avaliar a composição física e química, a contagem de células somáticas e o perfil de ácidos graxos, foram obtidas após 42 dias da dieta experimental, cada uma das amostras proveniente da única ordenha matutina diária. Neste momento também foi realizado com auxílio de termômetro digital o monitoramento da temperatura individual do leite.

A gordura do leite foi extraída para metilação e posterior análise cromatográfica do perfil de ácidos graxos, por centrifugação a 17800 x g por 30 minutos a 4 °C e a 19300 x g por 20 minutos a 4 °C, de acordo com FENG et al. (2004). A gordura separada (600 a 800 mg) foi metilada e os ésteres metílicos foram formados de acordo com KRAMER et al. (1997). Dois padrões C_{18:0} e C_{19:0} (Sigma Aldrich[®]) foram utilizados para corrigir as perdas durante o processo de metilação.

Os ácidos graxos foram quantificados por cromatografia gasosa (GC Shimadzu 2010, com injeção automática), usando coluna capilar SP-2560 (100 m x 0,25 mm de diâmetro com 0,02 mm de espessura, Supelco, Bellefonte, PA). A temperatura inicial foi de 70 °C por 4 minutos (13 °C minuto⁻¹) até chegar a 175 °C, mantendo por 27 minutos. Depois, um novo aumento de 4 °C minuto⁻¹ foi iniciado até 215 °C, mantendo por 31 minutos. O hidrogênio (H₂) foi utilizado como gás de arraste com fluxo de 40 cm s⁻¹.

Durante o processo de identificação foram utilizados quatro padrões: standard C₄₋₂₄ de ácidos graxos (Supelco[®] TM 37), ácido vacênico C_{18:1 trans-11} (V038-1G, Sigma[®]), C₁₈ CLA: 2 trans-10, cis-12 (UC-61M 100 mg), CLA e C_{18:2 cis-9, trans-11} (UC-60M 100

mg), (NU-CHEK-PREP E.U.A[®]) para identificação dos ácidos graxos que são formados durante a bio-hidrogenação de ácidos graxos insaturados ácidos.

Avaliaram-se os índices de aterogenicidade e trombogenicidade de acordo com as seguintes equações (ULBRICHT & SOUTHGATE, 1991):

$$IA = \frac{aS' + bS'' + cS'''}{dP + eM + fM'} \quad e \quad IT = \frac{mS^{iv}}{nM + oM' + p(\omega 6) + q(\omega 3) + \omega 3/\omega 6}$$

IA, em que: S' é a concentração em g 100g⁻¹ de C_{12:0}; S'' de C_{14:0} e S''' de C_{16:0}; P é a soma da concentração dos ácidos graxos poli-insaturados; M de C_{18:1} e M' a soma da concentração de outros monoinsaturados. Os coeficientes (a, b, c, d, e, f) são constantes empíricas, em que a, c, d, e, f tem valor 1 e b valor 4. Estas constantes estão relacionadas com o potencial aterogênico ou antiaterogênico de cada ácido graxo. No caso do ácido graxo mirístico (S''), por exemplo, o coeficiente "b" tem valor 4 devido ao seu potencial aterogênico ser aproximadamente quatro vezes maior que do ácido Palmítico (S''').

IT, em que S^{iv} é a soma da concentração em g 100 g⁻¹ de C_{14:0}, C_{16:0} e C_{18:0}; ω6 é a soma da concentração dos ácidos graxos poli-insaturados ω-6; ω-3 é a soma dos ácidos graxos poli-insaturados ω-3; M é a concentração de C_{18:1} e M' é a soma da concentração de outros ácidos graxos monoinsaturados. Os coeficientes (m, n, o, p, q) são constantes empíricas, em que m tem valor 1; n, o e p tem valor 0,5 e q valor 3. Estas constantes estão relacionadas com o potencial aterogênico ou de antiaterogenicidade de cada ácido graxo.

A razão entre os ácidos graxos hipocolesterolêmicos e hipercolesterolêmicos (HH) foi avaliada de acordo com a equação de SANTOS-SILVA et al. (2002). O índice da enzima Δ⁹-desaturase foi calculada de acordo com CORL et al. (2001).

A acidez do leite foi realizada pelo método Dornic. Transferiu-se para um béquer 10 mL da amostra previamente homogeneizada adicionando-se 5 gotas de solução de fenolftaleína a 1%. Titulou-se com a solução de NaOH 1/9 com agitação constante até

viragem da cor para “róseo discreto”. Anotou-se o volume de solução gasta. Cada 0,1 mL de solução Dornic corresponde a 1° Dornic, que corresponde a 0,01% de ácido láctico. O resultado da titulação foi multiplicado pelo fator de padronização da solução de NaOH.

A leitura do pH das amostras foi realizada com auxílio de potenciômetro calibrado com soluções tampão pH = 7 e pH = 4, procedendo-se o ajuste da escala do aparelho para este pH.

As análises físicas e químicas do leite foram realizadas no equipamento Milkoscope Expert Automatic (Scope Electric, Bulgaria-German) após colheita do leite em frascos de 50 mL diretamente do medidor da ordenha, após seu término e homogeneização, sendo em seguida refrigerados para posteriores dosagens. Desta amostra foi retirada uma alíquota para preparo das lâminas de contagem de células somáticas. A contagem de células somáticas (CCS) foi realizada pelo método microscópico tradicional para o leite de cabras. O corante utilizado Pyronin Y Methyl – Green (PYMG) foi oficializado nos Estados Unidos para análise microscópica do leite desta espécie (PACKARD et al., 1992) por diferenciar as células somáticas dos corpúsculos citoplasmáticos (ZENG et al., 1999), presentes de 3 a 94% (DULIN et al., 1982) no leite de cabra pela forma de secreção láctea apócrina; fato que pode alterar a contagem em aparelho calibrado com leite de vaca (MADUREIRA, 2006). A pironina é um corante específico de DNA, podendo ser utilizado para diferenciar células que contém DNA de células que contém somente RNA ou corpúsculos citoplasmáticos, sendo as células somáticas coradas em azul e o RNA em rosa (DULIN et al., 1982).

As lâminas foram preparadas no mesmo dia segundo o método de contagem microscópica padronizado por PRESCOTT & BREED em 1910, e descrito por Schalm (1971), que se baseia na estimativa da totalidade de células presentes numa amostra de leite, enumeradas com auxílio de um microscópio óptico, em objetiva de imersão com aumento de 1000x. Assim, coletou-se diretamente do frasco 10 µL de amostra produzindo-se um esfregaço sobre uma lâmina de área retangular (5x20mm) pré-definida de 1cm². Após a secagem, as lâminas foram fixadas por 5 min em solução Carnoy's (100 mL de ácido acético glacial, 300 mL de clorofórmio e 600 mL de etanol),

1 min em etanol 50%, 1 min em etanol 30%, 1 min em água destilada. Foram então, coradas por 6 minutos em solução com 1g de pironina-Y e 0,56g de verde de metil em 196 mL de água destilada. Após secagem completa do esfregaço, foram imersas em butanol, por um minuto, em seguida em água destilada durante um minuto e secas novamente. Após a secagem, as lâminas foram armazenadas para leitura. As amostras foram confeccionadas em duplicatas.

A leitura das lâminas foi realizada contando-se 100 campos microscópicos segundo o Sub-Committee on Screening Tests-NMC e IDF/FIL, citado por VASCONCELOS (1996). O resultado final, indicado pelo número de células somáticas compreendendo células epiteliais, leucócitos mononucleares e polimorfonucleares, contadas em 100 campos em duplicata, foi multiplicado por um fator calculado por meio de relação matemática entre a quantidade de amostra, a área do esfregaço e a área do campo visual, denominado fator de trabalho. Os resultados foram apresentados com o valor real e transformados para logaritmo na base 10.

O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado, com 11 repetições e quatro porcentagens de inclusão de capim-limão na dieta. Os dados de produção, composição e perfil lipídico do leite foram avaliados por meio de análise de variância e regressão, com auxílio do procedimento "General Linear Models" do SAS, utilizando-se o peso dos animais como covariável. Os resultados de consumo também foram analisados com auxílio do procedimento "General Linear Models" do SAS. Os coeficientes de correlação linear de Pearson foram calculados pelo procedimento *Corr* do SAS (SAS, 2004) e os contrastes entre as médias pelo teste de Tukey a 5%.

3. Resultados e Discussão

As variáveis de produção e composição do leite são apresentadas na Tabela 1. Embora tenha havido aumento na produção de leite (PL) nos animais alimentados com diferentes porcentagens de inclusão de capim-limão, apenas foram observadas diferenças ($P < 0,05$) entre os tratamentos 1 (controle) e 3 (66,5% de inclusão). O mesmo foi observado para a produção de leite corrigida (PLC) a 3,5%.

A PL e PLC aumentaram linearmente com até 66,5% de inclusão do capim-limão na dieta das cabras. O cálculo da produção de leite no ponto máximo estima em 54% ($y = -0,0003x^2 + 0,0323x + 2,1596$; $R^2 = 0,89$) como sendo a inclusão máxima de capim-limão na dieta para que a produtividade seja maximizada. Estes resultados contrastam com os de TAKATA et al. (2001) e BENCHAAAR et al. (2007) que não observaram variações na produção leiteira de vacas alimentadas com 20% de capim-limão na dieta e com óleos essenciais, respectivamente.

Tabela 1. Produção e composição física e química (\pm erro padrão médio) do leite das cabras alimentadas com capim-limão (*Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf)

Variáveis	Diets			
	T1 (0%) ¹ (controle)	T2 (33,5%)	T3 (66,5%)	T4 (100%)
Produção de leite (kg dia ⁻¹)	2,22 ^{bc} \pm 0,33	2,77 ^{bc} \pm 0,18	3,37 ^a \pm 0,40	2,81 ^{ab} \pm 0,46
Produção de leite corrigida (kg dia ⁻¹) ²	1,95 ^{bc} \pm 0,28	2,37 ^{bc} \pm 0,15	2,91 ^a \pm 0,36	2,49 ^{ab} \pm 0,46
Temperatura do leite (°C)	34,72 ^b \pm 0,48	35,66 ^a \pm 0,56	35,82 ^a \pm 0,38	35,59 ^a \pm 0,67
Acidez (°D)	16,83 \pm 0,52	17,36 \pm 0,48	17,52 \pm 0,36	17,44 \pm 0,29
pH	6,49 \pm 0,04	6,49 \pm 0,05	6,49 \pm 0,02	6,54 \pm 0,04
Gordura (%)	2,83 \pm 0,14	2,66 \pm 0,17	2,64 \pm 0,15	2,66 \pm 0,26
Proteína (%)	3,20 \pm 0,09	3,38 \pm 0,07	3,38 \pm 0,05	3,37 \pm 0,09
Lactose (%)	4,34 \pm 0,07	4,50 \pm 0,05	4,51 \pm 0,03	4,50 \pm 0,06
Densidade (g L ⁻¹)	1,0287 ^b \pm 0,0003	1,0294 ^a \pm 0,0002	1,0295 ^a \pm 0,0001	1,0294 ^a \pm 0,0003
Sólidos Totais (%)	10,83 \pm 0,16	10,82 \pm 0,24	10,79 \pm 0,17	10,79 \pm 0,30
Extrato Seco Desengordurado (%)	8,00 \pm 0,07	8,15 \pm 0,07	8,15 \pm 0,04	8,14 \pm 0,07
Sais (%)	0,65 ^b \pm 0,01	0,67 ^a \pm 0,01	0,68 ^a \pm 0,01	0,68 ^a \pm 0,01
Ponto crioscópico (°C)	-0,496 \pm 0,008	-0,515 \pm 0,007	-0,515 \pm 0,005	-0,517 \pm 0,010
CCS (*1000 células mL ⁻¹)	427,40 \pm 98,36	151,12 \pm 11,97	379,41 \pm 91,91	408,18 \pm 75,44
LOG CCS (células mL ⁻¹)	2,55 \pm 0,31	2,17 \pm 0,10	2,43 \pm 0,41	2,50 \pm 0,40

¹% de inclusão de capim-limão na dieta; ²PLC = (0,432 + 0,1625 x G) x Produção de Leite (kg) em que G é a % de gordura (SKLAN et al., 1992). *Médias seguidas de mesma letra na mesma linha não diferem entre si (P>0,05) pelo teste de Tukey.

Os resultados deste estudo comprovam uma alta correlação entre a produção de leite e o consumo de nutrientes como: consumo de matéria seca (r=0,97; P<0,05),

consumo de proteína bruta ($r=0,98$; $P<0,05$) e consumo de extrato etéreo ($r=0,97$; $P<0,05$). O qual indica que o aumento da produção foi decorrente do maior consumo de nutrientes da dieta atribuído à inclusão do *Cymbopogon citratus*, uma vez que a ingestão não foi limitada. Este efeito apoia a teoria de resposta linear da produção de leite com o suprimento de energia e proteína (NRC, 2007).

Adicionalmente, os animais que receberam capim-limão tiveram aumento de 0,87 a 1,1 °C ($P<0,05$) na temperatura do leite (Figura 2) quando comparado aos animais do grupo controle (T1), observando-se correlação positiva entre produção e a temperatura do leite ($r=0,31$; $P<0,05$) como relatado em bovinos lactantes ($r=0,38$; $P<0,05$) (OLIVEIRA NETO et al., 2001; WEST et al., 2003). Este fato era esperado, uma vez que em animais com maiores produções há maior fluxo sanguíneo para a glândula mamária (DAVIS & COLLIER, 1985). Também num rebanho Holandês, a alta temperatura do leite foi associada à ocorrência de mastite subclínica com evolução para clínica (IGONO et al., 1985; GIL, 1988), além de poder ser utilizada na detecção de estro (McARTHUR et al., 1992). Porém, neste trabalho não se observou correlação entre a temperatura do leite e a contagem de células somáticas ($r=-0,20$; $P=0,38$), indicativa de inflamação intramamária.

Não foram encontradas diferenças significativas ($P>0,05$) na contagem de células somáticas (CCS). Contudo, foram observados valores baixos de CCS neste estudo ($341 * 1000$ células mL^{-1}), os quais são desejados por indicarem menores riscos de contaminação bacteriana por microrganismos contagiosos, menores perdas na produção leiteira e melhor qualidade higiênica sanitária do rebanho. Os resultados obtidos estiveram abaixo do registrado em diversos trabalhos com a espécie caprina (CONTRERAS et al., 2008; CHEN et al., 2010; NEVES et al., 2010). No entanto, os autores utilizaram metodologias eletrônicas para a CCS que podem superestimar a contagem (ZENG et al., 1999). Fazendo-se uso do procedimento microscópico clássico com auxílio do corante pironina e verde de metil, empregados como referência para leite de cabra (PACKARD et al., 1992), resultados semelhantes (PAAPE et al., 1963; MADUREIRA et al., 2010) foram encontrados.

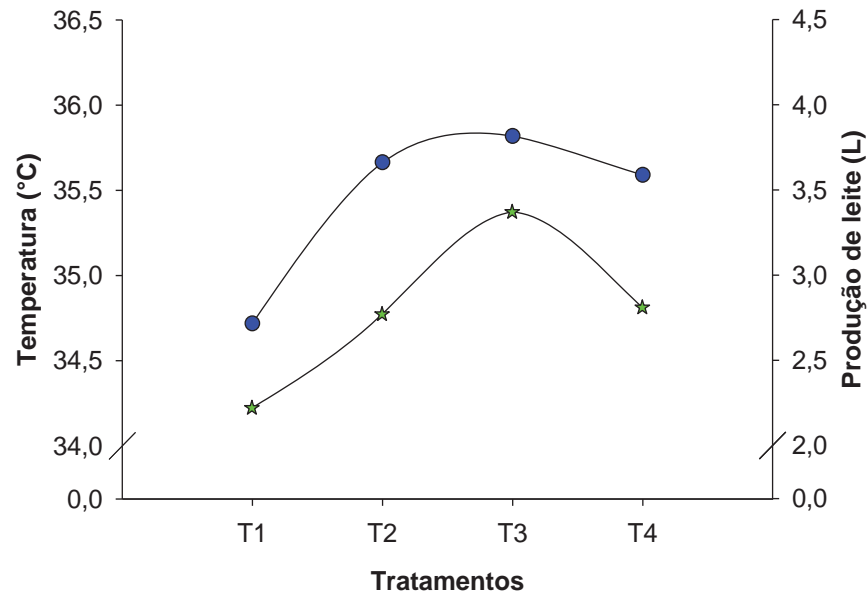


Figura 2. Produção (★) e temperatura do leite (●) das cabras alimentadas com capim-limão (*Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf).

De modo geral, não houve alterações ($P > 0,05$) na composição física e química do leite dos animais alimentados com silagem de milho e/ou capim-limão, como relatado em vacas recebendo dietas à base de capim-limão, hortelã-pimenta, orégano e manjeriço (TAKATA et al., 2001). Os resultados de acidez, proteína e lactose mantiveram-se dentro dos limites estabelecidos pela Instrução Normativa 37 (13 a 18° Dornic; mínimo de 2,8% e mínimo de 4,3%; respectivamente).

Não foi observada diferença nos teores de gordura ($P > 0,05$) do leite, corroborando com MATSUSHITA et al. (2007) que também não encontraram diferenças trabalhando com a inclusão de óleos de soja, canola e girassol. Contudo, os resultados contrastam com os dados de QUEIROGA et al. (2010) que observaram variações significativas no leite das cabras sob efeito de inclusão de óleos de licuri e mamoma.

Dos componentes do leite, a gordura é a fonte de energia mais importante (CUNNINGHAM & KLEIN, 1993) e o componente do leite que mais apresenta variações (PRATA, 2001). De forma geral, 40% da gordura do leite de ruminantes provém do acetato, 10% do butirato e 50% dos triglicerídeos plasmáticos. O acetato e butirato

estão entre os ácidos graxos voláteis produzidos pela fermentação ruminal que são absorvidos pela corrente sanguínea e, na glândula mamária, e servem como precursores para síntese de gordura no leite (FONSECA & SANTOS, 2000). Fatores relacionados à dieta que promovam a produção de ácido propiônico e, alterem a relação acetato:propionato tem profundo efeito depressor no teor de gordura (PERES, 2001). Bovinos Brahman alimentados com diferentes níveis de capim-limão apresentaram desde diminuição de 13% (100 g dia^{-1}) até aumento de 11% (300 g dia^{-1}) nesta relação, quando comparado ao grupo não suplementado (WANAPAT et al., 2008), porém, sem diferença significativa. Da mesma forma, a adição de 5% de capim-limão na alimentação de vacas leiteiras também não foi suficiente para alterar esta relação (HOSODA et al., 2006), contudo, estes autores utilizaram quantidades bem menores do que os utilizados nesta pesquisa.

A gordura variou cerca de 7%, correlacionada negativamente com a produção de leite ($r=-0,52$; $P=0,0003$) sugerindo que houve efeito de diluição, sendo a redução na concentração energética compensada pela maior produção de leite (EIFERT et al., 2006). Também não foi observada ($P>0,05$) diferença na composição proteica do leite. Embora tenham aumentado com a inclusão de capim-limão, estes resultados confirmam os achados em estudos com a suplementação de diferentes forrageiras na dieta (EKNAES et al., 2009).

Não foi observada diferença no teor de lactose no leite dos animais, visto que a alimentação praticamente não afeta o conteúdo de lactose do leite (FREDEEN, 1996), e esta baixa amplitude de variação deve-se ao fato deste açúcar estar relacionado à regulação da pressão osmótica na glândula mamária, de modo que, maior produção de lactose determina maior produção de leite com o mesmo teor de lactose (PERES, 2001), comprovado pela ausência de correlação entre os dois parâmetros ($r=0,04$; $P=0,80$).

Os resultados de sólidos totais (gordura + proteína + lactose + sais) foram acompanhados pela diminuição da gordura e proteína do leite, frações com maior amplitude de variação e coeficiente de correlação de Pearson de 0,96; $P<0,0001$ e 0,46; $P=0,0024$; respectivamente.

Em todos os tratamentos, o extrato seco desengordurado ficou abaixo (8,00% a 8,15%) do mínimo (8,20%) exigido pela Instrução Normativa 37, que regulamenta a produção, identidade e qualidade do leite de cabra no Brasil.

O ponto crioscópico que indica a temperatura de congelamento, foi alterado pelos elementos solúveis do leite (FONSECA & SANTOS, 2000) sendo correlacionado, principalmente, com o teor de lactose ($r=0,99$; $p<0,0001$) como observado por outros autores ($r=0,73$; $P<0,0001$) (PINKERTON & PETERS, 1957) e sais ($r=0,98$; $P<0,0001$). O Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal (DIPOA) não estabeleceu um padrão que possa ser utilizado como referência para o leite desta espécie no país. Mesmo existindo estudos internacionais que eventualmente possam ser utilizados para comparação deste parâmetro ($-0,545$ a $-0,557$ °C) nos laticínios (IDF, 2007; JANŠTOVÁ et al., 2007), inúmeros fatores podem contribuir para variação do ponto de congelamento, não havendo um valor que possa ser utilizado como padrão.

Foram encontradas diferenças na densidade e no teor de sais do leite.

Os resultados a 15 °C (1,0287 a 1,0294 g L⁻¹) estiveram entre os valores preconizados pela Instrução Normativa 37 (1,0280 a 1,0340 g L⁻¹). A lactose e a proteína foram os componentes com maior proporção no leite dos animais, tendo os teores numericamente aumentados decorridos da adição de capim-limão na dieta. Por essa razão, a densidade foi maior no leite das fêmeas dos tratamentos 2, 3 e 4 ($P<0,05$), obtendo-se correlações altas e significativas para lactose e proteína ($r=0,93$ e $r=0,92$; $P<0,0001$, respectivamente).

A adição de capim-limão promoveu um aumento de 3 a 4% ($P<0,05$) no teor de sais no leite caprino. Os sais (cloretos, fosfatos ou citrato) encontrados no leite (PRATA, 2001) apresentam importante papel nutricional e tecnológico, pois são responsáveis pelo estado físico e estabilidade dos componentes (FONSECA & SANTOS, 2000), contribuindo para a manutenção do pH e pressão osmótica do leite (SHAMAY et al., 2000). Ainda que haja um provável efeito da dieta na concentração de sais relacionada à síntese “de novo” de ácidos graxos na glândula mamária (HOLT, 1985) e uma associação entre a diminuição dos ácidos graxos de cadeia curta e média e o aumento

de minerais tenha sido encontrada (FAULKNER & POLLOCK, 1989), ainda há poucos estudos que elucidem a afirmação (GAUCHERON, 2005).

Os consumos de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB), extrativo não nitrogenado (ENN), fibra em detergente ácido (FDA), fibra em detergente neutro (FDN), nutriente digestível total (NDT), carboidrato não fibroso (CNF) e carboidrato total (CT) em kg dia^{-1} e %PV, foram influenciados ($P < 0,05$) pela inclusão de capim-limão na dieta (Tabela 2) como relatado por HOSODA et al. (2006) trabalhando com bovinos.

O menor e maior consumo de nutrientes foi observado nos animais do tratamento 1 (0% de capim-limão na dieta) e 3 (inclusão de 66,5% de capim-limão na dieta), respectivamente. Em dietas com níveis elevados de fibra, como praticada neste experimento (máximo de 40,79% FDN na MS no T4), o principal fator que controla o consumo é a capacidade física de ingestão influenciada pelo tamanho de partícula; portanto, quanto maior este tamanho maior será a produção de saliva, maior o tempo de mastigação e maior o poder tamponante (MERTENS, 1987), conseqüentemente menor o tempo de ingestão dos alimentos. Deste modo, como boa parte da dieta foi fornecida peletizada, especialmente para os tratamentos com 66,5% (T3) e 100% (T4) de “pellets”, o maior consumo pode ser parcialmente explicado por esta circunstância.

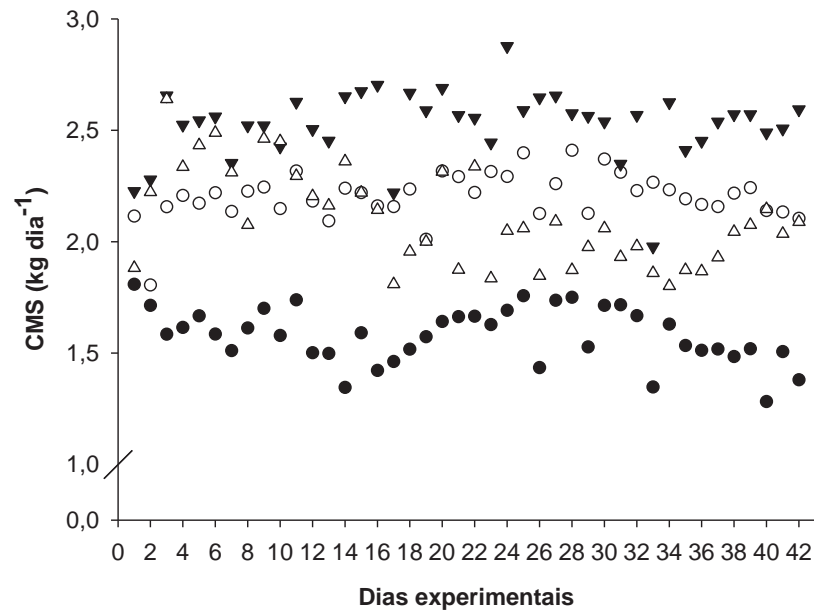


Figura 3. Consumo médio de matéria seca (CMS) das cabras alimentadas durante 42 dias com capim-limão (*Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf) de acordo com o tratamento controle (T1:●); 33,5% de capim-limão (T2:○); 66,5% de capim-limão (T3:▼) e 100% de capim-limão (T4:△) na dieta.

Outra explicação poderia ser encontrada na composição química do capim-limão, cujo principal composto é o citral, um monoterpene, que na dieta de suínos melhorou a absorção e utilização dos nutrientes (ONIBALA, 1999), além de aumentar a atividade de enzimas digestivas e atuar como agente antimicrobiano (ISAMEL, 1990).

A relação entre ingestão de MS e o conteúdo de FDN da dieta pode ser bem explicado por uma equação quadrática ($y = -0,00008x^2 + 0,0127x + 0,419$; $R^2 = 0,75$, $P < 0,05$), que estima em 79% a porcentagem de inclusão de capim-limão que maximiza a ingestão de matéria seca.

Tabela 2. Média do consumo de nutrientes das cabras alimentadas com capim-limão (*Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf)

Parâmetro	Dietas				EPM
	T1 (0%) ¹ (controle)	T2 (33,5%)	T3 (66,5%)	T4 (100%)	
CMS					
kg dia ⁻¹	1,62	2,38	2,71	2,18	0,23
%PV	2,73	3,95	4,27	3,35	0,34
CMM²					
kg dia ⁻¹	0,09	0,13	0,16	0,14	0,02
%PV	0,14	0,22	0,26	0,21	0,02
CPB					
kg dia ⁻¹	0,24	0,34	0,39	0,32	0,03
%PV	0,40	0,57	0,62	0,48	0,05
CEE					
kg dia ⁻¹	0,06	0,08	0,09	0,08	0,01
%PV	0,10	0,14	0,15	0,12	0,01
CENN					
kg dia ⁻¹	1,05	1,50	1,67	1,31	0,13
%PV	1,77	2,49	2,64	2,02	0,20
CFDA					
kg dia ⁻¹	0,22	0,37	0,47	0,43	0,06
%PV	0,37	0,61	0,75	0,65	0,08
CFDN					
kg dia ⁻¹	0,42	0,73	0,97	0,89	0,12
%PV	0,70	1,22	1,53	1,37	0,18
CNDT					
kg dia ⁻¹	1,21	1,74	1,94	1,52	0,16
%PV	2,04	2,88	3,06	2,34	0,24
CCNF					
kg dia ⁻¹	0,91	1,04	1,07	0,72	0,14
%PV	1,52	1,73	1,68	1,11	0,08
CCT					
kg dia ⁻¹	1,39	1,78	2,07	1,61	0,21
%PV	2,33	2,95	3,26	2,48	0,14

¹% de inclusão de capim-limão na dieta. ²Os resultados estão expressos na matéria seca a 100%; MS (matéria seca); MM (matéria mineral); PB (proteína bruta); FB (fibra bruta); EE (extrato etéreo); ENN (extrativo não nitrogenado); FDA (fibra em detergente ácido); FDN (fibra em detergente neutro livre de cinzas); NDT (nutrientes digestíveis totais); CNF (carboidratos não fibrosos); CT (carboidratos totais).

O alto conteúdo de FDN nas dietas não limitou o consumo, provavelmente porque a peletização do capim-limão adicionado à dieta melhorou a eficiência da utilização dos nutrientes dos alimentos pelos microrganismos ruminais com resultados positivos, por exemplo, sobre a produção de leite (THEURER et al., 1999).

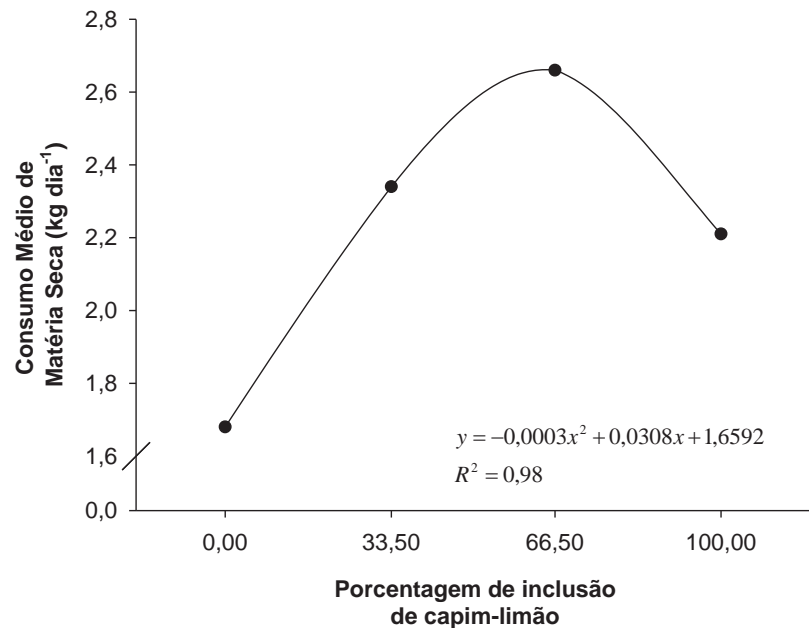


Figura 4. Consumo médio diário de matéria seca das cabras em função da porcentagem de inclusão de capim-limão (*Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf) na dieta.

A inclusão de capim-limão na dieta promoveu maior ganho em peso ($P < 0,05$) nos animais, contrastando com os resultados observados em coelhos (OMER et al., 2010). Houve interação entre esta variável e a ingestão de MS ($P < 0,05$). Os tratamentos com 66,5 (T3) e 100% (T4) de inserção de capim-limão não diferiram entre si ($P > 0,05$), como também observado entre T1 (0%, controle) e T2 (33,5%) ($P > 0,05$), porém, diferiram ($P < 0,05$) dos tratamentos T1 (0%) e T2 (33,5%).

As alterações no perfil de ácidos graxos (AG) do leite são apresentadas na Tabela 3. Foram identificados 32 ácidos graxos no leite das cabras alimentadas com silagem de milho e/ou capim-limão (15 ácidos graxos saturados, 8 ácidos graxos monoinsaturados e 6 ácidos graxos poli-insaturados). O resultado dos três ácidos graxos: C_{18:3} n-6, C_{18:2} *trans*-10, *cis*-12 (CLA), e C_{20:2} *cis*-11, 14; cuja concentração esteve abaixo de 0,01% para todos os tratamentos, não foi apresentado.

A inclusão de capim-limão (*Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf) alterou 40% dos AG no leite, sobretudo, aqueles de maior importância na saúde humana, alguns

responsáveis por diminuir ou aumentar o colesterol sanguíneo, outros por apresentarem potencial anticarcinogênico e antiaterogênico.

A concentração de ácido butírico não foi alterada em função da dieta, porém, apresentou até 23% de aumento no tratamento com 100% de capim-limão. Este AG tem despertado interesse devido ao seu efeito benéfico sobre a saúde, particularmente na regulação do crescimento celular, associado a propriedades antineoplásicas (PARODI, 2003).

Dos três ácidos graxos (láurico, C_{12:0}; mirístico, C_{14:0}; palmítico, C_{16:0}) responsáveis por favorecer a aterosclerose, dois tiveram sua síntese inibida pela adição de capim-limão à dieta. O ácido mirístico e palmítico diminuíram em até 13% e 9% de forma cúbica (P<0,05) e linear (P<0,01), respectivamente, suas concentrações no leite dos animais. Alterações na quantidade destes ácidos no leite são importantes por proporcionar ao consumidor um alimento com menor potencial hipercolesterolêmico (GRIINARI et al., 1999). Da mesma forma, houve redução linear de 43% no ácido pentadecanóico (*cis*-10 C_{15:1}), como observado na carne de bovinos (KUSS et al., 2007) e de 98% (P<0,01) do ácido eicosenóico (C_{20:1}).

O ácido esteárico (C_{18:0}) não foi modificado pela dieta (P>0,05). Embora considerado por muitos anos prejudicial à saúde, ao contrário de outros ácidos graxos saturados, estudos recentes o classificam como neutro (quanto à sua ação sobre as lipoproteínas de baixa densidade - LDL circulantes), não aterogênico, por ser metabolizado a ácido oleico quando ingerido (DIETSCHY, 1998). Do mesmo modo, o ácido oleico (C_{18:1 cis}-9) que não apresentou diferenças no leite (P>0,05), é desejável por ter ação hipocolesterolêmica, com a vantagem de não reduzir o colesterol HDL, atuando na proteção contra doenças coronarianas.

Tabela 3. Média do perfil de ácidos graxos do leite de cabras alimentadas com capim-limão (*Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf)

Ácido graxo	Dietas				P
	T1 (0%) ¹ (controle)	T2 (33,5%)	T3 (66,5%)	T4 (100%)	
	g 100g ⁻¹				
Butírico (4:0)	0,79 ± 0,04	0,86 ± 0,03	0,88 ± 0,03	0,97 ± 0,06	NS
Capróico (6:0)	1,28 ± 0,06	1,32 ± 0,04	1,44 ± 0,04	1,36 ± 0,10	NS
Caprílico (8:0)	1,64 ± 0,09	1,70 ± 0,05	1,80 ± 0,06	1,67 ± 0,13	NS
Cáprico (10:0)	6,30 ± 0,40	6,62 ± 0,24	6,69 ± 0,28	6,08 ± 0,45	NS
Undecanóico (11:0)	0,19 ± 0,01	0,20 ± 0,02	0,19 ± 0,01	0,16 ± 0,02	NS
Láurico (12:0)	2,78 ± 0,18	3,00 ± 0,13	3,01 ± 0,13	2,65 ± 0,13	NS
Tridecanóico (13:0)	0,17 ± 0,01	0,20 ± 0,01	0,17 ± 0,01	0,14 ± 0,01	NS
Mirístico (14:0)	8,33 ^a ± 0,40	8,56 ^{ab} ± 0,26	8,89 ^{ab} ± 0,29	7,23 ^b ± 0,51	*
Miristoléico (14:1)	0,55 ± 0,03	0,59 ± 0,02	0,57 ± 0,03	0,59 ± 0,05	NS
Pentadecanóico (15:0)	0,78 ± 0,04	0,82 ± 0,04	0,70 ± 0,03	0,65 ± 0,03	NS
Pentadecanóico <i>cis</i> -10 (15:1)	0,21 ^a ± 0,02	0,21 ^a ± 0,01	0,19 ^a ± 0,01	0,12 ^b ± 0,01	*
Palmitico (16:0)	27,51 ^a ± 1,20	25,41 ^b ± 0,71	25,20 ^b ± 1,07	25,12 ^b ± 2,17	*
Palmitoléico (16:1)	1,60 ± 0,07	1,42 ± 0,07	1,43 ± 0,07	1,44 ± 0,11	NS
Heptadecanóico (17:0)	0,55 ^a ± 0,02	0,53 ^{ab} ± 0,02	0,52 ^a ± 0,02	0,47 ^b ± 0,02	*
Heptadecanóico (17:1 <i>cis</i> -10)	0,20 ^a ± 0,02	0,12 ^b ± 0,01	0,11 ^b ± 0,01	0,11 ^b ± 0,01	**
Esteárico (18:0)	10,49 ± 0,66	11,40 ± 0,56	11,11 ± 0,53	10,83 ± 0,93	NS
Elaídico (18:1 <i>trans</i> -9)	0,06 ^b ± 0,02	0,24 ^a ± 0,04	0,27 ^a ± 0,02	0,11 ^b ± 0,03	**
Oleico (18:1 <i>cis</i> -9)	24,15 ± 1,14	22,54 ± 0,65	22,80 ± 0,71	22,56 ± 1,06	NS
Vacênico (18:1 <i>trans</i> -11)	2,04 ± 0,18	2,43 ± 0,20	1,71 ± 0,12	2,83 ± 0,41	NS
CLA (18:2 <i>cis</i> 9, <i>trans</i> -11)	0,47 ^c ± 0,02	0,67 ^{bc} ± 0,03	0,88 ^{ab} ± 0,06	1,10 ^a ± 0,10	***
Linolelaídico (18:2 n-6 <i>trans</i>)	0,15 ± 0,01	0,22 ± 0,02	0,19 ± 0,01	0,22 ± 0,02	NS
Linoleico (18:2 n-6 <i>cis</i>)	2,65 ^b ± 0,11	3,27 ^b ± 0,11	3,78 ^{ab} ± 0,20	4,98 ^a ± 0,39	***
Alfa-linolênico (18:3 n-3)	0,04 ^b ± 0,01	0,11 ^b ± 0,02	0,30 ^a ± 0,01	0,44 ^a ± 0,04	***
Araquídico (20:0)	0,18 ± 0,01	0,19 ± 0,01	0,18 ± 0,01	0,18 ± 0,01	NS
Eicosenóico (20:1)	0,07 ^a ± 0,01	0,09 ^a ± 0,02	0,00 ^b ± 0,00	0,00 ^b ± 0,00	**
Heneicosanóico (21:0)	0,02 ^c ± 0,00	0,03 ^b ± 0,00	0,04 ^a ± 0,00	0,04 ^a ± 0,00	***
Behenico (22:0)	0,04 ^b ± 0,00	0,04 ^b ± 0,00	0,04 ^b ± 0,00	0,06 ^a ± 0,00	**
Eicosatrienóico (20:3)	0,01 ± 0,00	0,02 ± 0,00	0,01 ± 0,00	0,01 ± 0,00	NS
Araquidônico (20:4)	0,17 ± 0,01	0,15 ± 0,00	0,15 ± 0,01	0,17 ± 0,01	NS
Outros	7,05 ± 1,37	7,31 ± 0,93	7,03 ± 1,04	7,39 ± 1,96	NS

¹% de inclusão de capim-limão na dieta. Médias seguidas de mesma letra na mesma linha não diferem entre si (P>0,05) pelo teste de Tukey.

*P<0,05

** P<0,01

*** P<0,001.

O ácido vacênico é o mais importante ácido graxo *trans* da gordura do leite (PRECHT & MOLKENTIN, 1996), é um intermediário da bio-hidrogenação dos ácidos poli-insaturados com 18 carbonos e do ácido esteárico no rúmen, sendo o principal precursor de CLA na gordura do leite (GRIINARI et al., 2000). Embora se esperasse que o ácido vacênico apresentasse a mesma tendência de resposta linear ($P < 0,001$) ascendente (TURPEINEN et al., 2002) que o ácido rumênico (CLA) no leite (0,47; 0,67; 0,88 e 1,10 100g^{-1}), isto não ocorreu. A proporção do ácido linoleico conjugado aumentou 134% até atingir o patamar de 100% de inclusão do capim-limão na dieta. O ácido vacênico aumentou 19% (T2: 2,43 100g^{-1}) até a inclusão de 33,5% de capim-limão; diminuiu 16% em níveis abaixo da dieta controle (T1: 2,04 e T3: 1,71 $\text{g } 100\text{g}^{-1}$), porém, um aumento foi observado novamente no T4 (2,83 $\text{g } 100\text{g}^{-1}$). Mesmo com esta constatação, uma correlação positiva foi encontrada entre estes dois ácidos graxos ($r=0,56$; $P < 0,0001$).

Os microrganismos ruminais desenvolveram um mecanismo de autodefesa chamado de bio-hidrogenação que converte ácidos graxos insaturados em ácidos graxos saturados, que são conseqüentemente menos tóxicos (PALMQUIST & MATTOS, 2006). O efeito da adição do capim-limão no aumento destes ácidos graxos pode ser devido à atividade antioxidante presente na erva (FIGUEIRINHA et al., 2010), inibindo a lipólise (LEE et al, 2008), hidrólise enzimática da gordura do leite (SANTOS et al., 2007) e a bio-hidrogenação ruminal. Deste modo, há aumento do fluxo de ácidos graxos insaturados *trans*- $\text{C}_{18:1}$ para o intestino delgado e para glândula mamária (PALMQUIST & BEAULIEU, 1993).

Ao mesmo tempo, óleos essenciais presente também no capim-limão (citról), aumentam a atividade das enzimas digestivas e agem como agentes antimicrobianos (ISAMEL & PIERSON, 1990) por inibição da agregação bacteriana às partículas dos alimentos (WALLACE et al., 2002). Contudo, embora se acredite que a origem do CLA seja resultado da bio-hidrogenação ruminal, sua maior concentração é decorrente da atividade da enzima esteroil-CoA desaturase (SCD), mais comumente conhecida como Δ^9 desaturase, sobre o ácido vacênico (PALMQUIST & MATTOS, 2006). Trabalhos recentes observaram alterações na etapa final da bio-hidrogenação ruminal,

redução na conversão do ácido vacênico em esteárico, por alteração na microbiota ruminal, relatado em bovinos suplementados com capim-limão (WANAPAT et al., 2008), e em ovinos alimentados com tanino, podendo ser uma alternativa na produção de ácido vacênico em detrimento da maior síntese endógena de CLA (VASTA et al., 2010). No entanto, com o aprimoramento de técnicas analíticas pode-se avaliar a complexidade dos processos de bio-hidrogenação no rúmen, uma vez que, além dos principais caminhos que envolvem o ácido rumênico e vacênico como intermediários, deve haver muitos caminhos adicionais (COSTA et al., 2009), esclarecendo assim a ausência de tendência entre estes dois ácidos graxos neste trabalho.

Entretanto, deve-se salientar que a manipulação da composição do perfil lipídico do leite, principalmente quanto a uma maior quantidade de ácido rumênico (CLA $_{18:2}$ *cis*-9, *trans*-11), recomendado nutricionalmente, pode comprometer a qualidade dos produtos manufaturados, como queijos e manteiga, pela baixa estabilidade oxidativa da gordura (PALMQUIST & MATTOS, 2006).

A concentração dos ácidos linoleico ($C_{18:2}$ n-6 *cis*) e alfa-linolênico ($C_{18:3}$ n-3) aumentaram consideravelmente. Isto pode ser devido ao fato destes ácidos graxos estarem mais disponíveis para serem bio-hidrogenados e desta forma, formarem o CLA durante a fase de isomerização (SANTOS et al., 2001). Estes lipídios são ácidos graxos essenciais pertencentes à série ômega 6 e 3, respectivamente, e promotores da diminuição de colesterol sanguíneo reduzindo os riscos de doenças cardiovasculares (HARRIS, 1990), sendo portanto úteis na nutrição. Em geral, animais alimentados com forrageiras apresentam um alto nível de ácido linolênico, precursor da série de ácidos graxos ômega 3, enquanto àqueles alimentados com concentrados apresentam maiores quantidades de ácido linoleico, precursor dos ômega 6 (DÍAZ et al., 2002). Além disso, o incremento do AG alfa-linolênico no leite dos animais é decorrente da maior quantidade deste lipídio no capim-limão ($16,85 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$) quando comparado com a silagem de milho ($0,96 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$).

A qualidade nutricional do perfil lipídico do leite dos animais alimentados com capim-limão é avaliada na Tabela 4.

A concentração total de ácidos graxos de cadeia curta (C₄:C₁₀) não foi influenciada pelos tratamentos, contrariando os resultados observados no leite de cabras alimentadas com dietas sob adição de óleo de canola, responsável por diminuir de forma quadrática a concentração de ácidos graxos de cadeia curta (MIR et al., 1999).

Entretanto, uma diminuição nos AG de cadeia média (P<0,01) e um aumento nos de cadeia longa (P<0,05) foram observados no leite dos animais.

O leite caprino possui normalmente uma maior quantidade de ácidos graxos de cadeia curta (CHILLIARD et al., 2003) quando comparado ao leite de outras espécies, o qual proporciona uma maior área de superfície para ação enzimática, facilitando a digestão. A menor produção de AG de cadeia curta e média (C₄ a C₁₆) está normalmente associada à redução na porcentagem de gordura do leite (CHOUINARD et al., 1999), no entanto, esta relação não foi encontrada.

A redução nos AG de cadeia média foi linear, diminuindo à medida que o capim-limão foi incorporado à dieta. Este comportamento foi devido à inibição da síntese intramamária, visto que estes ácidos graxos são originários da lipogênese. Esta atividade pode ser pronunciada por ácidos graxos insaturados e de cadeia longa (ANNINSON, 1983). Os resultados obtidos incluem interesse nutricional, pois os AG de cadeia média são os principais responsáveis pelo desenvolvimento de doenças cardiovasculares (CHILLIARD et al., 2001).

Concomitante ao observado nos ácidos graxos de cadeia média, os AG de cadeia longa também apresentaram comportamento linear, porém de forma ascendente, aumentando 14% no leite dos animais alimentados com 100% de capim-limão em relação ao tratamento controle (100% de silagem de milho). Da mesma forma, como encontrado neste trabalho (r=-0,93; P<0,0001), LAKE et al. (2007) aponta uma relação inversa entre a concentração de ácidos graxos de cadeia longa e de cadeia média no leite, isto porque, os AG de cadeia longa apresentam atividade supressora (BAUMGARD et al., 2001) sobre a lipogênese mamária que origina os ácidos graxos de cadeia média.

Tabela 4. Classes de ácidos graxos da gordura do leite de cabras alimentadas com capim-limão (*Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf)

Ácidos graxos	Diets				P
	T1 (0%) ¹ (controle)	T2 (33,5%)	T3 (66,5%)	T4 (100%)	
	g 100g ⁻¹				
Cadeia curta (C ₄ :C ₁₀)	9,96 ± 0,50	10,49 ± 0,32	10,83 ± 0,41	9,92 ± 0,61	NS
Cadeia média (C ₁₁ :C ₁₆)	42,09 ^a ± 1,46	40,39 ^{ab} ± 0,88	40,22 ^{ab} ± 1,01	35,97 ^b ± 0,74	**
Cadeia longa (>C ₁₇)	40,92 ^b ± 1,78	41,83 ^{ab} ± 0,92	41,94 ^{ab} ± 1,06	46,78 ^a ± 0,94	*
Outros	7,05 ± 1,37	7,31 ± 0,93	7,03 ± 1,04	7,39 ± 1,96	NS
Δ ⁻⁹ desaturase					
C _{14:1} /C _{14:0}	0,07 ± 0,01	0,07 ± 0,01	0,06 ± 0,01	0,08 ± 0,01	NS
C _{16:1} /C _{16:0}	0,06 ± 0,01	0,06 ± 0,01	0,06 ± 0,01	0,06 ± 0,01	NS
C _{18:1} /C _{18:0 cis-9}	2,30 ± 0,02	1,98 ± 0,02	2,05 ± 0,03	2,08 ± 0,01	NS
Saturados ²	60,85 ^a ± 1,20	60,86 ^a ± 0,62	60,73 ^a ± 0,90	56,25 ^b ± 1,08	**
Insaturados ³	32,38 ^b ± 1,15	31,99 ^b ± 0,66	32,43 ^b ± 0,83	36,36 ^a ± 1,74	*
MUFA ⁴	28,87 ± 1,10	27,57 ± 0,59	27,05 ± 0,62	28,80 ± 1,28	NS
PUFA ⁵	3,49 ^c ± 0,14	4,40 ^{bc} ± 0,15	5,37 ^b ± 0,40	7,10 ^a ± 0,73	***
CLA ⁶	0,47 ^c ± 0,02	0,67 ^{bc} ± 0,03	0,88 ^{ab} ± 0,06	1,10 ^a ± 0,10	***
TVA ⁷	2,04 ± 0,18	2,43 ± 0,20	1,71 ± 0,12	2,83 ± 0,41	NS
HH ⁸	1,08 ^b ± 0,06	1,15 ^b ± 0,03	1,35 ^a ± 0,04	1,46 ^a ± 0,05	*
IA ⁹	2,01 ^a ± 0,13	1,97 ^a ± 0,08	1,99 ^a ± 0,11	1,54 ^b ± 0,08	*
IT ¹⁰	3,48 ^a ± 0,19	3,39 ^a ± 0,12	3,12 ^{ab} ± 0,19	2,76 ^b ± 0,16	**

¹% de inclusão de capim-limão na dieta; ²Incluem os seguintes ácidos graxos: C₄ a C₁₀, C_{11:0}, C_{12:0}, C_{13:0}, C_{14:0}, C_{15:0}, C_{16:0}, C_{17:0}, C_{18:0}, C_{20:0}, C_{21:0}, C_{22:0}; ³Incluem os seguintes ácidos graxos: C_{14:1}, C_{15:1}, C_{16:1}, C_{17:1}, C_{18:1 n 9 trans} e C_{18:1 n 9 cis}, C_{18:2 n 6 trans} e C_{18:2 n 6 cis}, C_{18:3 n 6}, C_{20:1}, C_{18:3 n 3}, C_{18:2 cis 9, trans 11}, C_{20:2}, C_{20:3}, C_{20:4}; ⁴Ácidos graxos monoinsaturados: C_{14:1}, C_{15:1}, C_{16:1}, C_{17:1}, C_{18:1 cis-9 trans-11}, C_{18:1 n 9 cis}, C_{18:1 n 9 trans}, e C_{18:1 trans-11}; ⁵Ácidos graxos poli-insaturados: C_{18:2 n 6, cis}, C_{18:2 n 6, trans}, C_{18:3 n 3}, C_{18:2 cis-9 trans-11}; C_{20:2 cis-11,14}, C_{20:4 n 6}; ⁶Ácido Linoleico Conjugado (C_{18:2 cis 9, trans 11}); ⁷Ácido Trans Vacênico (C_{18:1, trans-11}); ⁸Σhipocolesterolêmicos/Σhipercolesterolêmicos; ⁹Índice de Aterogenicidade; ¹⁰Índice de Trombogenicidade. Médias seguidas de mesma letra na mesma linha não diferem entre si (P>0,05) pelo teste de Tukey.

*P<0,05

** P<0,01

*** P<0,001.

Uma das principais atividades da enzima Δ⁻⁹ desaturase é converter o ácido vacênico em CLA (PALMQUIST & MATTOS, 2006), além de desempenhar um papel fundamental na manutenção da fluidez das membranas celulares e da gordura do leite (CHILLIARD et al., 2000). Os resultados indicam que não houve inibição da atividade da enzima pela adição de capim-limão à dieta, apesar de ter havido diferença nas

concentrações no leite de alguns de seus produtos, como o ácido palmítico e pentadecanóico.

As gorduras saturadas são reconhecidas por aumentarem o colesterol sanguíneo, portanto, níveis baixos na dieta são recomendados. Enquanto uma redução de 8% foi observada no leite dos animais alimentados com 100% de capim-limão, diferindo dos outros tratamentos, os ácidos graxos insaturados, desejáveis pelo efeito hipocolesterolêmico (PALMQUIST & JENKINS, 1980) aumentaram 12% em relação à dieta controle.

Adicionalmente, não houve alteração nos AG monoinsaturados (MUFA). Porém, um aumento linear foi observado nos ácidos graxos poli-insaturados (PUFA) com a inclusão de capim-limão. Todos os tratamentos (33,5%; 66,5% e 100% de capim-limão) diferiram do grupo controle (0% de capim-limão). Este aumento era esperado, posto que as concentrações dos ácidos graxos que compõem esta classe lipídica também foram elevadas.

A relação entre a soma dos ácidos graxos com potencial hipocolesterolêmicos e hipercolesterolêmicos, índice (HH) relacionado ao metabolismo do colesterol, apresentou aumento linear e diferiu entre os tratamentos. A adição de 66,5% de capim-limão não foi estatisticamente diferente do tratamento com 100% da erva, porém, estes dois últimos foram contrários à inclusão de 33,5% de capim-limão e ao tratamento controle (0% de capim-limão). Um aumento de até 35% nesta relação foi observado, ressaltando-se que valores altos no HH são desejáveis do ponto de vista nutricional.

Os índices de aterogenicidade (IA) e trombogenicidade (IT) reduziram linearmente com a inclusão de capim-limão na dieta das cabras, porém, a diferença nos tratamentos foi apenas relacionada ao grupo alimentado com 100% de capim-limão e 100% de silagem de milho. Estes índices apresentam relação negativa com o CLA ($r=-0,32$; $P=0,04$) e ($r=-0,34$; $P=0,028$), respectivamente, semelhante ao encontrado em bovinos (LOCK et al., 2005) e hamsters (VALEILLE et al., 2006), sugerindo que a atenuação da aterogênese pode ser obtida por meio do consumo de leite com altas quantidades de ácido rumênico.

Os IA e IT estão relacionados à diminuição da agregação plaquetária, redução dos níveis de ácidos graxos esterificados, colesterol e fosfolipídios e quanto menor seus valores, maior é o potencial de prevenção ao aparecimento de doenças coronárias (TURAN et al., 2007).

Tanto os ácidos graxos poli-insaturados, quanto o CLA apresentam atividade anti-aterogênica (VALEILLE et al., 2006). Por essa razão foram encontradas relações positivas entre: PUFA e CLA ($r=0,47$; $P=0,0017$); PUFA e índice HH ($r=0,59$; $P<0,0001$); e negativas entre: PUFA e IA ($r=-0,56$; $P=0,0002$); PUFA e IT ($r=-0,75$; $P<0,0001$).

4. Conclusões

A inclusão de capim-limão na dieta de cabras Saanen aumenta a ingestão de matéria seca e em até 52% a produção de leite. A inclusão máxima de capim-limão na dieta deve ser de 54% para que a produção de leite seja maximizada. Os principais parâmetros físicos e químicos e a contagem de células somáticas do leite não são influenciados pela inclusão de capim-limão.

A maior porcentagem de inclusão de capim-limão (*Cymbopogon citratus*) na dieta (100%) dos animais aumenta linearmente o ácido linoleico conjugado (CLA) e os ácidos graxos poli-insaturados no leite, importante nutricionalmente. Também diminui a quantidade de ácidos graxos saturados, um dos responsáveis por originar doenças cardíacas, e aumenta a concentração de ácidos graxos insaturados, potencialmente anti-carcinogênicos e anti-aterogênicos. Não altera a composição dos ácidos graxos de cadeia curta, porém, influencia positivamente os de cadeia média e longa. Aumenta a relação dos ácidos hipocolesterolêmicos:hipercolesterolêmicos (HH) e diminui os índices de aterogenicidade (IA) e trombogenicidade (IT).

A utilização de capim-limão na dieta de cabras pode ser uma alternativa interessante por proporcionar um alimento de melhor qualidade nutracêutica, devido à alteração no perfil lipídico, podendo auxiliar no marketing para comercialização.

CAPÍTULO 4 – QUALIDADE SENSORIAL, FÍSICA E QUÍMICA DO LEITE DE CABRAS ALIMENTADAS COM CAPIM-LIMÃO (*Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf)

RESUMO - O leite de cabra possui um sabor acentuado devido ao alto teor de ácidos graxos de cadeia curta em especial à presença do ácido caprílico. O objetivo deste estudo foi avaliar a influência de diferentes porcentagens de inclusão de capim-limão (*Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf) na dieta de cabras lactantes sobre as características sensoriais, físicas e químicas do leite. Foram utilizadas 44 cabras lactantes da raça Saanen mantidas em quatro baias experimentais (11 cabras/baia). A dieta foi balanceada segundo o AFRC para atender as exigências de cabras com \pm 75 dias de lactação, produção diária média de 2,5 kg leite e peso médio de 55 kg. Utilizou-se como volumoso a silagem de milho e o capim-limão e o concentrado à base de milho moído, farelo de soja, núcleo leite e óleo de soja. As quatro dietas compunham diferentes níveis de capim-limão sendo: T1. 100% de silagem de milho + concentrado; T2. 66,5% de silagem de milho + 33,5% de capim-limão + concentrado; T3. 33,5% de silagem de milho + 66,5% de capim-limão + concentrado; T4. 100% de capim-limão + concentrado. O leite para análise sensorial e composição física e química foi colhido após 42 dias de alimentação experimental. Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado e as análises estatísticas foram realizadas pelo procedimento Mixed e NPAR1WAY do SAS. A composição física e química do leite das cabras Saanen, no que concerne aos seus principais componentes (gordura e proteína) não é alterada pela adição de capim-limão à dieta e não tem relação com as notas obtidas na avaliação sensorial. Contudo, a aceitação do leite de cabra neste experimento foi de cerca de 70%, sendo considerada muito boa, visto a limitação do consumo do leite da espécie decorrente da rejeição por parte dos consumidores, principalmente quanto ao odor e sabor cáprico. A inclusão de capim-limão na dieta de cabras Saanen altera apenas a cor do leite.

Palavras-Chave: caprino, intenção de compra, “lemongrass”, qualidade do leite, sabor

1. Introdução

Existem vários fatores que podem comprometer tanto a qualidade quanto o sabor do leite. Acredita-se que 80% do sabor advém do aroma (sensibilização das células olfativas) e não do paladar (sensibilização das células gustativas) (GROSSMAN, 2005).

As características sensoriais, físicas e químicas do leite podem ser alteradas por alguns fatores: individuais (GUIMARÃES, 1989), fisiológicos (GONZÁLEZ, 2001), nutricionais (GRUMMER, 1991; JENSEN, 1995), ambientais (WALSTRA & JENNESS, 1987), genéticos (RODRIGUES, 2005), enfermidades (DÜRR, 2001), fraudes do produto, como por exemplo, adição de água, bicarbonato de sódio ou antibiótico. Dentre estes, a alimentação tem sido um fator preponderante na manipulação dos componentes do leite, principalmente em relação ao perfil lipídico, o qual implica diretamente no seu sabor e odor (PARK, 2001). A mastite, inflamação da glândula mamária, também pode alterar os teores de lactose, gordura, caseína, e sais e enzimas (do sangue, tecido ou de células somáticas), promovendo assim, o aumento de lipases que causa elevação de ácidos graxos livres, responsáveis por sabor e aroma indesejáveis no leite (ARCURI, 2003).

Além destes fatores, a qualidade sensorial do produto final pode ser prejudicada pela ação proteolítica e lipolítica de bactérias psicrotólicas presentes, sobretudo, no leite refrigerado (MA et al., 2000).

A silagem de capim ou de milho, leguminosas e grãos fermentados são causas comuns de alterações indesejáveis de sabor e aroma no leite (ARCURI, 2003). Da mesma forma, vacas leiteiras nutridas com ervas desidratadas tiveram o aroma do leite suprimido devido à transmissão dos componentes do alimento ao produto (ANDO et al., 2001; BENDALL, 2001). MOIO et al. (1996) observaram aroma desagradável no leite de ovelhas alimentadas com grãos quando comparado à alimentação com forragem, este aroma desagradável foi associado ao aumento da concentração de aldeídos. Acredita-se que vacas alimentadas com pasto e outros alimentos frescos (“verdes”) teriam menor expressão do sabor “oxidado” no leite quando comparado aos animais que receberam alimentos secos, como o feno (PANETTA, 1973; WILSON, 1993). O leite de cabras

alimentadas com maior relação concentrado: volumoso apresentou um sabor indesejável (“off-flavour”) mais pronunciado, influenciado pela concentração de ácidos graxos no leite (EKNAES & SKEIE, 2006).

Os testes sensoriais podem estabelecer sua aceitabilidade. A qualidade de um alimento está ancorada em três aspectos fundamentais: nutricional, sanitário e sensorial. O critério sensorial é o que mais está ligado à escolha de um produto pelo consumidor.

Estes testes sensoriais foram utilizados para avaliar a aceitação por parte dos consumidores de leite de cabra oriundos de diversas fontes, o leite orgânico dos animais alimentados exclusivamente por pasto foi o menos preferido pelas mulheres japonesas sugerindo que a ingestão de pastagem altera o sabor e o cheiro do leite (OZAWA et al., 2010).

O interesse na utilização de ervas na nutrição animal tem aumentado recentemente como alternativa de alteração na fermentação ruminal, melhorando a utilização dos nutrientes pelos ruminantes (WANAPAT et al., 2008).

O capim-limão é uma destas ervas de interesse, cultivada principalmente para produção comercial de óleo essencial, conhecido internacionalmente como óleo de “lemongrass” e utilizado em alguns continentes, como bebida isotônica. A essência é largamente empregada como agente aromatizante em perfumaria e cosmética por seu forte odor de limão e para obtenção do citral (com 70 a 80%; IAC, 2007), seu principal constituinte segundo Craveiro et al. citado por NASCIMENTO et al. (2003).

Dessa forma, o leite de cabras leiteiras alimentadas com capim-limão pode ter diminuição do aroma muitas vezes indesejável (BANDA & PHIRI, 1990) pelo forte odor de limão presente na erva (IAC, 2007).

Porém, apesar das vantagens nutricionais dos produtos caprinos, principalmente do leite, muitas vezes o consumo é limitado pelo preconceito ou pelo estereótipo de ser um produto terapêutico, e o sabor continua constituindo decisivo critério de qualidade, utilizado pelo consumidor para selecionar os fornecedores (PANETTA, 1973).

Dessa forma, a alimentação tem sido um fator preponderante na manipulação dos componentes do leite, principalmente com relação ao perfil lipídico, o qual implica

diretamente no seu sabor e odor. Alguns trabalhos sobre o capim-limão têm sugerido que este alimento pode promover alterações na qualidade do leite interferindo significativamente no seu sabor.

Assim, este estudo teve como objetivo avaliar as características sensoriais, físicas e químicas do leite de cabras alimentadas com capim-limão (*Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf).

2. Material e Métodos

O estudo foi conduzido durante os meses de setembro a outubro de 2009, na Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos (FZEA/USP-Pirassununga, São Paulo, Brasil), latitude 21° 58' 93" sul, longitude 47° 26' 00" oeste e altitude de 623 metros. Durante o período experimental as médias climáticas de temperatura ($23,2 \pm 0,2$ °C), sensação térmica ($25,5 \pm 0,3$ °C), radiação solar ($180,0 \pm 12,8$ W m⁻²), umidade relativa ($79,7 \pm 0,6\%$), velocidade do vento ($2,84 \pm 0,1$ km h⁻¹) e pluviosidade total (29,8 mm) foram coletadas da estação meteorológica Campbell Scientific modelo 21X (L).

Os animais e as dietas utilizados neste estudo estão descritos no Capítulo 2.

O período experimental foi de 56 dias (Figura 1), sendo sete dias onde todos os animais receberam a dieta controle (T1), sete dias de adaptação com aumento progressivo do capim-limão nas dietas e 42 dias onde os animais receberam suas respectivas dietas experimentais (T1, T2, T3 e T4).

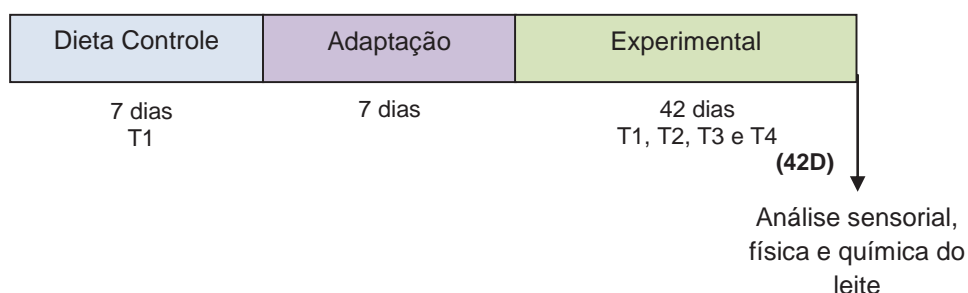


Figura 1. Esquema da colheita do leite para a composição física, química e sensorial das cabras durante (42D) a alimentação com diferentes porcentagens de inclusão de capim-limão (*Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf).

As fêmeas foram ordenhadas uma vez ao dia, sempre às 6h00 em sistema de ordenha mecânica paralela. A ordenhadeira (Westfalia Surge), com seis conjuntos de teteiras foi regulada para manter 120 pulsações por minuto com vácuo ajustado a 44 kPa. A colheita do leite para avaliação sensorial foi realizada após 42 dias de alimentação experimental. Foram colhidos 2 L de leite de cada tratamento experimental após ordenha e 250 mL de leite de cada animal para composição do perfil lipídico e para análises físicas e químicas, e de contagem de células somáticas, diretamente da proveta do sistema de ordenha, após homogeneização. As amostras para avaliação sensorial e do perfil lipídico foram congeladas para posteriores análises, e para composição física e química permaneceram refrigeradas até a análise no equipamento Milkoscope Expert Automatic (Scope Electric, Bulgária-German).

Os leites utilizados na avaliação sensorial foram descongelados em geladeira e pasteurizados lentamente a 65 °C por 30 min, sendo posteriormente resfriados a aproximadamente 7 °C. A análise sensorial foi realizada em cabines individuais sendo as quatro amostras apresentadas à temperatura de 30 °C aproximadamente, em copos plásticos de 30 mL em posições casualizadas (sob delineamento de blocos completos balanceados) entre os julgadores e codificadas com algarismos de três dígitos. Cada cabine era composta pela amostra, copo com água e bolacha água e sal para limpeza do palato e minimização do efeito de sabores individuais entre as avaliações.

Participaram 109 julgadores não treinados no teste de aceitação os quais foram orientados a avaliarem as amostras de leite de cabra em relação aos atributos cor, aroma, sabor, impressão global (1 a 9) e com relação à intenção de compra (1 a 5), utilizando uma escala hedônica estruturada de nove pontos, ancorada nos extremos com os termos “1: Desgostei muitíssimo” e “9: Gostei muitíssimo” (ABNT: NBR 14141, 1998) e cinco pontos “1: Eu certamente não compraria este produto” e “5: Eu certamente compraria este produto” para intenção de compra. O modelo da ficha utilizada está ilustrado na Figura 2.

Após descongelamento do leite para avaliação sensorial foi realizada a análise microbiológica dos microrganismos psicrotóxicos do leite de cabras seguindo os procedimentos descritos no “Standard Methods for the Examination of Dairy Products”

(APHA, 1992). Foi utilizada a técnica de semeadura de profundidade em meio PCA (Plate Count Agar, Difco) como ilustrada na Figura 3. Após homogeneização da amostra, foram realizadas diluições decimais seriadas até 10^{-4} em água peptonada 0,1% (Peptona Bacteriológica, Difco). Após solidificação do Agar, as placas foram incubadas invertidas por 10 dias a 7 °C. As contagens foram realizadas em placas com 25 a 250 colônias, sendo os resultados multiplicados pelo inverso da diluição inoculada e expressos em logaritmo de Unidades Formadoras de colônias (UFC) por mL de amostra.

O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado, com 11 repetições e quatro porcentagens de inclusão de capim-limão. Os dados de produção, composição e perfil lipídico do leite foram avaliados por meio de análise de variância e regressão, com auxílio do procedimento “General Linear Models” do SAS. Os coeficientes de correlação linear de Pearson foram calculados pelo procedimento *Corr* do SAS e os contrastes entre as médias pelo teste de Tukey a 5%. Os resultados da avaliação sensorial foram submetidos à análise de regressão linear múltipla, tendo-se como variável independente a porcentagem de inclusão de capim-limão adicionado à dieta e como variáveis dependentes os resultados atribuídos à cor, aroma, sabor, impressão global e intenção de compra. Posteriormente, foram analisados pelo procedimento não paramétrico NPAR1WAY do SAS (2004) pelo teste de Kruskal-Wallis seguido de comparação múltipla de Duncan. Em todos os testes considerou-se o nível de significância de 5%.

AVALIAÇÃO SENSORIAL DE LEITE DE CABRA

PROVADOR: _____ DATA: ____/____/____

Muito obrigada por participar do nosso teste com leite de cabra. Você está recebendo quatro amostras de leite de cabra. Avalie cuidadosamente os atributos cor, aroma, sabor, e impressão global a seguir de cada uma delas.

Observe a amostra e indique abaixo o quanto você gostou ou desgostou da **COR**:

- | | | | |
|---|--|------------------------------------|--|
| <input type="checkbox"/> Desgostei muitíssimo | <input type="checkbox"/> Desgostei muito | <input type="checkbox"/> Desgostei | <input type="checkbox"/> Desgostei pouco |
| <input type="checkbox"/> Não gostei nem desgostei | <input type="checkbox"/> Gostei pouco | <input type="checkbox"/> Gostei | <input type="checkbox"/> Gostei muito |
| <input type="checkbox"/> Gostei muitíssimo | | | |

Sinta o aroma da amostra e indique o quanto você gostou ou desgostou do **AROMA**:

- | | | | |
|---|--|------------------------------------|--|
| <input type="checkbox"/> Desgostei muitíssimo | <input type="checkbox"/> Desgostei muito | <input type="checkbox"/> Desgostei | <input type="checkbox"/> Desgostei pouco |
| <input type="checkbox"/> Não gostei nem desgostei | <input type="checkbox"/> Gostei pouco | <input type="checkbox"/> Gostei | <input type="checkbox"/> Gostei muito |
| <input type="checkbox"/> Gostei muitíssimo | | | |

Prove a amostra e indique o quanto você gostou ou desgostou do **SABOR**:

- | | | | |
|---|--|------------------------------------|--|
| <input type="checkbox"/> Desgostei muitíssimo | <input type="checkbox"/> Desgostei muito | <input type="checkbox"/> Desgostei | <input type="checkbox"/> Desgostei pouco |
| <input type="checkbox"/> Não gostei nem desgostei | <input type="checkbox"/> Gostei pouco | <input type="checkbox"/> Gostei | <input type="checkbox"/> Gostei muito |
| <input type="checkbox"/> Gostei muitíssimo | | | |

Indique abaixo sua **IMPRESSÃO GLOBAL** sobre a amostra analisada:

- | | | | |
|---|--|------------------------------------|--|
| <input type="checkbox"/> Desgostei muitíssimo | <input type="checkbox"/> Desgostei muito | <input type="checkbox"/> Desgostei | <input type="checkbox"/> Desgostei pouco |
| <input type="checkbox"/> Não gostei nem desgostei | <input type="checkbox"/> Gostei pouco | <input type="checkbox"/> Gostei | <input type="checkbox"/> Gostei muito |
| <input type="checkbox"/> Gostei muitíssimo | | | |

Comentários: _____

Assinale para esta amostra qual seria sua atitude quanto à compra deste produto:

- eu certamente compraria este produto
- eu provavelmente compraria este produto
- tenho dúvidas se compraria ou não este produto
- eu provavelmente não compraria este produto
- eu certamente não compraria este produto

Justifique: _____

Figura 2. Modelo da ficha utilizada no teste de aceitação do leite de cabra com escala hedônica estruturada de nove pontos: "1: Desgostei muitíssimo" e "9: Gostei muitíssimo" e cinco pontos "1: Eu certamente não compraria este produto" e "5: Eu certamente compraria este produto" para intenção de compra.

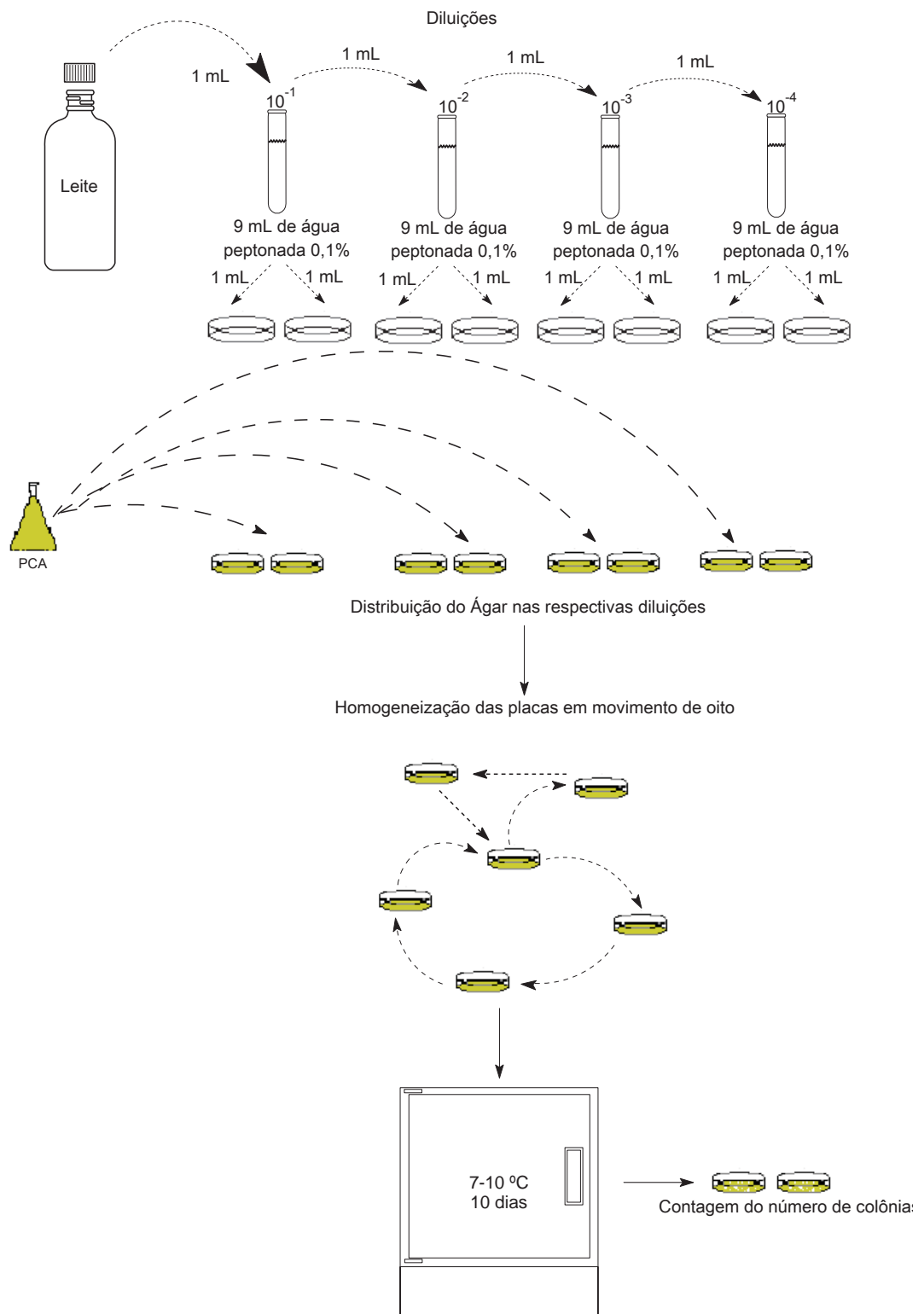


Figura 3. Esquema da contagem das bactérias psicrotróficas.

3. Resultados e Discussão

A Tabela 1 apresenta a produção, a composição física e química e a contagem de células somáticas do leite das cabras alimentadas com diferentes níveis de capim-limão e utilizado na avaliação sensorial.

Tabela 1. Produção e composição física e química (\pm erro padrão médio) do leite das cabras alimentadas com capim-limão (*Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf)

Variáveis	Dietas			
	T1 (0%) ¹ (controle)	T2 (33,5%)	T3 (66,5%)	T4 (100%)
Produção de leite (kg dia ⁻¹)	2,22 ^b \pm 0,33	2,77 ^b \pm 0,18	3,37 ^a \pm 0,40	2,81 ^{ab} \pm 0,46
Temperatura (°C)	34,72 ^b \pm 0,48	35,66 ^a \pm 0,56	35,82 ^a \pm 0,38	35,59 ^a \pm 0,67
Acidez (°D)	16,83 \pm 0,52	17,36 \pm 0,48	17,52 \pm 0,36	17,44 \pm 0,29
pH	6,49 \pm 0,04	6,49 \pm 0,05	6,49 \pm 0,02	6,54 \pm 0,04
Gordura (%)	2,83 \pm 0,14	2,66 \pm 0,17	2,64 \pm 0,15	2,66 \pm 0,26
Proteína (%)	3,20 \pm 0,09	3,38 \pm 0,07	3,38 \pm 0,05	3,37 \pm 0,09
Lactose (%)	4,34 \pm 0,07	4,50 \pm 0,05	4,51 \pm 0,03	4,50 \pm 0,06
Densidade (g L ⁻¹)	1,0287 ^b \pm 0,0003	1,0294 ^a \pm 0,0002	1,0295 ^a \pm 0,0001	1,0294 ^a \pm 0,0003
Sólidos Totais (%)	10,83 \pm 0,16	10,82 \pm 0,24	10,79 \pm 0,17	10,79 \pm 0,30
Extrato Seco Desengordurado (%)	8,00 \pm 0,07	8,15 \pm 0,07	8,15 \pm 0,04	8,14 \pm 0,07
Sais (%)	0,65 ^b \pm 0,01	0,67 ^a \pm 0,01	0,68 ^a \pm 0,01	0,68 ^a \pm 0,01
Ponto crioscópico (°C)	-0,496 \pm 0,008	-0,515 \pm 0,007	-0,515 \pm 0,005	-0,517 \pm 0,010
CCS (*1000 células mL ⁻¹)	427,40 \pm 98,36	151,12 \pm 11,97	379,41 \pm 91,91	408,18 \pm 75,44
LOG CCS (células mL ⁻¹)	2,55 \pm 0,31	2,17 \pm 0,10	2,43 \pm 0,41	2,50 \pm 0,40

¹% de inclusão de capim-limão na dieta. *Médias seguidas de mesma letra na mesma linha não diferem entre si ($P > 0,05$) pelo teste de Tukey.

A produção de leite foi significativamente maior nos animais alimentados com capim-limão, sobretudo com 66,5% de capim-limão (T3). Porém diferenças significativas só foram encontradas entre as produções dos animais do T3 e T2 (33,5% de capim-limão) e o tratamento controle (0%) ($P < 0,05$).

Em geral, a composição do leite não variou em função da dieta, embora variações numéricas importantes tenham sido encontradas, principalmente quanto às

porcentagens de gordura, lactose e acidez, passíveis de promover alterações sensoriais. Porém, o aumento de 3% da acidez e a diminuição de quase 7% da gordura no leite não foi correlacionado com as notas obtidas pelo atributo sabor.

Uma parte dos avaliadores atribuiu uma característica denominada de “aguado” aos leites dos animais alimentados com 33,5; 66,5 e 100% de capim-limão, o qual pode ser conferido tanto ao teor de gordura, quanto à composição energética do leite com aumento do teor de lactose em torno de 4%, posto que, leites com baixo teor de lactose apresentam textura significativamente mais espessa que leites com teor de lactose normal (LONGO & WASZCZYNSKYJ, 2005).

O aumento encontrado na densidade em função da alimentação com capim-limão (T2, T3 e T4) ou silagem de milho (T1) é decorrente da diminuição das porcentagens de gordura nestes leites, pois a gordura apresenta valores abaixo da densidade da água (1g mL^{-1}) e a retirada deste componente resulta em aumento da densidade.

Outro parâmetro que poderia comprometer as características sensoriais do leite é o teor de sais (PANGBORN & DUNKLEY, 1966), significativamente maior no leite dos animais alimentados com o capim-limão. Entretanto, este componente parece não ter influenciado as notas atribuídas ao atributo sabor, com maior média para o leite dos animais alimentados com 100% de capim-limão e também com maior teor de sais (0,68%), não havendo uma relação de significância entre estas duas variáveis. Todavia, UMBELINO et al. (2001) relatou que a adição de sais, principalmente cálcio, melhorou o sabor do “iogurte” de soja avaliado.

A contagem da microbiota psicrófila no leite foi utilizada para avaliar se as bactérias psicrotólicas, por serem lipolíticas, e responsáveis por causar o sabor ranço no leite (CHEN et al., 2003), poderiam influenciar na avaliação sensorial. Contudo, os resultados não foram apresentados por não haver crescimento significativo de colônias destes microrganismos (acima de 25) em nenhuma amostra do leite dos tratamentos. Este fato é consequência do imediato congelamento ao qual as amostras foram submetidas após colheita, visto que este grupo de microrganismos apresentam ótimo crescimento entre 7 e 10 °C (APHA, 1992).

As notas médias da avaliação sensorial do leite das cabras alimentadas com capim-limão e/ou silagem de milho são apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2. Notas médias (\pm erro padrão médio) obtidas no teste de aceitação do leite de cabras alimentadas com capim-limão (*Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf)

Atributo	T1 (0%) ¹ (controle)	T2 (33,5%)	T3 (66,5%)	T4 (100%)
Cor	6,41 ^b \pm 0,23	6,75 ^{ab} \pm 0,16	7,02 ^a \pm 0,17	7,00 ^a \pm 0,16
Aroma	6,24 \pm 0,18	6,29 \pm 0,18	6,12 \pm 0,20	6,31 \pm 0,20
Sabor	5,92 \pm 0,26	5,76 \pm 0,28	5,88 \pm 0,30	6,14 \pm 0,24
Impressão Global	6,08 \pm 0,24	5,73 \pm 0,29	5,96 \pm 0,30	6,22 \pm 0,24
Intenção de compra	3,22 \pm 0,18	3,12 \pm 0,18	3,25 \pm 0,20	3,45 \pm 0,17
Ácidos graxos	g 100g ⁻¹			
Cadeia curta (C ₄ :C ₁₀)	9,96 \pm 0,50	10,49 \pm 0,32	10,83 \pm 0,41	9,92 \pm 0,61
Cadeia média (C ₁₁ :C ₁₆)	42,09 ^a \pm 1,46	40,39 ^{ab} \pm 0,88	40,22 ^{ab} \pm 1,01	35,97 ^b \pm 0,74
Cadeia longa (>C ₁₇)	40,92 ^b \pm 1,78	41,83 ^{ab} \pm 0,92	41,94 ^{ab} \pm 1,06	46,78 ^a \pm 0,94

¹% de inclusão de capim-limão na dieta. Médias seguidas de letras iguais na mesma linha não diferem entre si pelo teste de Kruskal-Wallis ($P > 0,05$), seguido de comparação múltipla de Duncan.

Observa-se que as amostras de leite de cabra obtiveram um desempenho acima de 60% considerado bom para todos os atributos avaliados.

Apenas foram observadas diferenças estatísticas para a variável cor, que foi significativamente melhor avaliada no leite dos tratamentos com 66,5 e 100% de capim-limão. Similarmente, a aceitação sensorial do leite dos animais alimentados com pastagens ou feno tem sido superior àqueles alimentados com silagem de milho (KALAC^ˆ, 2011), isto porque as forrageiras apresentam diversos compostos voláteis que podem ser favoráveis à alteração no sabor do leite (VIALON et al., 1999), como também observado no capim-limão (ALMEIDA et al., 2003).

O desenvolvimento do aroma e sabor característicos dos produtos caprinos parece estar associado à maior concentração de ácidos graxos de cadeia curta no leite (PARK, 2001; SILANIKOVE et al., 2010). Deste modo, a ausência de diferença significativa nestes atributos pode ser conferida a este fato, cujas médias de ácidos graxos de cadeia curta não foram diferentes entre os leites dos tratamentos. Contudo, os ácidos graxos de cadeia longa, sobretudo o linoleico e linolênico que também poderiam originar em sabor oxidado do leite caprino (COSTA et al., 2009), não parecem

ter influenciado a aceitação do avaliador, posto que, foi observado aumento linear ($P < 0,05$) destes lipídios com a adição do capim-limão (Capítulo 3).

Todavia, acredita-se que outros fatores como os procedimentos de ordenha (higiene) e as boas práticas de manipulação possam influenciar tanto quanto a alimentação no sabor e odor característico do leite de cabra, pois a substituição do capim-limão na dieta de cabras embora tenha aumentado as notas atribuídas a estes parâmetros, não foi suficiente para promover mudanças significativas, posto que, um controle rigoroso na higienização dos equipamentos e na ordenha foi mantido.

As notas médias do atributo cor variaram de 6,41 (6: Gostei pouco) a 7,02 (7: Gostei). A inclusão de capim-limão na dieta das cabras aumentou as notas médias deste atributo no leite e não diferiram entre si. Porém, nos tratamentos com 66,5% e 100% de capim-limão estas notas foram superiores ($P < 0,05$) ao tratamento controle (0%).

As notas médias de aroma, sabor e impressão global próximas a 6: Gostei pouco, são interessantes, visto que a cultura popular atribui aos produtos caprinos aroma e sabor desagradáveis.

A distribuição das notas atribuídas pelos julgadores quanto ao teste de aceitação dos leites encontra-se na Figura 4.

O atributo cor apresentou diferença significativa de acordo com o tratamento. A inclusão de 100% (T4), 66,5% (T3) e 33,5% (T2) de capim-limão alterou de forma semelhante a cor do leite dos animais, como observado na Figura 4, em que as duas maiores porcentagens de adição apresentaram 84% de notas 7: Gostei a 9: Gostei muitíssimo e 76% para as mesmas notas na menor porcentagem de inclusão (33,5%). O tratamento controle T1 (0%) apresentou apenas 73% das notas nesta faixa de variação, diferindo do T3 e T4, porém não do T2.

As notas médias de aroma foram 57% positivas (P) (6: Gostei pouco a 9: Gostei muitíssimo) e 2% negativas (N) (1: Desgostei muitíssimo a 4: Desgostei pouco) para o tratamento com 100% de capim-limão, não apresentando variações representativas com os tratamentos controle (51%P e 2%N), com 33,5% (51%P e 0%N) e com 66,5% de capim-limão (45%P e 4%N). Observou-se que, em geral, a maior parte dos

avaliadores (35%) atribuiu a nota 5: Não gostei nem desgostei para todos os tratamentos, contrariando os achados em bovinos leiteiros alimentados com ervas desidratadas, que tiveram o aroma do leite suprimido devido à transmissão dos componentes do alimento ao produto (ANDO et al., 2001; BENDALL, 2001).

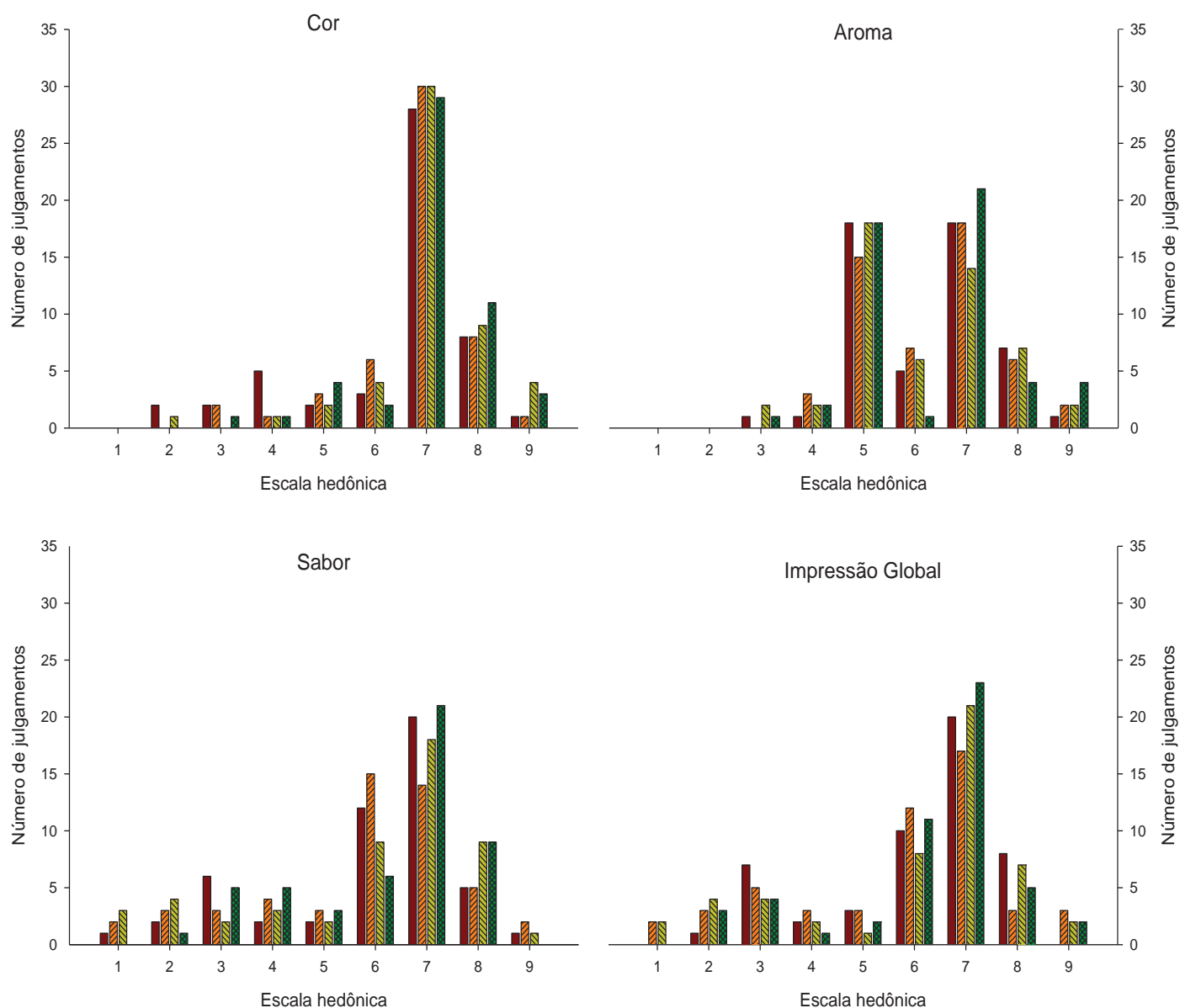


Figura 4. Frequência das notas dos atributos do teste de aceitação do leite de cabras alimentadas com 0% de capim-limão, tratamento controle (T1: ■■■); 33,5% de capim-limão (T2: ■■■■); 66,5% de capim-limão (T3: ■■■■) e 100% de capim-limão (T4: ■■■■) na dieta.

Entre os atributos avaliados, as notas médias do sabor apresentaram as maiores amplitudes de variação entre os tratamentos. A dieta adicionada de 100% de capim-limão apresentou 60% de notas positivas, quase 10% a mais da dieta com 100% de silagem de milho (51%). Também, apenas 12% das notas foram negativas, contrastando com 18%, 16% e 18% de notas negativas nos tratamentos com 66,5% (T3); 33,5% (T2) e 0% (T1) de capim-limão.

A inclusão de 66,5 e 100% de capim-limão na dieta apresentou 59% de notas positivas para ambos os tratamentos, porém, foi negativamente apreciado por 20% (T3) e 14% (T4) dos avaliadores. O tratamento com 33,5% de capim-limão obteve a menor porcentagem de notas positivas (45%), 10% a menos que o tratamento controle (55%) e notas negativas semelhantes aos outros tratamentos (20%).

A Figura 5 ilustra a intenção de compra do leite das cabras alimentadas com níveis diferentes de capim-limão.

Observa-se que o leite dos animais do tratamento 4 (100% de capim-limão) e 3 (66,5% de capim-limão) apresentaram 51% de intenção de compra positiva proporcionando 6% a mais de aceitação quanto à intenção de compra, aproximando-se do “eu provavelmente compraria este produto” quando comparado ao leite do grupo controle (0%: T1), que se aproximou do “eu tenho duvidas se compraria ou não este produto”. Enquanto o leite dos animais do grupo controle alimentados exclusivamente com silagem de milho obteve 45% de intenções positivas e 29% negativas. Cerca de 30% dos avaliadores não comprariam o leite dos animais alimentados com 33,5% de capim-limão e apenas 37% o compraria.

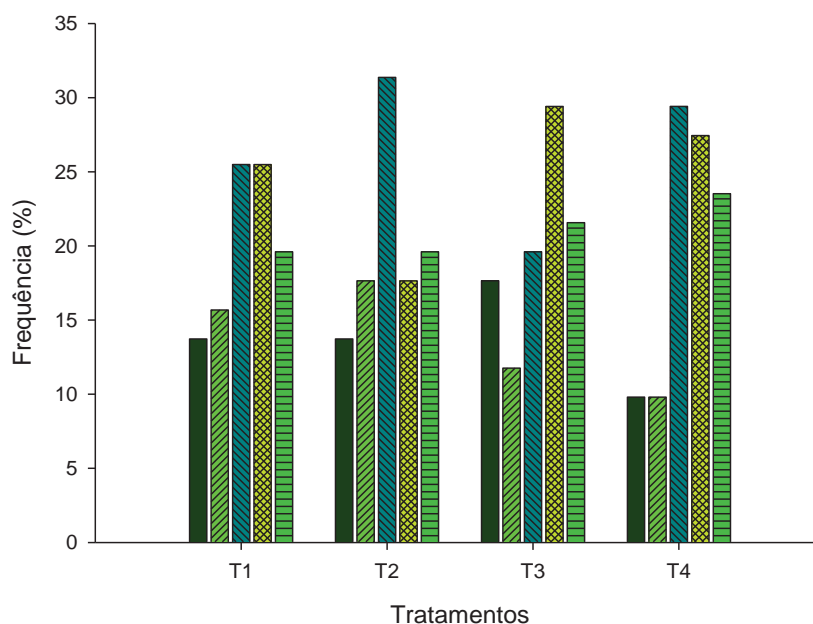


Figura 5. Histograma da frequência das notas de intenção de compra (1: Eu certamente não compraria este produto ■■■; 2: Eu provavelmente não compraria este produto ■■■■; 3: Tenho dúvidas se compraria ou não este produto ■■■■■; 4: Eu provavelmente compraria este produto ■■■■■■ e 5: Eu certamente compraria este produto ■■■■■■■) do teste de aceitação do leite de cabras alimentadas com 0% de capim-limão, tratamento controle (T1); 33,5% (T2), 66,5% (T3) e 100% de capim-limão (T4) na dieta.

A inclusão de 33,5% de capim-limão na dieta influenciou negativamente a qualidade do produto caprino, pois, foram atribuídas as piores notas pelos avaliadores, assemelhando-se ao grupo controle (0%).

Apesar da intenção de compra ter sido considerável, o consumo do leite de cabra no país ainda é limitado pelo preconceito com relação ao sabor, falta de informação a respeito da qualidade nutricional, sobretudo em relação às características de hipoalergenicidade e digestibilidade e pelo alto preço de comercialização praticado pelos estabelecimentos, sendo adquirido quando extremamente necessário para consumo pela população intolerante ao leite de vaca.

Contudo, a irregularidade no volume de produção devido a baixos índices de desempenho dos rebanhos brasileiros principalmente no que diz respeito à sazonalidade, falta de profissionalização da atividade e deficiência na qualidade são entraves que devem ser solucionados com portarias que regulamentem limites para os

parâmetros de qualidade (como a Instrução Normativa 51, leite bovino), a fim de possibilitar a exportação dos produtos lácteos, melhorando o ranking mundial (7º colocado) e a lucratividade da atividade. Uma política direcionada à melhoria da atividade caprina, como a exemplo da pecuária bovina, deve ser adotada para que a atividade seja mais eficiente e competitiva.

4. Conclusões

A composição física e química do leite das cabras Saanen, no que concerne aos seus principais componentes (gordura e proteína) não é alterada pela adição de capim-limão à dieta e não tem relação com as notas obtidas na avaliação sensorial.

A aceitação do leite de cabra neste experimento foi de cerca de 70%, sendo considerada muito boa, visto a limitação do consumo do leite da espécie decorrente da rejeição por parte dos consumidores, principalmente quanto ao odor e sabor cáprico.

A inclusão de capim-limão na dieta de cabras Saanen altera apenas a cor do leite.

CAPÍTULO 5 – INFLUÊNCIA DA RESPOSTA À APLICAÇÃO DE ACTH NOS NÍVEIS HORMONAIS E METABÓLICOS, NA PRODUÇÃO, NA COMPOSIÇÃO FÍSICA E QUÍMICA E SENSORIAL DO LEITE DE CABRAS ALIMENTADAS COM CAPIM-LIMÃO (*Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf)

RESUMO - O objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos da utilização do capim-limão (*Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf) em diferentes porcentagens de inclusão (0%, 33,5%, 66,5% e 100%) na alimentação de cabras leiteiras Saanen submetidas a um estresse fisiológico pontual via aplicação de ACTH no perfil bioquímico e hormonal e na produção, na composição sensorial, física e química, no perfil lipídico e na qualidade do leite. Foram utilizadas 44 cabras lactantes da raça Saanen mantidas em quatro baias experimentais (11 cabras/baia). A dieta foi balanceada segundo o AFRC para atender as exigências de cabras em média aos 195 dias de lactação, produção diária média de 2,56 kg leite e peso médio de 62 kg. Utilizou-se como volumoso a silagem de milho e o capim-limão e o concentrado à base de milho moído, farelo de soja, núcleo leite e óleo de soja. As quatro dietas compunham diferentes porcentagens de capim-limão sendo: T1. 100% de silagem de milho + concentrado; T2. 66,5% de silagem de milho + 33,5% de capim-limão + concentrado; T3. 33,5% de silagem de milho + 66,5% de capim-limão + concentrado; T4. 100% de capim-limão + concentrado. Os animais receberam a dieta durante 39 dias, sendo submetidos à administração de solução salina (controle) ou ACTH em semanas alternadas. Com os resultados obtidos pode-se inferir que a inclusão de capim-limão na dieta de cabras Saanen lactantes submetidas ao estresse fisiológico via administração de ACTH não influencia as respostas hormonais de cortisol, a contagem de bactérias psicotróficas, e a composição física e química do leite, e os parâmetros bioquímicos de ureia, creatinina, albumina e fosfatase alcalina. Porém, influencia as concentrações de glicose, e colesterol sanguíneo, aumenta a produção de leite dos animais, e diminui a contagem de células somáticas do leite. O perfil lipídico do leite também é alterado de forma positiva, com aumento das concentrações de CLA, diminuição dos ácidos graxos de cadeia curta, responsáveis

pela rejeição do leite caprino. O capim-limão melhora a preferência dos consumidores quanto à intenção de compra e sabor do leite e altera a luminosidade e os parâmetros colorimétricos do leite em animais submetidos ao estresse fisiológico.

Palavras-Chave: ácidos graxos, caprino, contagem de células somáticas, cortisol, estresse

1. Introdução

Animais submetidos a manejos estressantes têm apresentado aumento nas concentrações de cortisol, cuja síntese e liberação são estimuladas, fundamentalmente pelo ACTH, e glicose sanguínea (NWE et al., 1996; DUVAUX-PONTER et al., 2003), relacionados à ativação do eixo hipotálamo-pituitária-adrenal, aumento da taxa de gliconeogênese e diminuição moderada da taxa de utilização de glicose pelas células.

O estresse pode promover alterações na composição do leite causando diminuição principalmente nos teores de sólidos totais, proteína e gordura (GONZÁLEZ & SILVA, 2003) além de afetar o sistema imune dos animais devido à liberação de cortisol e catecolaminas (FAUCI, 1979; CRARY et al., 1983; LANDMANN et al., 1984), podendo conseqüentemente provocar aumento de perdas de células secretoras pelo úbere ocasionando elevação na contagem de células somáticas (CCS) no leite. Em vacas submetidas a manejos estressantes foi encontrado aumento na contagem de células somáticas, com maior liberação de neutrófilos circulantes (YAGI et al., 2004).

GOETSCH et al. (2001) ressaltam que o efeito da dieta está diretamente associado às condições hormonais, tais como o efeito da insulina sobre os níveis de absorção da glicose e propionato, os quais podem modificar os níveis plasmáticos de glicose e a síntese de gorduras.

Os glicocorticoides, além de todas as funções citadas, também desempenham ação modulatória sobre o comportamento alimentar, sendo considerado orexígeno (DALLMAN et al., 1993), ou seja, estimulador do apetite.

O capim-limão, capim-cidró, capim-santo ou capim-cidreira (*Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf), como é popularmente conhecido, é uma gramínea perene, de porte alto, originário da Malásia, e também cultivado em outros climas tropicais como Ásia, África, Índia. Suas folhas são aromáticas exalando forte odor de limão, simples e ásperas nas duas faces (CORREIA, 1984), têm um metro de altura, são verde-claras, lineares, alongadas, finamente estriadas com bordos lisos e cortantes (CORAZZA, 2002). No Brasil desenvolve-se bem em todo país, porém, prefere solos bem drenados e férteis e

requer climas quentes e úmidos com chuvas bem distribuídas e temperatura média elevada.

Esta espécie é cultivada principalmente para produção comercial de óleo essencial, conhecido internacionalmente como óleo de “lemongrass” e utilizado em alguns continentes, como bebida isotônica. A essência é largamente empregada como agente aromatizante em perfumaria e cosmética por seu forte odor de limão e para obtenção do citral (com 70 a 80%; IAC, 2007), seu principal constituinte segundo Craveiro et al. citado por NASCIMENTO et al. (2003).

Está entre os seis fitoterápicos mais citados na utilização pela medicina popular para controle de diversas enfermidades (COSTA et al., 2010).

O capim-limão possui atividade anti-helmíntica (KOKATE & VARMA, 1971), anti-inflamatória (LEE et al., 2008), antibacteriana (CIMANGA et al., 2002), antifúngica (SCHUCK et al., 2001), inseticida (RAJAPAKSE & VAN EMDEN, 1997), diurética (GÁLVEZ et al., 1998), anticarcinogênica (PUATANACHOKCHAI et al., 2002), anti-reumática (BRAGA, citado por KOSHIMA et al., 2006); ação calmante e espasmolítica comprovada, atribuída à presença do citral, considerando-se a atividade analgésica devida ao mirceno (MATOS, 2000); além de comprovado efeito larvicida (FIGUEIREDO, 2002) e bactericida contra *Staphylococcus aureus* e *Escherichia coli* (SCHUCK et al., 2001), com conseqüente formação do halo de inibição para estes dois microrganismos (PEREIRA et al., 2008).

Trabalhos recentes têm explorado ações desconhecidas do capim-limão, como atividade depressora do Sistema Nervoso Central com potencial anticonvulsivante (SILVA et al., 2010), e diminuição da pressão arterial (BASTOS et al., 2009).

Devido às características físicas e químicas e o valor nutricional do leite, este se torna um excelente meio para o desenvolvimento bacteriano. A interação entre seis ervas medicinais (canela, alecrim, hortelã, cravo, gengibre e capim-limão) e determinadas drogas antimicrobianas (cloranfenicol, cefalotina, cefepine, gentamicina, tetraciclina, sulfazotrim, rifampicina, ciprofloxacina) contra *Staphylococcus aureus* e *Escherichia coli* foi avaliada observando-se sinergismo de 100% do capim-limão com as drogas testadas, tendo seu perfil de sensibilidade melhorado (ZAGO et al., 2009). Os

autores indicam a possibilidade do uso de produtos naturais combinados aos antimicrobianos tradicionais, no intuito de aumentar o potencial antimicrobiano das drogas.

Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar a inclusão de capim-limão (*Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf) na dieta de cabras leiteiras e sua influência na resposta hormonal, bioquímica, produtiva e qualitativa dos animais submetidos ao estresse fisiológico, via administração de ACTH.

2. Material e Métodos

O experimento foi conduzido durante os meses de janeiro e fevereiro de 2010, na Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos (FZEA/USP-Pirassununga, São Paulo, Brasil), latitude 21° 58' 93" sul, longitude 47° 26' 00" oeste e altitude de 623 metros. Durante o período experimental as médias climáticas de temperatura ($22,6 \pm 0,1$ °C), sensação térmica ($24,8 \pm 0,3$ °C), radiação solar ($112,8 \pm 10,1$ W m⁻²), umidade relativa ($91,2 \pm 0,4\%$), velocidade do vento ($1,2 \pm 0,1$ km h⁻¹) e pluviosidade total (39,8 mm) foram coletadas da estação meteorológica Campbell Scientific modelo 21X (L).

Foram utilizadas 44 cabras Saanen, não gestantes, consideradas clinicamente sadias, tratadas com vermífugo, pulverizadas contra ectoparasitas e imunizadas contra tétano, em média, aos 195 dias de lactação, homogêneas quanto à idade (3 anos \pm 2 meses), peso total ($62,60 \pm 2,59$ kg), escore da condição corporal ($3,0 \pm 0,5$) (MORAND- FEHR & HERVIEUR, 1999) e produção diária de leite ($2,56 \pm 0,16$ kg). Os animais foram mantidos em sistema de confinamento em quatro baias experimentais coletivas (11 cabras/baia) semelhantes quanto às condições climáticas e estruturais. As baias eram compostas por uma área coberta com piso ripado, aonde se alojavam o saleiro e os cochos e um solário com os bebedouros, mantendo-se durante todo o experimento uma área individual de 3,6 m². O piso era de concreto, sendo lavado diariamente.

A dieta experimental está descrita no Capítulo 2.

O período experimental foi de 39 dias (Figura 1), sendo sete dias de adaptação com aumento progressivo do capim-limão nas dietas e 32 dias em que todos os animais receberam suas respectivas dietas experimentais (T1, T2, T3 e T4).

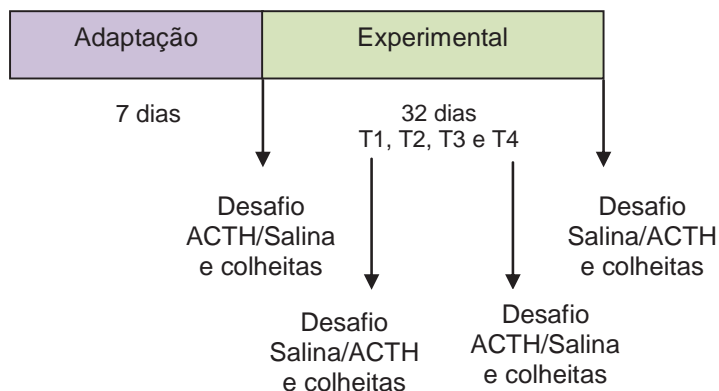


Figura 1. Esquema das colheitas para as análises bioquímicas, hormonais, físicas, químicas e perfil lipídico do leite das cabras administradas com ACTH ou solução salina (controle) de acordo com diferentes porcentagens de inclusão de capim-limão (*Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf) na dieta.

A rotina e os procedimentos de ordenha estão descritos no capítulo 3.

Com o objetivo de avaliar a influência do capim-limão nas respostas hormonais (cortisol), bioquímicas (glicose, colesterol total, HDL colesterol, creatinina, ureia, albumina e fosfatase alcalina), produtivas (produção de leite), quantitativas (composição física e química e perfil de ácidos graxos) e qualitativas (contagem de células somáticas do leite), os animais foram submetidos ao estresse pontual experimental via administração na veia jugular de $0,6 \text{ UI kg}^{-1}$ de PV de ACTH (hormônio adrenocorticotrófico) ou solução salina (controle: injeção salina estéril a 0,9%). Os animais foram selecionados em pares homogêneos constituídos de um ACTH e uma solução salina por tratamento para que não houvesse influência da manipulação dos animais na resposta ao hormônio. Cada animal recebeu solução controle ou ACTH numa semana e ACTH ou solução controle na semana seguinte. O desafio do ACTH foi realizado no horário experimental de ordenha (6h00) durante quatro semanas. Os resultados foram expressos pela média das quatro semanas de acordo com a porcentagem de inclusão de capim-limão e administração de ACTH ou solução salina.

Para obtenção do plasma, foram colhidos, mediante venopunção da jugular, 9 mL de sangue em tubos de colheita a vácuo (Becton Dickinson Vacutainer Systems, Rutherford, NJ) com anticoagulante heparina em cinco momentos: 20 (20 min antes da administração e ordenha), 0 (no momento da aplicação de ACTH e término da ordenha), 60 (60 min após aplicação de ACTH), 120 (120 min após aplicação de ACTH) e 300 (300 min após aplicação de ACTH). As amostras heparinizadas foram centrifugadas por 15 minutos a 3000 xg a 15 °C de temperatura e o plasma obtido foi armazenado a -20 °C para posteriores análises hormonais e bioquímicas.

As análises plasmáticas de cortisol foram realizadas com auxílio de kits de dosagem imunoenzimática (EIA) de cortisol Monobind[®] (Monobind Inc., California, USA). A curva padrão foi determinada utilizando-se sete pontos com as concentrações variando de 0,0 a 50 µg/dL e, para a leitura dos resultados foi utilizado comprimento de onda de filtro a 450 nm, com sensibilidade para a determinação de 0,1 µg/dL.

O perfil bioquímico de ureia (curva padrão 7,5 a 120 mg dL⁻¹, filtro de onda 570 nm), albumina (curva padrão 0,4 a 6,4 g dL⁻¹, filtro de onda 630 nm), creatinina (curva padrão 0,125 a 2,0 mg dL⁻¹, filtro de onda 510 nm), colesterol (curva padrão 12,5 a 200 mg dL⁻¹, filtro de onda 505 nm), fosfatase alcalina (filtro de onda 405 nm), e glicose (curva padrão 12,5 a 200 mg dL⁻¹, filtro de onda 505 nm) foi realizado com auxílio de kits para dosagem imunoenzimática LABORLAB[®] e leitura no equipamento ELISA (Enzyme Linked Immunosorbent Assay).

As amostras para análises produtivas, quantitativas e qualitativas de leite foram realizadas após 24h (na ordenha do dia posterior à aplicação de ACTH).

Foram colhidos 2 L de leite de cada tratamento experimental após ordenha para análise sensorial e 250 mL de leite de cada animal para composição do perfil lipídico e para análises físicas e químicas e de contagem de células somáticas, diretamente da proveta do sistema de ordenha, após homogeneização. As amostras para avaliação sensorial e do perfil lipídico foram congeladas para posteriores análises, e para composição física e química permaneceram refrigeradas até a análise no equipamento Milkoskope Expert Automatic (Scope Electric, Bulgaria-German).

A metodologia de extração e metilação de ácidos graxos está descrita no capítulo 3.

Os leites utilizados na avaliação sensorial foram descongelados em geladeira e pasteurizados lentamente a 65 °C por 30 min, sendo posteriormente resfriados a aproximadamente 7 °C. A análise sensorial foi realizada em cabines individuais sendo as oito amostras apresentadas à temperatura de 30 °C aproximadamente, em copos plásticos de 30 mL em posições casualizadas (sob delineamento de blocos completos balanceados) entre os julgadores e codificadas com algarismos de três dígitos. Cada cabine era composta pela amostra, copo com água e bolacha água e sal para limpeza do palato e minimização do efeito de sabores individuais entre as avaliações.

Participaram 109 julgadores não treinados no teste de aceitação, os quais foram orientados a avaliarem as amostras de leite de cabra em relação aos atributos cor, aroma, sabor, impressão global (1 a 9) e com relação à intenção de compra (1 a 5), utilizando uma escala hedônica estruturada de nove pontos, ancorada nos extremos com os termos “1: Desgostei muitíssimo” e “9: Gostei muitíssimo” (ABNT: NBR 14141, 1998) e cinco pontos “1: Eu certamente não compraria este produto” e “5: Eu certamente compraria este produto” para intenção de compra (O modelo da ficha utilizada está ilustrado na Figura 2, Capítulo 4).

Após descongelamento do leite para avaliação sensorial foi realizada a análise microbiológica dos microrganismos psicotróficos do leite de cabras seguindo os procedimentos descritos no “Standard Methods for the Examination of Dairy Products” (APHA, 1992). Foi utilizada a técnica de semeadura de profundidade em meio PCA (Plate Count Agar, Difco) como ilustrada na Figura 3 (Capítulo 4).

Após homogeneização da amostra, foram realizadas diluições decimais seriadas até 10^{-4} em água peptonada 0,1% (Peptona Bacteriológica, Difco). Após solidificação do Agar, as placas foram incubadas invertidas por 10 dias a 7 °C. As contagens foram realizadas em placas com 25 a 250 colônias, sendo os resultados multiplicados pelo inverso da diluição inoculada e expressos em logaritmo de Unidades Formadoras de colônias (UFC) por mL de amostra.

A avaliação direta da cor do leite dos animais submetidos à alimentação com diferentes níveis de capim-limão e à administração de solução salina ou ACTH, foi realizada com auxílio de cubeta de 20 mm em espectrômetro de cor Hunterlab modelo Miniskan XE Plus® utilizando-se o sistema CIELAB ($L^* a^* b^*$), iluminante D_{65} e ângulo de observação de 10° .

A metodologia da composição física, química e da contagem de células somáticas do leite estão descritas no capítulo 3.

O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 4×2 , com 11 repetições, sendo quatro porcentagens de inclusão de capim-limão e dois tratamentos (aplicação de solução salina ou ACTH) com medidas repetidas ao longo do tempo (cinco tempos de colheita) para os parâmetros hormonais e bioquímicos. Os resultados dos parâmetros hormonais e bioquímicos, de produção, composição, perfil lipídico e contagem de células somáticas do leite foram avaliados por meio de análise de variância e regressão, com auxílio do procedimento “General Linear Models” do SAS. Os coeficientes de correlação linear de Pearson foram calculados pelo procedimento *Corr* do SAS e os contrastes entre as médias pelo teste de Tukey a 5%. Os resultados da avaliação sensorial foram submetidos à análise de regressão linear múltipla, tendo-se como variável independente a porcentagem de inclusão de capim-limão adicionado à dieta e como variáveis dependentes os resultados atribuídos à cor, aroma, sabor, impressão global e intenção de compra. Posteriormente, foram analisados pelo procedimento não paramétrico NPAR1WAY do SAS (2004) pelo teste de Kruskal-Wallis seguido de comparação múltipla de Duncan. Em todos os testes considerou-se o nível de significância de 5%.

3. Resultados e Discussão

3.1 Parâmetros hormonais

Pode-se observar na Figura 2 o perfil hormonal de cortisol entre os tempos de colheita em função da aplicação de solução salina (controle) ou ACTH.

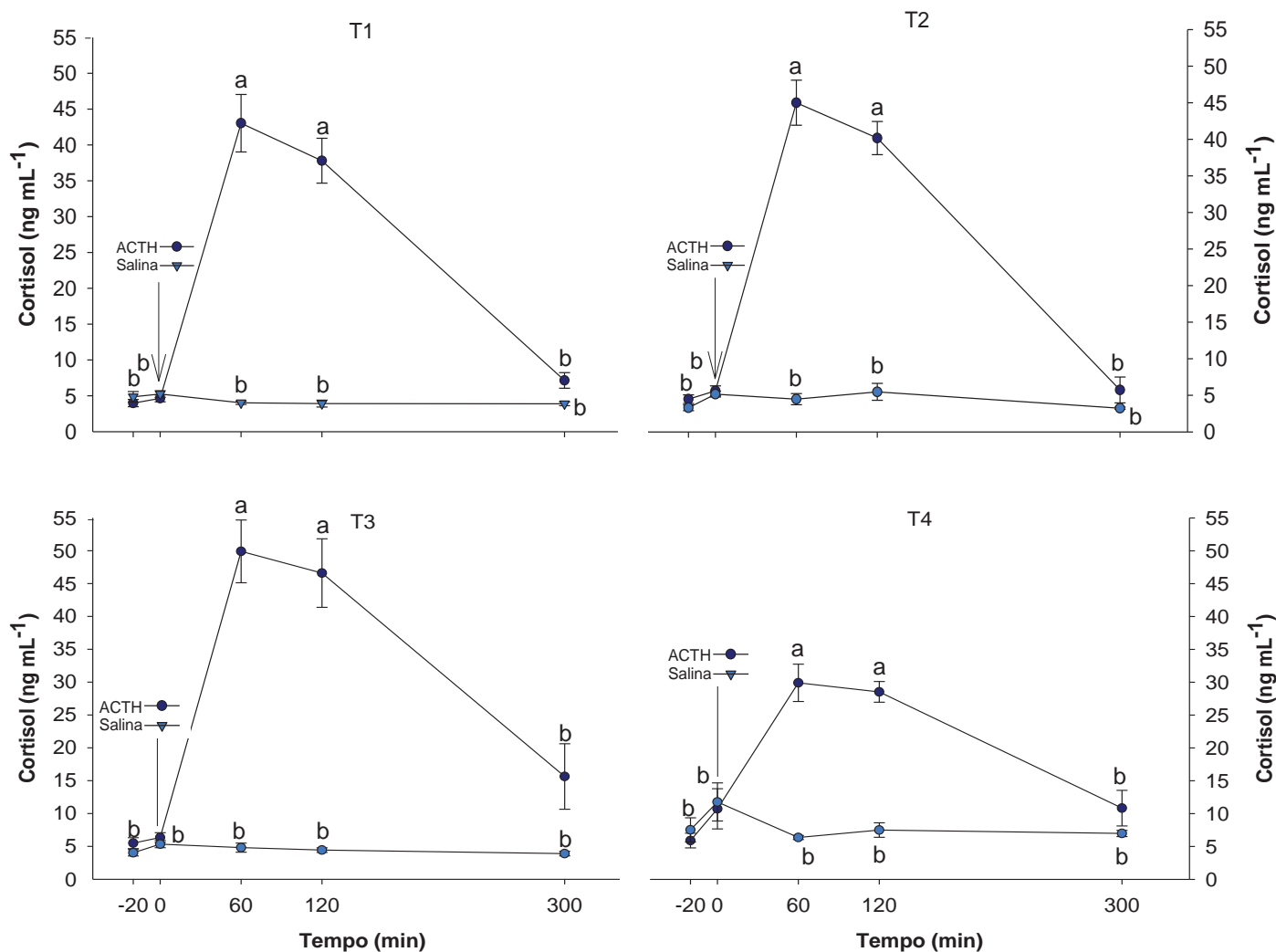


Figura 2. Concentrações plasmáticas médias (\pm erro padrão médio) de cortisol das cabras alimentadas com capim-limão (*Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf) (T1: 0% de capim-limão; T2: 33,5% de capim-limão; T3: 66,5% de capim-limão; T4: 100% de capim-limão) e submetidas à administração de solução salina ou ACTH nos tempos: antes da administração (20 min); no momento da administração e após ordenha (0 min); 60, 120 e 300 min após a administração. Médias seguidas de letras iguais não diferem entre si ($P > 0,05$).

Contudo, embora os animais alimentados com 100% de capim-limão tenham apresentado uma concentração menor de cortisol no pico do hormônio circulante (60 min: 29,90 ng mL⁻¹) em resposta ao estresse fisiológico a que foram submetidos, quando comparado às outras dietas (T1 0%: 43,02 ng mL⁻¹; T2 33,5%: 44,99 ng mL⁻¹ e T3 66,5%: 49,89 ng mL⁻¹) e a variação de resposta ao hormônio quando comparado o

T4 e T1 tivesse chegado a 143%, os diferentes níveis de inclusão de capim-limão na dieta não influenciaram ($P>0,05$) a resposta à este glicocorticoide. Os mesmos resultados foram encontrados em machos caprinos castrados, quando se observou que o pico de cortisol (40 ng mL^{-1}) manteve-se por cerca de 60 min após administração de ACTH (AOYAMA et al., 2009).

Também, a administração de solução salina não influenciou os níveis de cortisol, que permaneceram baixos no plasma dos animais alimentados com capim-limão e/ou silagem de milho, em todos os tempos de colheita. Esta situação sugere que a manipulação das cabras no momento das colheitas de sangue não promoveu alterações hormonais que inferisse a este manejo uma situação estressante que pudesse promover mudanças fisiológicas, produtivas e qualitativas (SAEB et al., 2010), o que era esperado.

3.2 Parâmetros bioquímicos

A Figura 3 ilustra o perfil de glicose plasmática entre os tempos de colheita em função da aplicação de solução salina (controle) ou ACTH.

A inclusão de capim-limão na dieta influenciou ($P<0,05$) as concentrações de glicose sanguínea.

Observaram-se diferenças ($P<0,05$) entre os grupos administrados com solução salina e ACTH. Os perfis das curvas que ilustram o pico de cortisol (Figura 2) são semelhantes aos resultados encontrados em outros estudos (AOYAMA et al., 2009; TOERIEN et al., 1999), os quais também observaram concentrações máximas de cortisol aos 60 min ($P<0,05$) após aplicação de ACTH, e retorno aos valores iniciais (20 e 0 min) após 300 min da aplicação ($P>0,05$).

O aumento das concentrações de glicose foi significativo ($P<0,05$) apenas para o tratamento controle (0% de capim-limão e 100% de silagem de milho). Ainda que a mesma tendência tenha sido observada nos outros tratamentos.

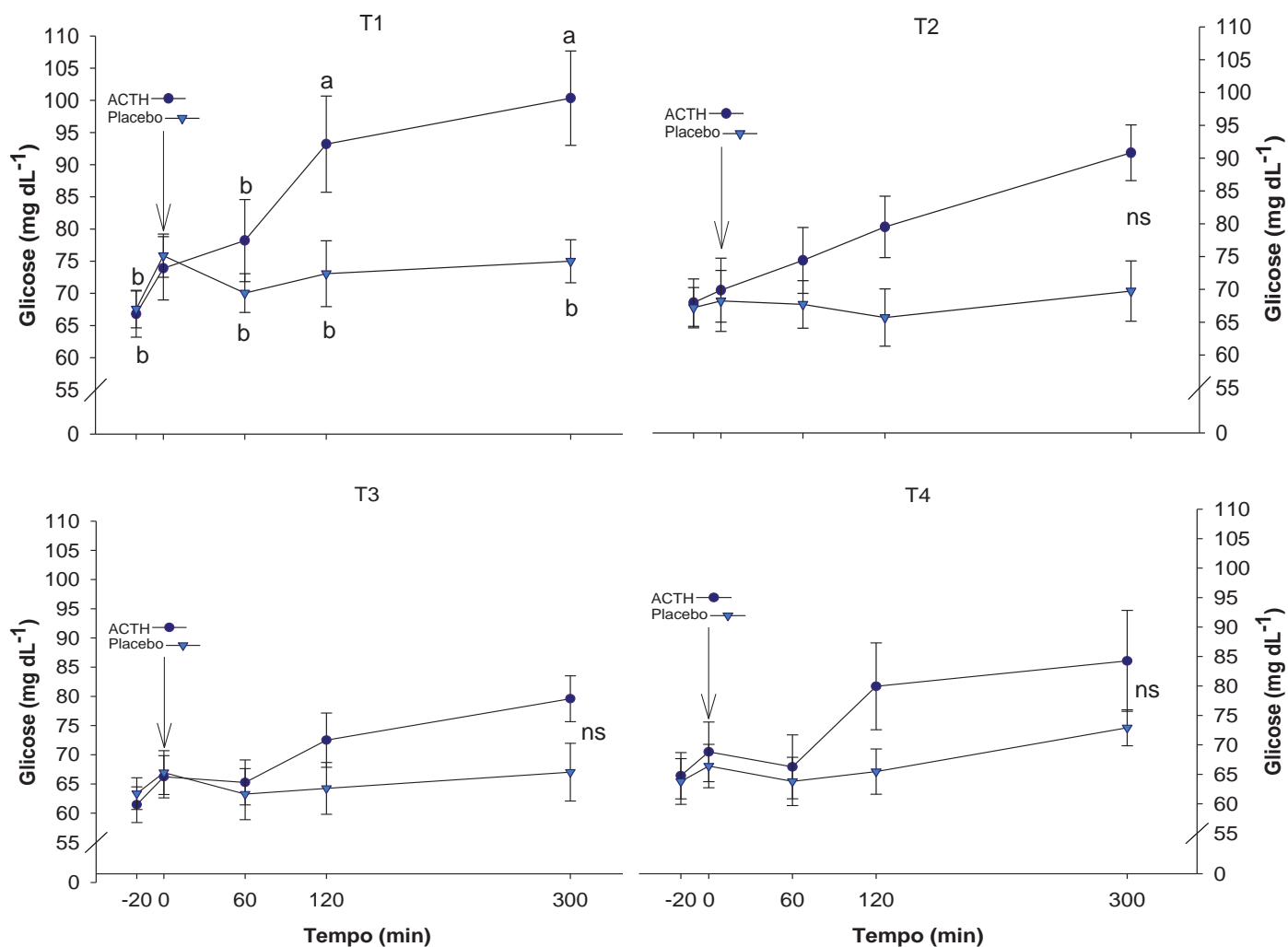


Figura 3 Concentrações plasmáticas médias (\pm erro padrão médio) de glicose das cabras alimentadas com capim-limão (*Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf) (T1: 0% de capim-limão; T2: 33,5% de capim-limão; T3: 66,5% de capim-limão; T4: 100% de capim-limão) e submetidas à administração de solução salina (controle) ou ACTH nos tempos: antes da administração (20 min); no momento da administração e após ordenha (0 min); 60, 120 e 300 min após a administração. Médias seguidas de letras iguais não diferem entre si ($P > 0,05$), ns=não significativo.

Alguns autores tem relatado comportamento semelhante entre os níveis de cortisol e as concentrações de glicose, em animais submetidos a situações estressantes (NWE et al., 1996; KANNAN et al., 2000). Contudo, os resultados indicam que o capim-limão pode ter interferido no metabolismo dos carboidratos, diminuindo o estímulo à gliconeogênese e aumentando a captação de glicose pelas células, promovendo uma diminuição da glicose circulante nos animais alimentados com 33,5

(T2); 66,5 (T3) e 100% (T4) de capim-limão, pois foi constatada atividade hipoglicemiante desta planta em ratos alimentados por 42 dias (ADENEYE & AGBAJE, 2007).

Os níveis deste parâmetro para o grupo administrado com solução salina estão na faixa de referência (50 a 75 mg dL⁻¹), considerada normal para a espécie caprina (KANEKO, 1997), como encontrado por outros autores (PAL et al., 2010). Pode-se observar que para os grupos administrados com ACTH os níveis mantiveram-se dentro da normalidade apenas para os tratamentos 3 e 4, confirmando a hipótese de que o efeito hipoglicemiante do capim-limão é dose-dependente (FURTADO, 2009).

Embora poucos trabalhos comprovem essa teoria, observou-se que os ácidos graxos podem diminuir as concentrações de ACTH em ratos Wistar e modular a resposta à insulina, pois diminuições significativas na resposta aos hormônios foram observadas quando foram administrados os ácidos C_{4:0}, C_{8:0}, C_{12:0}, C_{16:0} e C_{18:0} (KATOH et al., 2004; CURI, 2010).

Os parâmetros bioquímicos plasmáticos de ureia, creatinina, albumina e fosfatase alcalina das cabras alimentadas com capim-limão e submetidas à administração de solução salina ou ACTH estão na Tabela 2. Não houve interação entre os tempos de colheita (20,0, 60, 120 e 300 min.), entre os grupos (solução salina) ou tratamentos (0; 33,5; 66,5 e 100% de capim-limão), indicando que o capim-limão e a simulação fisiológica do estresse via administração de ACTH, não apresentaram influência sobre as respostas destes metabólitos no plasma. Entretanto, a tabela foi apresentada para melhor visualização dos resultados.

Tabela 2. Parâmetros bioquímicos (\pm erro padrão médio) de ureia, creatinina, albumina e fosfatase alcalina de cabras alimentadas com capim-limão (*Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf) e submetidas à administração de solução salina (controle) ou ACTH colhidos nos tempos: antes da administração (20 min); no momento da administração e após ordenha (0 min); 60, 120 e 300 min após a administração

Dieta		20	0	60	120	300	
Ureia	T1 (0%) ¹ (controle)	Salina	32,32 \pm 5,05	31,71 \pm 4,33	34,84 \pm 4,13	33,90 \pm 5,03	32,11 \pm 4,29
		ACTH	30,21 \pm 4,47	30,59 \pm 4,13	33,56 \pm 5,11	31,80 \pm 3,82	27,75 \pm 2,52
	T2 (33,5%)	Salina	38,84 \pm 5,54	40,84 \pm 5,79	39,65 \pm 6,65	39,61 \pm 5,74	32,31 \pm 5,38
		ACTH	38,78 \pm 5,53	38,32 \pm 5,85	41,14 \pm 6,28	39,08 \pm 7,60	34,04 \pm 6,20
	T3 (66,5%)	Salina	36,37 \pm 4,07	38,34 \pm 3,26	37,15 \pm 3,50	37,63 \pm 3,01	36,38 \pm 3,96
		ACTH	36,34 \pm 5,05	38,40 \pm 3,34	38,86 \pm 3,19	35,09 \pm 3,49	37,19 \pm 4,50
	T4 (100%)	Salina	35,73 \pm 4,73	36,64 \pm 5,07	36,08 \pm 4,85	36,14 \pm 4,72	32,08 \pm 4,63
		ACTH	33,19 \pm 3,13	33,46 \pm 4,40	33,85 \pm 3,81	33,76 \pm 4,66	33,43 \pm 5,50
Creatinina	T1 (0%) (controle)	Salina	0,93 \pm 0,07	0,90 \pm 0,07	0,96 \pm 0,08	0,94 \pm 0,06	0,90 \pm 0,07
		ACTH	0,98 \pm 0,08	0,97 \pm 0,08	0,98 \pm 0,05	0,95 \pm 0,06	0,92 \pm 0,04
	T2 (33,5%)	Salina	0,89 \pm 0,08	0,86 \pm 0,11	0,93 \pm 0,10	0,90 \pm 0,08	0,95 \pm 0,11
		ACTH	0,89 \pm 0,09	0,92 \pm 0,08	0,87 \pm 0,09	0,84 \pm 0,09	0,82 \pm 0,07
	T3 (66,5%)	Salina	0,83 \pm 0,05	0,83 \pm 0,04	0,81 \pm 0,04	0,80 \pm 0,06	0,82 \pm 0,05
		ACTH	0,88 \pm 0,06	0,93 \pm 0,06	0,84 \pm 0,06	0,91 \pm 0,07	0,86 \pm 0,06
	T4 (100%)	Salina	0,83 \pm 0,10	0,79 \pm 0,11	0,87 \pm 0,11	0,91 \pm 0,10	0,84 \pm 0,10
		ACTH	0,81 \pm 0,13	0,81 \pm 0,12	0,82 \pm 0,12	0,80 \pm 0,11	0,75 \pm 0,11
Albumina	T1 (0%) (controle)	Salina	2,96 \pm 0,15	2,89 \pm 0,11	2,90 \pm 0,28	2,69 \pm 0,19	2,71 \pm 0,08
		ACTH	2,96 \pm 0,10	2,75 \pm 0,07	2,70 \pm 0,25	2,76 \pm 0,23	2,61 \pm 0,10
	T2 (33,5%)	Salina	2,91 \pm 0,15	2,79 \pm 0,11	2,93 \pm 0,10	2,61 \pm 0,08	2,88 \pm 0,12
		ACTH	3,07 \pm 0,10	3,05 \pm 0,14	3,05 \pm 0,26	2,96 \pm 0,16	2,73 \pm 0,10
	T3 (66,5%)	Salina	3,06 \pm 0,11	2,96 \pm 0,14	2,92 \pm 0,17	3,01 \pm 0,18	2,83 \pm 0,14
		ACTH	2,86 \pm 0,14	2,94 \pm 0,15	2,79 \pm 0,22	2,76 \pm 0,14	2,78 \pm 0,05
	T4 (100%)	Salina	2,82 \pm 0,18	2,86 \pm 0,11	2,89 \pm 0,23	2,74 \pm 0,27	2,67 \pm 0,17
		ACTH	2,87 \pm 0,22	2,86 \pm 0,18	2,70 \pm 0,17	2,64 \pm 0,23	2,68 \pm 0,11
Fosfatase alcalina	T1 (0%) (controle)	Salina	118,28 \pm 29,06	109,10 \pm 29,36	138,65 \pm 35,27	134,11 \pm 32,29	131,37 \pm 27,89
		ACTH	111,60 \pm 34,25	104,07 \pm 32,71	108,00 \pm 25,92	126,70 \pm 34,47	115,55 \pm 33,02
	T2 (33,5%)	Salina	71,96 \pm 20,45	76,75 \pm 24,22	91,95 \pm 29,15	55,15 \pm 11,66	76,29 \pm 26,33
		ACTH	85,25 \pm 35,24	60,30 \pm 14,36	81,77 \pm 30,64	73,92 \pm 27,40	63,40 \pm 16,49
	T3 (66,5%)	Salina	72,67 \pm 14,42	90,93 \pm 27,06	88,76 \pm 23,09	78,72 \pm 16,13	91,83 \pm 26,55
		ACTH	94,97 \pm 23,41	97,37 \pm 26,55	88,37 \pm 19,00	90,11 \pm 19,71	104,73 \pm 34,46
	T4 (100%)	Salina	97,99 \pm 19,88	86,76 \pm 14,84	102,12 \pm 22,14	93,41 \pm 14,34	89,83 \pm 15,56
		ACTH	100,65 \pm 22,20	91,32 \pm 16,64	104,61 \pm 23,70	93,66 \pm 15,30	87,68 \pm 15,62

¹% de inclusão de capim-limão na dieta. Médias seguidas das mesmas letras minúsculas na mesma linha e maiúsculas na mesma coluna, dentro de cada tratamento, não diferem entre si pelo teste de Tukey (P>0,05).

A gliconeogênese é estimulada pelos glicocorticoides advindos da aplicação de ACTH, e embora em pequena parcela, estes glicocorticoides também participam do metabolismo de sódio e potássio (ENCARNAÇÃO, 1992), aumentando a taxa de filtração glomerular (AIRES, 2008), influenciando no balanço de líquido corporal. Assim, embora fossem esperadas alterações nos teores de ureia e creatinina, sobretudo no plasma dos animais do tratamento controle (0%) que apresentaram aumento significativo de glicose sanguínea, não foi observado diferenças estatísticas para estes parâmetros.

Geralmente, em situações de estresse, há um aumento do catabolismo das proteínas, que tendem a aumentar os níveis de ureia sanguínea com concomitante aumento dos níveis de cortisol (SAEB et al., 2010), porém esta situação é observada quando também sobrevém de privação de alimento (FINCO, 1997), que não ocorreu neste experimento.

Os parâmetros bioquímicos plasmáticos de colesterol das cabras alimentadas com capim-limão e submetidas à administração de solução salina ou ACTH estão na Tabela 3.

Tabela 3. Parâmetros bioquímicos (\pm erro padrão médio) de colesterol de cabras alimentadas com capim-limão (*Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf) e submetidas à administração de solução salina (controle) ou ACTH colhidos nos tempos: antes da administração (20 min); no momento da administração e após ordenha (0 min); 60, 120 e 300 min após a administração

Dieta		20	0	60	120	300	
Colesterol	T1 (0%) ¹ (controle)	Salina	100,04 ^B \pm 12,89	105,76 ^B \pm 11,70	106,73 ^B \pm 17,39	108,15 ^B \pm 13,83	114,89 ^B \pm 15,60
		ACTH	112,23 ^B \pm 16,66	100,78 ^B \pm 18,30	101,46 ^B \pm 18,67	100,81 ^B \pm 17,78	100,60 ^B \pm 18,31
	T2 (33,5%)	Salina	124,23 ^{AB} \pm 8,58	123,83 ^{AB} \pm 9,31	120,99 ^{AB} \pm 8,48	114,47 ^{AB} \pm 12,22	118,47 ^{AB} \pm 9,30
		ACTH	128,81 ^{AB} \pm 11,16	128,30 ^{AB} \pm 11,93	120,85 ^{AB} \pm 8,94	125,64 ^{AB} \pm 9,60	126,03 ^{AB} \pm 6,00
	T3 (66,5%)	Salina	153,37 ^A \pm 10,93	152,51 ^A \pm 14,24	142,66 ^A \pm 12,49	153,58 ^A \pm 11,49	145,84 ^A \pm 13,14
		ACTH	151,82 ^A \pm 13,17	152,70 ^A \pm 12,50	155,65 ^A \pm 14,94	150,19 ^A \pm 13,31	140,86 ^A \pm 9,07
	T4 (100%)	Salina	136,06 ^{AB} \pm 23,01	134,35 ^{AB} \pm 17,24	136,41 ^{AB} \pm 17,63	127,90 ^{AB} \pm 18,15	124,65 ^{AB} \pm 14,84
		ACTH	130,02 ^{AB} \pm 24,41	134,07 ^{AB} \pm 26,67	123,26 ^{AB} \pm 26,15	129,05 ^{AB} \pm 24,22	124,65 ^{AB} \pm 23,74

¹% de inclusão de capim-limão na dieta. Médias seguidas das mesmas letras maiúsculas na mesma linha ou coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey (P>0,05).

Não houve interação entre os tempos de colheita (20, 0, 60, 120 e 300 min.) e os grupos (solução salina), indicando que o capim-limão e a simulação fisiológica do estresse via administração de ACTH, não apresentaram influência sobre as respostas destes metabólitos no plasma. Entretanto, houve diferença na concentração de colesterol entre os tratamentos controle (0%) e 66,5% de capim-limão para ambos os grupos (salina e ACTH). Este fato pode estar relacionado à produção de leite deste grupo T3 (3,35 kg) significativamente maior comparado ao T1 (2,33 kg) (Tabela 4). Pois, quanto maior a produção de leite, maior a mobilização de reservas corporais, semelhante ao encontrado por GONTHIER et al. (2005).

3.3 Produção, composição física e química e qualitativa do leite

A produção e a composição física e química do leite das cabras alimentadas com diferentes níveis de capim-limão e submetidas à administração de solução salina ou ACTH são apresentadas na Tabela 4.

A produção de leite foi influenciada pela inclusão de capim-limão na dieta e pela administração de ACTH.

Os animais alimentados com 66,5% de capim-limão apresentaram maior produção leiteira (3,35 kg) diferindo dos demais tratamentos no grupo salina. Também foi a única porcentagem de inclusão de capim-limão que variou a produção antes e após a administração de ACTH, observando-se uma diminuição de cerca de 20%.

Exceto para o teor de sais que variou entre os grupos (salina ou ACTH) no tratamento 2 (33,5% de capim-limão), a composição física e química não apresentou diferenças entre os tratamentos e entre os grupos.

Tabela 4. Produção e composição física e química (\pm erro padrão médio) do leite das cabras alimentadas com capim-limão (*Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf) e submetidas à administração de solução salina ou ACTH

Parâmetro	Dietas				
	T1 (0%) ¹ (controle)	T2 (33,5%)	T3 (66,5%)	T4 (100%)	
Produção de leite (kg dia ⁻¹)	Salina	2,33 ^{ba} \pm 0,23	2,21 ^{ba} \pm 0,26	3,35 ^{aa} \pm 0,27	2,28 ^{ba} \pm 0,63
	ACTH	2,29 ^{aa} \pm 0,44	2,24 ^{aa} \pm 0,30	2,64 ^{ab} \pm 0,41	2,65 ^{aa} \pm 0,67
Temperatura do leite(°C)	Salina	35,76 \pm 0,68	36,18 \pm 0,34	36,25 \pm 0,20	36,54 \pm 0,34
	ACTH	35,00 \pm 0,45	36,72 \pm 0,50	35,78 \pm 0,35	35,24 \pm 0,38
Acidez (°D)	Salina	19,59 \pm 0,59	19,86 \pm 0,25	19,59 \pm 0,38	19,17 \pm 0,20
	ACTH	19,25 \pm 0,44	19,37 \pm 0,46	19,72 \pm 0,64	19,97 \pm 0,49
pH	Salina	6,44 \pm 0,02	6,39 \pm 0,01	6,36 \pm 0,01	6,43 \pm 0,05
	ACTH	6,38 \pm 0,02	6,34 \pm 0,03	6,35 \pm 0,03	6,38 \pm 0,01
Gordura (%)	Salina	3,24 \pm 0,12	3,26 \pm 0,22	3,03 \pm 0,18	2,84 \pm 0,38
	ACTH	3,52 \pm 0,12	3,53 \pm 0,13	3,19 \pm 0,13	2,46 \pm 0,11
Proteína (%)	Salina	2,84 \pm 0,02	2,85 \pm 0,01	2,85 \pm 0,01	2,86 \pm 0,01
	ACTH	2,87 \pm 0,02	2,89 \pm 0,01	2,86 \pm 0,01	2,84 \pm 0,02
Lactose (%)	Salina	4,46 \pm 0,07	4,47 \pm 0,04	4,48 \pm 0,05	4,52 \pm 0,04
	ACTH	4,55 \pm 0,08	4,67 \pm 0,04	4,52 \pm 0,04	4,46 \pm 0,07
Densidade (g L ⁻¹)	Salina	1,0290 \pm 0,0003	1,0290 \pm 0,0001	1,0292 \pm 0,0002	1,0291 \pm 0,0002
	ACTH	1,0293 \pm 0,0003	1,0297 \pm 0,0001	1,0293 \pm 0,0001	1,0294 \pm 0,0003
Sólidos Totais (%)	Salina	11,39 \pm 0,19	11,43 \pm 0,27	11,18 \pm 0,23	11,01 \pm 0,44
	ACTH	11,91 \pm 0,19	11,92 \pm 0,18	11,40 \pm 0,18	10,55 \pm 0,12
Extrato Seco Desengordurado (%)	Salina	8,16 \pm 0,08	8,17 \pm 0,06	8,16 \pm 0,07	8,17 \pm 0,07
	ACTH	8,38 \pm 0,06	8,40 \pm 0,05	8,21 \pm 0,05	8,09 \pm 0,07
Sais (%)	Salina	0,67 \pm 0,01	0,67 ^A \pm 0,01	0,67 \pm 0,01	0,68 \pm 0,01
	ACTH	0,68 \pm 0,01	0,70 ^B \pm 0,01	0,68 \pm 0,01	0,67 \pm 0,01
Ponto crioscópico (°C)	Salina	-0,512 \pm 0,01	-0,514 \pm 0,006	-0,513 \pm 0,007	-0,522 \pm 0,007
	ACTH	-0,526 \pm 0,01	-0,540 \pm 0,006	-0,519 \pm 0,006	-0,508 \pm 0,008

¹% de inclusão de capim-limão na dieta. Médias seguidas das mesmas letras minúsculas na mesma linha e maiúsculas na mesma coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (P>0,05).

A contagem de células somáticas (CCS) do leite das cabras alimentadas com capim-limão e submetidas à administração de solução salina ou ACTH é apresentada na Figura 4.

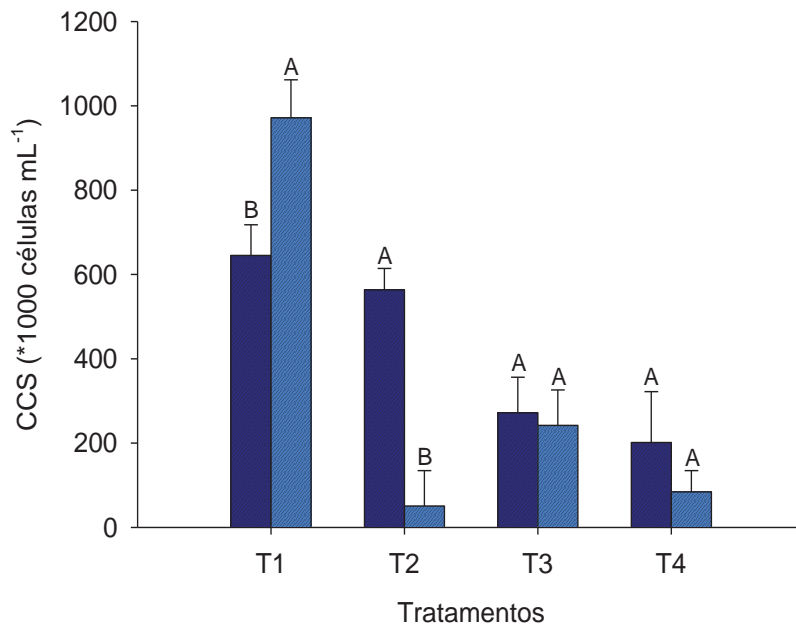


Figura 4. Contagem de células somáticas (\pm erro padrão médio) do leite de cabras alimentadas com capim-limão (T1 controle: 0%; T2: 33,5%; T3: 66,5% e T4: 100%) na dieta e submetidas à administração de solução salina (controle) ou ACTH. Médias seguidas de letras iguais nas colunas dentro de cada tratamento não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P > 0,05$).

A administração de ACTH endovenoso promoveu aumento e diminuição da CCS no leite dos animais ($P < 0,05$) do grupo controle e no grupo alimentado com 33,5% de capim-limão, respectivamente. Nos grupos alimentados com maiores porcentagens de capim-limão (66,5 e 100%) não foram observadas alterações ($P > 0,05$). O capim-limão foi efetivo por não permitir o aumento da contagem de células somáticas nos animais submetidos ao estresse fisiológico.

Estes resultados são interessantes, pois situações estressantes promovem aumento da contagem de células somáticas (YAGI et al., 2004; CANAES et al., 2009) o qual traz grandes prejuízos econômicos à atividade pecuária (HARMON, 1994) por reduzir a produção e alterar a composição física, química e sensorial do leite, além de influenciar negativamente o rendimento de seus derivados (ANDREATA et al., 2009).

3.4 Perfil de ácidos graxos do leite

O perfil de ácidos graxos do leite dos animais alimentados com capim-limão e submetidos à administração de solução salina ou ACTH é apresentado nas Tabelas 5, 6 e 7.

Tabela 5. Média (\pm erro padrão médio) do perfil de ácidos graxos (C_4 a $C_{14:1}$) do leite de cabras alimentadas com capim-limão (*Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf) e submetidas à aplicação de solução salina ou ACTH

Ácido graxo	Dietas			
	T1 (0%) ¹ (controle)	T2 (33,5%)	T3 (66,5%)	T4 (100%)
	g 100g ⁻¹			
Butírico ($C_{4:0}$)				
Salina	0,65 \pm 0,04	0,68 \pm 0,05	0,66 \pm 0,05	0,68 \pm 0,05
ACTH	0,79 \pm 0,06	0,69 \pm 0,05	0,71 \pm 0,03	0,67 \pm 0,06
Capróico ($C_{6:0}$)				
Salina	1,03 \pm 0,06	0,95 \pm 0,05	0,98 \pm 0,09	0,91 \pm 0,05
ACTH	1,21 \pm 0,08	1,01 \pm 0,09	1,06 \pm 0,03	0,82 \pm 0,06
Caprílico ($C_{8:0}$)				
Salina	1,33 \pm 0,09	1,10 \pm 0,06	1,19 \pm 0,12	1,05 \pm 0,07
ACTH	1,54 ^a \pm 0,12	1,23 ^{ab} \pm 0,13	1,29 ^{ab} \pm 0,05	0,91 ^b \pm 0,08
Cáprico ($C_{10:0}$)				
Salina	5,39 \pm 0,34	4,27 \pm 0,26	4,59 \pm 0,46	4,07 \pm 0,25
ACTH	6,11 ^a \pm 0,40	4,64 ^{ab} \pm 0,54	4,95 ^{ab} \pm 0,28	3,50 ^b \pm 0,35
Undecanóico ($C_{11:0}$)				
Salina	0,16 \pm 0,01	0,12 \pm 0,01	0,14 \pm 0,03	0,15 \pm 0,02
ACTH	0,17 \pm 0,01	0,12 \pm 0,02	0,16 \pm 0,02	0,10 \pm 0,02
Láurico ($C_{12:0}$)				
Salina	2,24 \pm 0,16	1,79 \pm 0,11	2,02 \pm 0,22	1,91 \pm 0,10
ACTH	2,54 \pm 0,23	1,80 \pm 0,20	2,11 \pm 0,21	1,63 \pm 0,11
Tridecanóico ($C_{13:0}$)				
Salina	0,10 \pm 0,01	0,08 \pm 0,01	0,08 \pm 0,02	0,08 \pm 0,01
ACTH	0,15 \pm 0,03	0,08 \pm 0,03	0,10 \pm 0,01	0,04 \pm 0,01
Mirístico ($C_{14:0}$)				
Salina	6,29 \pm 0,24	6,08 \pm 0,48	6,42 \pm 0,45	6,00 \pm 0,50
ACTH	7,09 \pm 0,57	5,63 \pm 0,34	6,29 \pm 0,23	5,92 \pm 0,41
Miristoléico ($C_{14:1}$)				
Salina	0,16 \pm 0,01	0,23 \pm 0,01	0,25 \pm 0,03	0,30 \pm 0,05
ACTH	0,28 \pm 0,05	0,22 \pm 0,03	0,25 \pm 0,01	0,26 \pm 0,03

¹% de inclusão de capim-limão na dieta. Médias seguidas das mesmas letras minúsculas na mesma linha e maiúsculas na mesma coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (P>0,05).

Foram observadas alterações entre os tratamentos 1 (0%) e 4 (100% de capim-limão) para os ácidos graxos caprílico (C_{8:0}) e cáprico (C_{10:0}) no grupo ACTH.

Observou-se uma concentração 70% maior de C_{8:0} e 75% maior de C_{10:0} no leite dos animais alimentados com 100% de silagem de milho (T1) e submetidos à administração de ACTH quando comparado ao leite daqueles alimentados com 100% de capim-limão.

Tabela 6. Médias (\pm erro padrão médio) do perfil de ácidos graxos (C_{15:0} a C_{17:1}, C_{20:0} e C_{20:4}) do leite de cabras alimentadas com capim-limão (*Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf) e submetidas à aplicação de solução salina ou ACTH

Ácido graxo	Dietas			
	T1 (0%) ¹ (controle)	T2 (33,5%)	T3 (66,5%)	T4 (100%)
	g 100g ⁻¹			
Pentadecanóico (C _{15:0})				
Salina	0,43 \pm 0,02	0,48 \pm 0,05	0,42 \pm 0,04	0,48 \pm 0,06
ACTH	0,52 \pm 0,07	0,37 \pm 0,05	0,45 \pm 0,03	0,42 \pm 0,04
Pentadecanóico <i>cis</i> -10 (C _{15:1})				
Salina	0,14 \pm 0,01	0,13 \pm 0,03	0,05 \pm 0,03	0,02 \pm 0,00
ACTH	0,16 \pm 0,05	0,14 \pm 0,04	0,09 \pm 0,04	0,00 \pm 0,00
Palmítico (C _{16:0})				
Salina	20,09 \pm 0,64	19,04 \pm 1,51	18,60 \pm 1,00	19,81 \pm 1,23
ACTH	21,89 \pm 0,87	17,95 \pm 1,07	18,37 \pm 0,51	18,20 \pm 1,04
Palmitoléico (C _{16:1})				
Salina	0,48 \pm 0,02	0,47 \pm 0,03	0,51 \pm 0,10	0,62 \pm 0,06
ACTH	0,67 \pm 0,09	0,56 \pm 0,07	0,59 \pm 0,02	0,48 \pm 0,07
Heptadecanóico (C _{17:0})				
Salina	0,26 \pm 0,02	0,22 \pm 0,03	0,25 \pm 0,02	0,26 \pm 0,01
ACTH	0,30 \pm 0,03	0,24 \pm 0,03	0,27 \pm 0,01	0,23 \pm 0,02
Heptadecanóico (C _{17:1 cis-10})				
Salina	0,10 \pm 0,03	0,06 \pm 0,01	0,04 \pm 0,01	0,07 \pm 0,01
ACTH	0,10 \pm 0,03	0,06 \pm 0,01	0,06 \pm 0,01	0,04 \pm 0,02
Araquídico (C _{20:0})				
Salina	0,07 \pm 0,01	0,10 \pm 0,01	0,09 \pm 0,01	0,10 \pm 0,03
ACTH	0,10 \pm 0,01	0,10 \pm 0,01	0,11 \pm 0,01	0,09 \pm 0,01
Araquidônico (C _{20:4})				
Salina	0,12 \pm 0,01	0,08 \pm 0,01	0,08 \pm 0,01	0,08 \pm 0,02
ACTH	0,18 \pm 0,03	0,09 \pm 0,01	0,09 \pm 0,01	0,05 \pm 0,01

¹% de inclusão de capim-limão na dieta. Médias seguidas das mesmas letras minúsculas na mesma linha e maiúsculas na mesma coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (P>0,05).

Os ácidos graxos de cadeia média do leite dos animais (apresentados na Tabela 6) não apresentaram diferenças entre os níveis de inclusão de capim-limão, nem entre grupos (solução salina e ACTH).

Tabela 7. Média (\pm erro padrão médio) do perfil dos ácidos graxos com 18 carbonos (C_{18}) do leite de cabras alimentadas com capim-limão (*Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf) e submetidas à aplicação de solução salina ou ACTH

Ácido graxo	Dietas			
	T1 (0%) ¹ (controle)	T2 (33,5%)	T3 (66,5%)	T4 (100%)
Esteárico ($C_{18:0}$)	$g\ 100g^{-1}$			
Salina	6,23 \pm 0,66	9,47 \pm 0,66	7,66 \pm 0,49	7,86 \pm 1,73
ACTH	8,11 \pm 0,79	9,22 \pm 0,62	8,97 \pm 0,57	7,80 \pm 0,70
Oleico ($C_{18:1\ cis-9}$)				
Salina	15,77 \pm 0,26	17,59 \pm 1,24	17,96 \pm 1,36	18,80 \pm 3,07
ACTH	19,72 \pm 1,69	15,47 \pm 3,90	18,15 \pm 1,58	17,07 \pm 1,03
Vacênico ($C_{18:1\ trans-11}$)				
Salina	0,26 \pm 0,03	0,57 \pm 0,27	0,49 \pm 0,24	0,55 \pm 0,33
ACTH	0,55 \pm 0,28	1,22 \pm 0,62	0,51 \pm 0,22	0,26 \pm 0,01
CLA ($C_{18:2\ cis\ 9,\ trans-11}$)				
Salina	0,27 ^a \pm 0,01	0,51 ^{ab} \pm 0,06	0,63 ^{ab} \pm 0,11	0,80 ^b \pm 0,15
ACTH	0,40 \pm 0,08	0,60 \pm 0,06	0,50 \pm 0,16	0,53 \pm 0,05
Linoleico ($C_{18:2\ n-6\ cis}$)				
Salina	1,97 \pm 0,11	2,08 \pm 0,20	2,19 \pm 0,25	2,06 \pm 0,40
ACTH	2,33 \pm 0,18	2,09 \pm 0,21	1,84 \pm 0,20	2,42 \pm 0,19
Alfa-linolênico ($C_{18:3\ n-3}$)				
Salina	0,07 \pm 0,01	0,10 \pm 0,02	0,11 \pm 0,01	0,14 \pm 0,03
ACTH	0,10 \pm 0,01	0,09 \pm 0,01	0,21 \pm 0,10	0,13 \pm 0,02

¹% de inclusão de capim-limão na dieta. Médias seguidas das mesmas letras minúsculas na mesma linha e maiúsculas na mesma coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P > 0,05$).

Dentre os ácidos graxos de cadeia longa com 18 carbonos, apenas o CLA ($C_{18:2\ cis-9,\ trans-11}$) foi alterado pela inclusão de capim-limão na dieta. Observou-se diferença entre as concentrações nos tratamentos 1 (0%) e 4 (100% de capim-limão) no grupo administrado com solução salina (controle).

Os níveis de cortisol sanguíneo potencializado pela aplicação de ACTH, não influenciaram a mobilização de ácidos graxos pelo tecido adiposo e o consequente aumento da oxidação de ácidos graxos nas células. Contudo, este efeito não é completamente compreendido, mas, acredita-se que esta situação contribua para que

os sistemas metabólicos celulares deixem de utilizar glicose para a geração de energia e passem a utilizar ácidos graxos em situações estressantes (GUYTON & HALL, 2006).

3.5 Contagem de microrganismos psicrótróficos

A contagem da microbiota psicrófila no leite foi utilizada para avaliar se as bactérias psicrótróficas, por serem lipolíticas, e responsáveis por causar o sabor ranço no leite (CHEN et al., 2003), poderiam influenciar na avaliação sensorial. Contudo, os resultados não foram apresentados por não haver crescimento significativo de colônias destes microrganismos (acima de 25) em nenhuma amostra do leite dos tratamentos (0; 33,5; 66,5 e 100% de capim-limão) e dos grupos (solução salina e ACTH). Este fato é consequência do imediato congelamento ao qual as amostras foram submetidas após colheita, visto que este grupo de microrganismos apresentam ótimo crescimento entre 7 e 10 °C (APHA, 1992).

3.6 Avaliação sensorial do leite

As notas médias da avaliação sensorial do leite das cabras alimentadas com capim-limão e/ou silagem de milho e submetidas à administração de solução salina ou ACTH são apresentadas na Tabela 8.

O parâmetro cor na avaliação sensorial recebeu as maiores notas, diferindo entre tratamentos ($P < 0,05$), porém, não entre grupos ($P < 0,05$) de desafio (solução salina ou ACTH). O leite dos animais alimentados com 66,5% de capim-limão (T3) recebeu a maior nota (7,13), diferindo do T1 e T2 ($P < 0,05$), e não diferindo do T4 ($P > 0,05$).

Quando os animais foram submetidos à administração de ACTH, as diferenças entre as notas dos tratamentos foram maiores ($P < 0,05$), sendo os maiores níveis de inclusão (66,5 e 100%) de capim-limão diferente do controle (0%), que teve a menor nota (5,96).

O atributo aroma não apresentou diferenças ($P > 0,05$) entre os níveis de inclusão de capim-limão no grupo administrado com solução salina (controle). Todavia, a alimentação influenciou ($P < 0,05$) as notas atribuídas ao aroma no leite do grupo ACTH. O único tratamento que apresentou diferenças ($P < 0,05$) entre os grupos salina e ACTH

foi o T3, mas, ainda assim, apresentou notas superiores (6,00; $P < 0,05$) ao tratamento controle (5,87).

Tabela 8. Notas médias (\pm erro padrão médio) obtidas no teste de aceitação do leite de cabras alimentadas com capim-limão (*Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf) e submetidas à administração de solução salina ou ACTH

Atributo	T1 (0%) ¹ (controle)	T2 (33,5%)	T3 (66,5%)	T4 (100%)
Cor				
Salina	6,20 ^{bA} \pm 0,23	6,35 ^{bA} \pm 0,21	7,13 ^{aA} \pm 0,16	6,91 ^{abA} \pm 0,17
ACTH	5,96 ^{bA} \pm 0,25	6,33 ^{abA} \pm 0,23	6,56 ^{aA} \pm 0,20	6,74 ^{aA} \pm 0,20
Aroma				
Salina	6,31 ^A \pm 0,18	6,35 ^A \pm 0,20	6,56 ^A \pm 0,20	6,28 ^A \pm 0,19
ACTH	5,87 ^{bA} \pm 0,22	5,94 ^{abA} \pm 0,26	6,00 ^{ab} \pm 0,22	6,41 ^{aA} \pm 0,21
Sabor				
Salina	5,93 ^{abA} \pm 0,28	5,54 ^{bA} \pm 0,30	6,35 ^{aA} \pm 0,25	5,72 ^{aA} \pm 0,26
ACTH	4,22 ^{bB} \pm 0,33	5,52 ^{aA} \pm 0,29	5,23 ^{ab} \pm 0,31	6,39 ^{aA} \pm 0,26
Impressão Global				
Salina	6,06 ^A \pm 0,23	5,76 ^A \pm 0,26	6,24 ^A \pm 0,24	5,72 ^A \pm 0,25
ACTH	4,43 ^{CB} \pm 0,31	5,59 ^{bA} \pm 0,27	5,31 ^{bB} \pm 0,31	6,37 ^{aA} \pm 0,25
Intenção de compra				
Salina	3,35 ^{aA} \pm 0,16	3,17 ^{bA} \pm 0,17	3,70 ^{aA} \pm 0,16	3,20 ^{aA} \pm 0,15
ACTH	2,46 ^{CB} \pm 0,18	3,22 ^{bA} \pm 0,17	3,00 ^{abB} \pm 0,19	3,63 ^{ab} \pm 0,16
Ácidos graxos	(g 100g ⁻¹ de ácido graxo)			
Cadeia curta (C ₄ :C ₁₀)				
Salina	8,40 \pm 0,51	6,99 \pm 0,39	7,41 \pm 0,71	6,72 \pm 0,42
ACTH	9,64 ^a \pm 0,64	7,57 ^{ab} \pm 0,79	8,01 ^{ab} \pm 0,31	5,90 ^b \pm 0,49
Cadeia média (C ₁₁ :C ₁₆)				
Salina	30,08 \pm 0,75	28,32 \pm 2,19	28,49 \pm 1,79	28,15 \pm 1,31
ACTH	33,47 \pm 1,75	26,88 \pm 1,68	28,41 \pm 0,86	27,05 \pm 1,50
Cadeia longa (>C ₁₇)				
Salina	25,12 ^{bB} \pm 0,72	30,80 ^{ab} \pm 2,37	29,51 ^{ab} \pm 1,84	35,68 ^{aA} \pm 1,82
ACTH	31,88 ^A \pm 2,55	32,21 \pm 1,91	30,71 \pm 2,54	28,59 ^B \pm 1,78

¹% de inclusão de capim-limão na dieta. Médias seguidas das mesmas letras minúsculas na mesma linha e maiúsculas na mesma coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P > 0,05$).

As notas conferidas ao atributo sabor confirmam a hipótese inicial deste estudo, de que o estresse altera o perfil de ácidos graxos do leite de cabras, favorecendo o aparecimento de “off-flavour” (sabor indesejável), e que a dieta com capim-limão (*Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf) poderia ser útil na minimização deste efeito

tornando-o mais aceitável pelo consumidor. Estes resultados corroboram a hipótese de que a maior concentração de ácidos graxos de cadeia curta, sobretudo, o cáprico, no leite caprino parece estar associada ao desenvolvimento do aroma e sabor característicos do produto desta espécie (PARK, 2001; SILANIKOVE et al., 2010), pois observou-se uma maior concentração deste ácido graxo neste leite.

A administração de ACTH como mecanismo fisiológico na simulação de uma situação estressante, diminuiu ($P < 0,05$) quase dois pontos a aceitação do avaliador (6: Gostei pouco para 4: Desgostei pouco) no tratamento controle (T1), cuja diferença também foi significativa comparando-o ao T4 (100%), que apresentou nota superior (6,39) à todas as outras porcentagens de inclusão (0; 33,5; 66,5% de capim-limão) e grupos (salina ou ACTH).

O leite dos animais do tratamento controle (0%) ACTH também apresentou menores notas quando comparado às outras porcentagens de inclusão (33,5; 66,5 e 100% de capim-limão) e aos outros grupos (salina ou ACTH). A maioria dos avaliadores não compraria o leite destes animais (2: eu provavelmente não compraria este produto).

As médias das notas do atributo sabor de acordo com as porcentagens de inclusão de capim-limão na dieta e com a administração de solução salina ou ACTH é apresentada na Figura 5.

O capim-limão na dieta influenciou as respostas ao sabor no leite dos animais submetidos ao estresse fisiológico via aplicação de ACTH. Embora não se observe alterações nas concentrações de ácidos graxos de cadeia curta no leite dos grupos administrados com solução salina ou ACTH, um aumento de 15% no tratamento controle (0%) e uma diminuição de 12% no tratamento com 100% de capim-limão (T4) nesta classe de ácidos graxos foi observada.

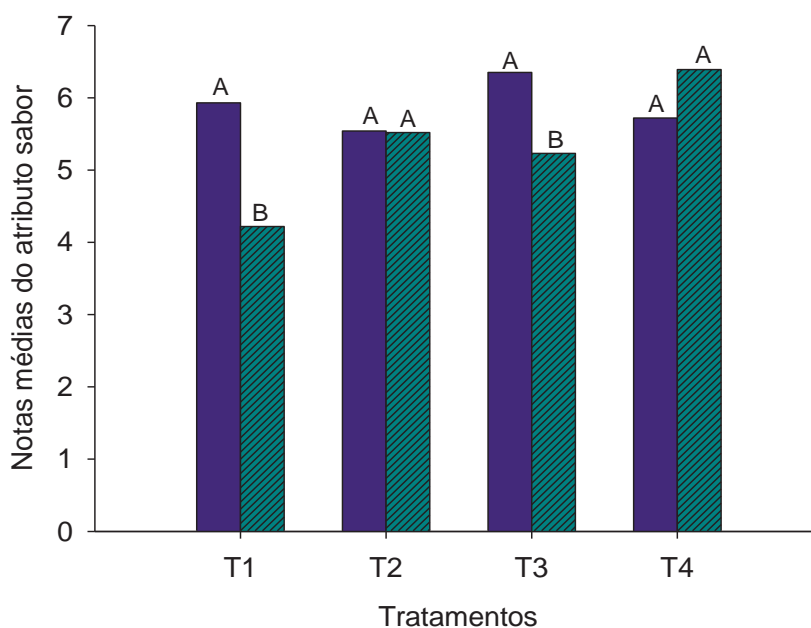


Figura 5. Médias das notas de sabor do teste de aceitação do leite de cabras alimentadas com capim-limão (T1 tratamento controle: 0%; T2: 33,5%; T3: 66,5% e T4: 100%) na dieta e submetidas à administração de solução salina (controle) ou ACTH. Médias seguidas de letras iguais nas colunas dentro de cada tratamento não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P > 0,05$).

Entretanto, os resultados contrariam a hipótese de que o aumento nas concentrações de glicose (Figura 3) observados no T1, poderia ter inibido a lipólise, hidrólise enzimática da gordura do leite (SANTOS et al., 2007), com consequente diminuição na produção de ácidos graxos de cadeia curta, responsável pelo sabor do leite de cabra (DESBOROUGH, 2000). Contudo, acredita-se que o efeito da adição do capim-limão nestes ácidos graxos pode ser devido também à atividade antioxidante presente na erva (FIGUEIRINHA et al., 2010) que, igualmente, pode atuar na inibição da lipólise (LEE et al., 2008).

3.7 Cor

Os resultados das medidas e a representação gráfica obtida da cor do leite caracterizada pelos parâmetros de Hunter L^* , a^* e b^* encontram-se na Tabela 9 e

Figura 6, respectivamente. A administração endovenosa de ACTH nos animais influenciou a luminosidade (Hunter L*, pigmentação esverdeada), a pigmentação amarelada (Hunter b*) e avermelhada (Hunter a*) do leite.

Tabela 9. Médias (\pm erro padrão médio) dos parâmetros de Hunter L*, a* e b* do leite de cabras alimentadas com capim-limão (*Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf) e submetidas à administração de solução salina ou ACTH

Parâmetro de Hunter		T1 (0%) ¹ (controle)	T2 (33,5%)	T3 (66,5%)	T4 (100%)
L*	Salina	66,67 ^{aA} \pm 0,05	65,91 ^{bA} \pm 0,14	65,64 ^{bA} \pm 0,07	64,38 ^{cA} \pm 0,02
	ACTH	64,23 ^{cB} \pm 0,09	65,35 ^{bB} \pm 0,28	63,46 ^{dB} \pm 0,16	66,10 ^{aB} \pm 0,27
a*	Salina	-2,21 ^{aA} \pm 0,05	-2,33 ^{aA} \pm 0,05	-1,97 ^{bB} \pm 0,04	-1,87 ^{bA} \pm 0,06
	ACTH	-2,36 ^{aA} \pm 0,04	-2,26 ^{aA} \pm 0,09	-2,27 ^{aA} \pm 0,15	-1,84 ^{bA} \pm 0,02
b*	Salina	2,39 ^{aA} \pm 0,11	2,46 ^{aA} \pm 0,06	1,09 ^{bA} \pm 0,06	0,40 ^{cB} \pm 0,04
	ACTH	1,55 ^{aB} \pm 0,07	1,50 ^{aB} \pm 0,07	0,80 ^{cB} \pm 0,08	1,10 ^{bA} \pm 0,04

Médias seguidas das mesmas letras minúsculas na mesma linha e maiúsculas na mesma coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P > 0,05$).

A ausência de pigmentos carotenoides no leite de cabra confere a este uma luminosidade maior quando comparado ao leite de vaca (DAMÁSIO, 1984). As maiores diferenças de luminosidade no grupo administrado com solução salina foram observadas entre os leites dos tratamentos 1 (0% de capim-limão) e 4 (100% de capim-limão). Como se observou uma tendência linear decrescente na luminosidade (L*) do leite com a inclusão do capim-limão, e os dados nutricionais sobre a planta na literatura são escassos, sugere-se que esta planta pode conter em sua composição elementos vitamínicos (complexo E) que eventualmente possam ter diminuído este índice.

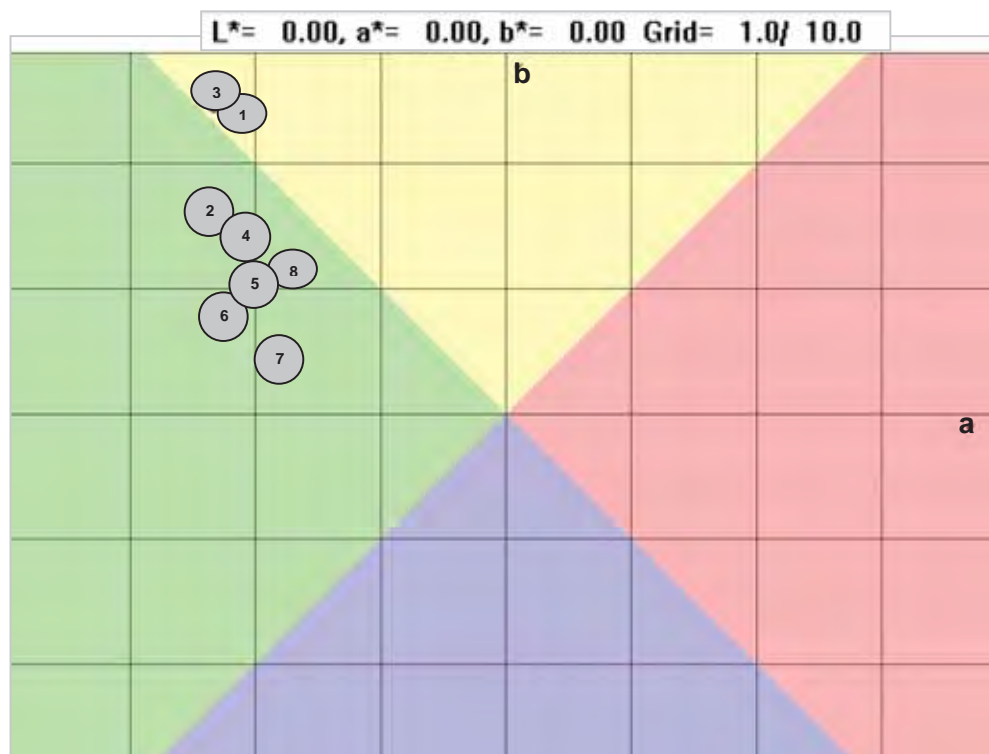


Figura 6. Cor obtida após medida no espectrômetro Hunterlab ilustrando os parâmetros Hunter L^* , a^* e b^* do leite de cabras alimentadas com capim-limão e submetidas à administração de solução salina (controle: 1: T1, 3: T2, 5: T3 e 7: T4) ou ACTH (2: T1, 4: T2, 6: T3 e 8: T4).

No entanto, a indução do estresse fisiológico via aplicação de ACTH diminuiu ($P < 0,0001$) a luminosidade nos tratamentos 1, 2 e 3, porém, aumentou ($P < 0,0001$) no tratamento com 100% de capim-limão. A pigmentação avermelhada apenas foi influenciada ($P < 0,0001$) pela administração de ACTH no tratamento com 66,5% de capim-limão, enquanto a amarelada foi alterada nos 4 tratamentos.

4. Conclusões

A inclusão de capim-limão na dieta de cabras Saanen lactantes submetidas ao estresse fisiológico via administração de ACTH não influencia as respostas hormonais de cortisol, a contagem de bactérias psicotróficas e a composição física e química do leite e os parâmetros bioquímicos de ureia, creatinina, albumina e fosfatase alcalina. Porém, influencia as concentrações de glicose e colesterol sanguíneo, a produção de

leite, a contagem de células somáticas e o perfil lipídico do leite. Além de melhorar a aceitação dos consumidores quanto à intenção de compra e sabor do leite e alterar a luminosidade e os parâmetros colorimétricos do leite.

A inclusão de 100% de capim-limão na dieta de cabras lactantes previne alterações indesejáveis no perfil lipídico do leite em animais submetidos ao estresse fisiológico via administração de ACTH, principalmente, com relação aos ácidos graxos de cadeia curta, o qual influencia a aceitação do leite da espécie.

REFERÊNCIAS

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - **Análise sensorial dos alimentos e bebidas: NBR 12806**. Rio de Janeiro, 1993.

ADENEYE, A.A.; AGBAJE, E.O. Hypoglycemic and hypolipidemic effects of fresh leaf aqueous extract of *Cymbopogon citratus* Stapf. In rats. **Journal of Ethnopharmacology**, Lausanne, v.112, n.3, p.440-444, 2007.

AGRICULTURAL FOOD AND RESEARCH COUNCIL. Energy and Protein Requirements of Ruminants. An advisory manual prepared by the AFRC Technical Committee on Responses to Nutrients. 1993. CAB INTERNATIONAL., Wallingford., UK. 159p.

AIRES, M.M. **Fisiologia**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008. 1292p.

ALLEN, M.S. Effects of diet on short-term regulation of feed intake by lactating dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.83, p.1598-1624, 2000.

ALMEIDA, M. M. B.; LOPES, M. F. G.; NOGUEIRA, C. M. D.; MAGALHÃES, C. E. C.; MORAIS, N. M. T. Determinação de nutrientes minerais em plantas medicinais. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 22, n. 1, p. 94-97, 2002.

ALMEIDA, M.A.O.; BOTURA, M.B.; SANTOS, M.M.; ALMEIDA, G.N.; DOMINGUES, L. F.; COSTA, S.L.; BATATINHA, M.J.M. Efeitos dos extratos aquosos de folhas de *Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf (capim-santo) e de *Digitaria insularis* (L.) Fedde (capim-açu) sobre cultivos de larvas de nematóides gastrintestinais de caprinos. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, São Paulo, v.12, n.3, p.125-129, 2003.

ANDO, S.; NISHIDA, T.; ISHIDA, M.; KOCHI, Y.; KAMI, A.; SE, S. Transmission of herb essential oil to milk and change of milk flavor by feeding dried herbs to lactation cows. **Nippon Shokuhin Kogaku Kaishi**, Kannondai, v. 48, p. 142-145, 2001.

ANDREATA, E.; FERNANDES, A.M.; SANTOS, M.V.; MUSARELLI, C.; MARQUES, M.C.; GIGANTE, M.L.; OLIVEIRA, C.A.F. Quality of minas frescal cheese prepared from milk with different somatic cell counts. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Rio de Janeiro, v. 44, p. 320-326, 2009.

ANILACT. **Plano de acção espanhol para o sector do leite de cabra**. Disponível em <<http://www.anilact.pt>>. Acesso em: 15 abr. 2010.

ANNINSON, E.F. 1983. Lipid Metabolism. In: Freeman B.M., ed. **Physiology and Biochemistry of the Domestic Fowl**. 4, p.165-174.

AOYAMA, M.; MAEJIMA, Y.; SUZUKI, T.; IIGO, M.; SUGITA, S. Androgen supresses corticotropin-induced increase in plasma cortisol level but enhances the increase in plasma aldosterone level in goats. **Journal of Veterinary Medicine**, v. 71, n. 3, p. 281-285, 2009.

APHA. AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (1992). Compendium of methods for the microbiological examination of foods. Hanover: EPS Group.

ARCURI, E. F.; BRITO, J. R. F.; BRITO, M. A. V. P. Defeitos de sabor e aroma no leite. In: **11º Catálogo Brasileiro de Produtos e Serviços**. Brasília: EMBRAPA, 2003. p. 84-89.

ARMIÓN, A. G.; TOKARNIA, C. H.; VARGAS PEIXOTO, P.; FRESE, K. Spontaneous and experimental glycoprotein storage disease of goats induced by *Ipomoea carnea*

subsp fistulosa (Convolvulaceae). **Veterinary Pathology**, Washington, v. 44, p. 170-184, 2007.

AOAC. ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official Methods of Analysis**. 16. ed. Washington, 1998. 1018p.

AULDIST, M.J.; COATS, S.; ROGERS, G.L. Changes in the composition of milk from normal and mastitic dairy cows during the lactation cycle. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, Melbourne, v.35, p.427-436, 1995.

AZAB, E. M.; ABDEL-MAKSoud, H. A. AZAB, E. M.; ABDEL-MAKSoud, H. A. Changes in some hematological and biochemical parameters during prepartum and postpartum periods in female Baladi goats. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v. 34, n. 1, p. 77-85, 1999.

BANDA, J. W.; PHIRI, C. D. Investigation into factors influencing the choice and consumption of milk and milk products in Malawi. **Journal of Consumer Studies and Home Economics**, v. 14, p. 123–131, 1990.

BASTOS, J.F.A.; MOREIRA, I.J.A.; RIBEIRO, T.P.; MEDEIROS, I.A.; ANTONIOLLI, R.; SOUSA, D.P.; SANTOS, M.R.V. Hypotensive and vasorelaxant effects of citronellol, a monoterpene alcohol in rats. **Basic & Clinical Pharmacology & Toxicology**, Copenhagen, v.106, n.4, p.331-337, 2010.

BEAUDEAU, F.; HENKEN, A.; FOURICHON, C.; FRANKENA, K.; SEEGER, H. Associations between health disorders and culling of dairy cows: a review. **Livestock Production Science**, Amsterdam, v. 35, p. 213-236, 1993.

BEHNKE, K. C. Feed manufacturing technology: current issues and challenges. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v.62, p.49-57, 1996.

BENCHAAR, C.; PETIT, H. V.; BERTHLAUME, R.; OUELLET, D. R.; CHIQUETTE, J.; CHOUINARD, P. Y. Effects of essential oils on digestion, ruminal fermentation, rumen microbial populations, milk production, and milk composition in dairy cows fed alfalfa silage or corn silage. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 90, n.2, p. 886-897, 2007.

BENDALL, J. G. Aroma compounds of fresh milk from New Zealand cows fed different diets. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v. 49, p. 4825-4832, 2001.

BEZERRA, L.R.; FERREIRA, A.F.; CAMBOIM, E.K.A.; JUSTINIANO, S.V.; MACHADO, P.C.R. e GOMES, B.B. Perfil hematológico de cabras clinicamente sadias criadas no Cariri Paraibano. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n.3, p. 955-960, 2008.

BHALLA, R.C.; SONI, B.K.; SENGAI, D.P.S Studies on reproduction in Murrah buffaloes. II. Involution of the uterus. **Indian Veterinary Journal**, Madras, v.43, n.10, p.892-896, 1966.

BICALHO, A.P.C.V.; CARNEIRO, R.A. 2006. Apostila de Patologia Clínica. Disponível em <<http://www.vet.ufmg.br/departamentos/clinica/clinica/documentos>>. Acesso em 20 out. 2010.

BIRGEL JUNIOR, E. H.; D'ANGELINO, J. L.; BENESI, F. J. Valores de referência do eritrograma de bovinos da raça Jersey criados no Estado de São Paulo. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v.53, n. 2, p. 164-171, 2001.

BISPO, D. L. N.; LANZIOTTI, V. M. B. **Farmacologia do estresse**. In: MAGALHAES, A. M (Ed). **Farmacologia veterinária**. Belo Horizonte: Livraria e Editora Agropecuária, 1998. p.37-109.

BOYAZOGLU, J.; MORAND-FEHR, P. Mediterranean dairy sheep and goat products and their quality: A critical review. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v. 40, p. 1-11, 2001.

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa nº 37**. Regulamento técnico de produção, identidade e qualidade do leite de cabra. Diário Oficial da União, Seção 1, p. 23-25, 2000.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa nº 22**. Métodos analíticos oficiais físico-químicos para controle de leite e produtos lácteos. Diário Oficial da União, Brasília, 14 abr. 2003.

BRENNAND, C.; HA, J. K.; LINDSAY, R. C. Aroma properties and thresholds of some branched-chain and other minor volatile fatty acids occurring in milk fat and meat lipids. **Journal of Sensory Studies**, Westport, v. 4, p.105–120, 1989.

BRENNER, R. R. **Biosynthesis and interconversion of essential fatty acids**. In: A. L. Willis. Handbook of eicosanoids: prostaglandins and related lipids, v. 1, Chemical and biochemical aspects, part A, Florida (USA): CRC Press, 1987. p. 99-117.

BRITO, J. R. F.; DIAS, J. C. **A qualidade do leite**. Juiz de Fora: EMBRAPA. 1998. 88p.

BRUHN, J.C.; FRANKE, A. A.; GOBLE, G. S. Factors relating to the development of spontaneous oxidized flavor in raw milk. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 59, p. 828–833, 1976.

CALVO, M..M.; DE LA HOZ, L. Flavour of heated milks. A review. **International Dairy Journal**, Barking, v.2, p.69-81, 1992.

CANAES, T.S.; NEGRAO, J.A.; PAIVA, F.A.; ZAROS, M.; DELGADO, T.F.G. Influência do transporte e mudança de local de manejo nas variáveis fisiológicas e produtivas de cabras Alpinas. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v.61, n.4, p. 935-940, 2009.

CARLSON, P.G. **Testes de química clínica**. In: SMITH, B. (Ed). Tratado de medicina interna de grandes animais. São Paulo: Manole, 1994. v.1, p.395-423.

CARVALHO, S. Desempenho e comportamento ingestivo em cabras em lactação alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de fibra. Viçosa: UFV, Impr. Univ. 2002. 118p.

CASTRO, A.; DHINDSA, D.S.; HOVERSLAND, A. S. et al. Serum proteins and protein electrophoretic pattern in normal pygmy goats. **American Journal of Veterinary Research**, Chicago, v.38, p.665-667, 1977.

CASTRO, L. O.; RAMOS, R. L. D. Principais gramíneas produtoras de óleos essenciais. Porto Alegre: FEPAGRO, 2003. 31 p. (Boletim FEPAGRO, 11).

CHAPAVAL, L.; MAGALHÃES, D. C T. **Qualidade do leite de cabra: uma questão de bom gosto**. Sobral: CNPC Embrapa, 2009.

CHAUDHURI, S.; BANERJEE, A.; BASU, K.; SENGUPTA, B.; SENGUPTA, P.K. Interaction of flavonoids with red blood cell membrane lipids and proteins: antioxidant and antihemolytic effects. **International Journal of Biological Macromolecules**, Guildford, v. 41, p. 42-48, 2007.

CHEN, P. W.; CHEN, W.C.; MAO, F.C. Increase of lactoferrin concentration in mastitic goat milk. **Journal of Veterinary Medicine**, Berlin, v.66, p.345–350, 2003.

CHEN, S.X.; WANG, J.Z.; VAN KESSEL, J.S.; REN, F.Z.; ZENG, S.S. Effect of somatic cell count in goat milk on yield, sensory quality, and fatty acid profile of semisoft cheese. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v,93, p.1345-1354, 2010.

CHILLIARD, Y.; FERLAY, A.; MANSBRIDGE, R.M.; DOREAU, M. Ruminant milk fat plasticity: nutritional control of saturated, polyunsaturated, trans and conjugated fatty acids. **Annales de Zootechnie**, Versailles, v.49, p.181–205, 2000.

CHILLIARD, Y., FERLAY, A.; DOREAU, M. Effect of different types of forages, animal fat or marine oils in cow's diet on milk fat secretion and composition, especially conjugated linoleic acid (CLA) and polyunsaturated fatty acids. **Livestock Production Science**, Amsterdam, v.70, p.31-48. 2001.

CHILLIARD, Y., FERLAY, A., ROUEL, J.; LAMBERET, J. A review of nutritional and physiological factors affecting goat milk lipid synthesis and lipolysis. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 86, p.1751-1770, 2003.

CHIN, S.F.; STORKSON, J.M.; ALBRIGHT, K.J.; COOK, M.E.; PARIZA, M.W. Conjugated linoleic acid is a growth factor for rats as show by enhanced weight gain and improved feed efficiency. **Journal of Nutrition**, Savoy, v.124, n.2344-2349, 1994.

CHOUINARD, P. Y.; BAUMAN, B. A.; BAUMGARD, M. A. An update and conjugated linoleic acid. In: Cornell nutritional conference feed manufactory, 1999, Ithaca. **Proceedings...**Ithaca: Cornell University, 1999, p. 93-101.

CIMANGA, K. ; KAMBU, K.; TONA, L.; APERS,S.; BRUYNE, T.; HERMANS, N.; TOTTÉ,J.; PIETERS,L.; VLIETINCK,A.J. Correlation between chemical composition and antibacterial activity of essential oils of some aromatic medicinal plants growing in the Democratic Republic of Congo. **Journal of Ethnopharmacology**, Lausanne, v. 79, p. 213-220, 2002.

CLARK, S.; SHERBON, J. W. Genetic variants of alpha s1-casein in goat milk: breed distribution and associations with milk composition and coagulation properties. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v. 38, p. 135-143, 2000.

CONTRERAS, P. 2000. Indicadores do metabolismo proteico utilizados nos perfis metabólicos de rebanhos. In: González, F. H. D.; BARCELLOS, J. O.; OSPINA, H.; RIBEIRO, L .A. O. (Eds.). **Perfil metabólico em ruminantes: seu uso em nutrição e doenças nutricionais**. Porto Alegre, Brasil, Gráfica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

CONTRERAS, P.; WITTEWER, F.; BÖHMWALD, H. 2000. Indicadores sanguíneos do metabolismo mineral em ruminantes. In: González, F. H. D.; BARCELLOS, J. O.; OSPINA, H.; RIBEIRO, L .A. O. (Eds.). **Perfil metabólico em ruminantes: seu uso em nutrição e doenças nutricionais**. Porto Alegre, Brasil, Gráfica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

CORAZZA, S. **Aromacologia: uma ciência de muitos cheiros**. São Paulo: SENAC São Paulo, 2002, 412p.

COSTA, L.C.B.; CORRÊA, R.M.; CARDOSO, J.C.W.; PINTO, J.E.B.P.; BERTOLUCCI, S.K.V.; FERRI, P.H. Secagem e fragmentação da matéria seca no rendimento e composição do óleo essencial de capim-limão. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.23, n.4, p.956-959, 2005.

COSTA, A. L. **Leite caprino: um novo enfoque de pesquisa**. Disponível em <http://www.cnpc.embrapa.br>. Acesso em: 12 mar. 2007.

COSTA, R. G.; QUEIROGA, R. C. R. E.; PEREIRA, R. A. Influência do alimento na produção e qualidade do leite de cabra. **Revista Brasileira de Zootecnia**, suplemento especial, Viçosa, v. 38, p. 307-321, 2009.

COSTA, R. DOS S.; BRASIL, T. C.; SANTOS, C. J.; SANTOS, D. B.; BARRETO, M. L.; NEVES, N. M. A.; FIGUEIREDO, C. A. V. Produtos naturais utilizados para tratamento de asma em crianças residentes na cidade de Salvador-BA, Brasil. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, São Paulo, v.20, n.4, p.594-599, 2010.

COULON, J. B.; ROCK, E.; NOËL, Y. Caractéristiques nutritionnelles des produits laitiers et variations selon leur origine. **Productions Animales**, Paris, v.16, p.275-278, 2003.

COULON, J.B.; PRIOLO, A. La qualité sensorielle des produits laitiers et de la viande dépend des fourrages consommés par les animaux. **Productions Animales**, Paris, v.15, p.333-342, 2002.

CORL, B. A.; BAUMGARD, L. H.; DWYER, D. A. The role of D9 - desaturase in the production of cis-9, trans-11 CLA. **Journal of Nutritional Biochemistry**, New York, v.12, n.11, p.622-630, 2001.

CRARY B.; BORYSENKO M.; SUTHERLAND D. C.; KUTZ I.; BORYSENKO, J. Z.; BESON, H. Decrease in mitogen responsiveness of mononuclear cells from peripheral blood after epinephrine administration in humans. **Journal of Immunology**, Baltimore, v. 130, p. 694-697, 1983.

CUNNINGHAM, J.G.; KLEIN, B.G. **Tratado de fisiologia veterinária**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1993, 454p.

CURI, R. **Insulina e glicose bem reguladas**. Disponível em: <<http://www.revistapesquisa.fapesp.br>> Acesso em: 28 jul. 2010.

DALLMAN, M. F.; STRACK, A. M.; AKANA, S. F.; BRADBURY, M. J.; HANSON, E. S.; SCRIBNER, K.A.; SMITH, M. Feast and famine: Critical role of glucocorticoids with

insulin in daily energy flow. **Frontiers in Neuroendocrinology**, New York, v.14, p.303-347, 1993.

DAMÁSIO, M. H. **Caracterização físico-química e sensorial do leite de cabra e seus produtos: coalhada e queijo tipo minas frescal**. 1984. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) - Faculdade de Engenharia de Alimentos e Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1984.

DAY, E. A. Role of milk lipids in flavors of dairy products. In: **Advances in Chemistry Series**. Oxford: Oxford University Press, 1966. 322p.

DAYENOFF, P.; BOLAÑO, M.; VERA, D.; DE GEA, S. 2002. Características cárnicas y de crecimiento del capón de cabrito. Disponível em <www.produccion-animal.com.ar>. Acesso em 13 nov. 2010.

DAVIS, S. R.; COLLIER, J. Mammary blood flow and regulation of substrate supply for milk synthesis. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 68, p. 1041-1058, 1985.

DEL VALLE, J.; WITTEWER, F.; HERVÉ, M. Estudio de los perfiles metabólicos durante los períodos de gestación lactancia em ovinos Romney. **Archivos de Medicina Veterinaria**, Valdivia, v.15, n.2, p. 65-72, 1983.

DELACROIX-BUCHET, A.; LAMBERET, G. **Sensorial properties and typicity of goat dairy products**. 7th Int. Conf. on Goats, Tours, France. Tome v. 2, p. 559-563, 2000.

DESBOROUGH, J. P. The stress response to trauma and surgery. **British Journal of Anaesthesia**, Oxford, v. 85, p. 109-117, 2000.

DIETSCHY, J. M. Dietary fatty acids and the regulation of plasma low density lipoprotein cholesterol. **Journal of Nutrition**, Philadelphia, v. 128, p.444-448, 1998.

DILIBERTO, J. J.; USHA, G.; BIRNBAUM, L. S. Disposition of citral in male Fisher rats. **Drug Metabolism and Disposition**, Baltimore, v.16, p.721-727, 1988.

DILIBERTO, J.J.; SRINIVAS, P.; OVERSTREET, D.; USHA, G.; BURKA, L.T.; BIRNBAUM, L.S. Metabolism of citral, an alpha,beta-unsaturated aldehyde, in male F344 rats. **Drug Metabolism and Disposition**, Baltimore, v.18, n.6, p.866-875, 1990.

DIMICK, P. S.; WALKER, N. J.; PATTON, S. Occurrence and biochemical origin of aliphatic lactones in milk fat – A review. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v. 17, p. 649–655, 1969.

DOZIER, W. A. **Pelet de calidad para obtener carne de ave más económica**. In: Alimentos balanceados para animales, 2001, p.16-19.

DRIEMEIER, D.; IRIGOYEN, L.F.; LORETTI, A.P.; COLODEL, E.M.; BARROS, C.S. L. Intoxicação espontânea pelos frutos de *Xanthium cavanillesii* (Asteraceae) em bovinos no Rio Grande do Sul. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, Rio de Janeiro, v.19, p.12-18, 1999.

DULIN, A.M.; PAAPE, M.J.; WERGIN, W.P. Differentiation and enumeration of somatic cells in goat milk. **Journal of Food Protection**, Des Moines, v.45, p.435-439, 1982.

DÜRR, J.W.; FONTANELLI, R.S.; MORO, D.V. **Determinação laboratorial dos componentes do leite: uso do leite para monitorar a nutrição e o metabolismo de vacas leiteiras**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2001.

DUVAUX-PONTER, C.; ROUSSEL, S.; TESSIER, J.; SAUVANT, D.; FICHEUX, C.; BOISSY, A. Physiological effects of repeated transport in pregnant goats and their offspring. **Animal Research**, Paris, v. 52, p. 553-566, 2003.

EDJTEHADI, H. Age associated changes in the blood picture of the goat. **Zentralb. Veterinarmed**, Hamburg, v.25, n.3, p.198-206, 1978.

EIFERT, E. C.; LANA, E. P.; LANA, D. P. D.; LEOPOLDINO, W. M.; OLIVEIRA, M. V. M.; ARCURI, P. B.; CAMPOS, J. M. S.; LEÃO, M. I.; VALADARES FILHO, S. C. Consumo, produção e composição do leite de cabras alimentadas com óleo de soja e diferentes fontes de carboidratos na dieta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 35, n. 1, p. 211-218, 2006.

EKNAES, M.; SKEIE, S. Effect of different level of roughage availability and contrast levels of concentrate supplementation on flavour of goat milk. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v. 66, p. 32-43, 2006.

EKNAS, M.; HAVREVOLL, O.; VOLDEN, H.; HOVE, K. 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**, Amsterdam, v.152, p.112-122, 2009.

ELSON, C. E.; UNDERBAKKE, G. L.; HANSON, P.; SHRAGO, E.; WAINBERG, P.; QUERISH, A. A. Impact of lemongrass oil, an essential oil, on serum cholesterol. **Lipids**, Berlin, v. 24, p. 677-679. 1989.

ENCARNAÇÃO, R.O. **Estresse e produção animal**. Campo Grande: EMBRAPA-CNPGC, 1986. 32p.

FABRE, A. As perspectivas atuais de utilização do leite de cabra na alimentação infantil. In: Interesse Nutritivo e dietético do leite de cabra. 1997, Niort. **Anais...**Paris: INRA, 1997, 36p. p. 19-21.

FAGUNDES, L. A. Ômega-3 & Ômega-6: o equilíbrio dos ácidos gordurosos essenciais na prevenção de doenças. Porto Alegre: Fundação de Radioterapia do Rio Grande do Sul, 2002. 111 p.

FAO. "Chapter on Brazil". In: FAO, AGRICULTURE, TRADE AND FOOD SECURITY. Disponível em: <<http://www.fao.org>. Acesso em: 13 ago. 2006.

FARIA, E. V.; YATSUYANAGI, K. **Técnicas de Análise Sensorial**. Campinas: ITAL/LAFISE, 2002, 116 p.

FAUCI, A. S. Immunosuppressive and anti-inflammatory effects of glucocorticoids. In: BAXTER, J. D.; ROUSSEAU, G. G. (Ed). **Glucocorticoid hormone action**, Berlin: Springer-Verlag. 1979. p. 449-465.

FAULKNER, A.; POLLOCK, H. T. Changes in the concentration of metabolites in milk from cows fed on diets supplemented with soybean oil or fatty acids. **Journal of Dairy Research**, Cambridge, v.56, p.179-18, 1989.

FENG, S.; LOCK, A.L.; GARNSWORTHY, P.C. Technical note: a rapid lipid separation method for determining fatty acid composition of milk. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.87, p.3785-3788, 2004.

FERREIRA, V. L. P. **Análise sensorial: Testes discriminativos e afetivos**. SBCTA – Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos (Manual: Série Qualidade). Campinas, 2000.

FETT, R; LUIZ, M.T.B. Processo de eliminação do *off flavor* do leite de cabra e derivados utilizando beta-ciclodextrina. PI9802169-9 A, 23 Jun de 1998. **Patente**.

FIELDING, A.H.; WHITFIELD, D.P.; MCLEOD, D.R.A. Spatial association as an indicator of the potential for future interactions between wind energy developments and golden eagles *Aquila chrysaetos* in Scotland. **Biological Conservation**, Essex, v.131, p.359-369, 2006.

FIGUEIREDO, R. O.; MING, L. C. Effect of growth regulators in citral content in lemongrass in different seasons. **Acta Horticulturae**, The Hague, n. 569, p. 47-50, 2002.

FIGUEIREDO, R.O.; DELACHIAVE, M.E.A.; MING, L.C. Reguladores vegetais da produção de biomassa e teor de óleos essenciais em *Cymbopogon citratus* (D.C.) Stapf, em diferentes épocas do ano. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v.8, n.3, p.31-35, 2006.

FIGUEIRINHA, A.; CRUZ, M. T.; FRANCISCO, V.; LOPES, C.; BATISTA, M. T. **Journal of Medicinal Food**, v. 13, n. 3, p. 681-690, 2010.

FINCO, D.R. 1997. Kidney function. In: KANEKO, J.J.; HARVEY, J.W.; BRUSS, M.L. (Eds.). **Clinical Biochemistry of Domestic Animals**. 6th, p.441-485. San Diego, Academic Press, EUA.

FONSECA, L.F.L.; SANTOS, M.V. **Qualidade do leite controle de mastite**. São Paulo: Lemos Editorial, 2000. 175p.

FORSS, D. A. Review of the progress of dairy science: mechanisms of formation of aroma compounds in milk products. **Journal of Dairy Research**, Cambridge, v. 46, p. 691–706, 1979.

FRANCISCO, P. M.; BELON, A. P.; BARROS, M. B. A.; CARANDINA, L.; ALVES, M. C. G. P.; GOLDBAUM, M.; CESAR, C. L. G. Diabetes auto-referido em idosos: prevalência,

fatores associados e práticas de controle. *Cadernos de Saúde Pública*, Rio de Janeiro, v. 26, p. 175-184, 2010.

FREDEEN, A. H. Considerations in the nutritional modification of milk composition. ***Animal Feed Science and Technology***, Amsterdam, v. 59, p. 185-197, 1996.

FREITAS, M. V.; NETTO, R. C. M.; HUSS, J. C. C.; SOUZA, T. M. T.; COSTA, J. O.; FIRMINO, C. B.; PENHA-SILVA, N. Influence of aqueous crude extracts of medicinal plants on the osmotic stability of human erythrocytes. ***Toxicology in Vitro***, Oxford, v. 22, p. 219-224, 2008.

FRIEDEWALD, W.T.; LEVY, R.I.; FREDRICKSON, D.S. Estimation of the concentration of low-density lipoprotein cholesterol in plasma, without use of the preparative ultracentrifuge. ***Clinical Chemistry***, Baltimore, v.18, p.499-502, 1972.

FRIEDICH, J. E.; ACREE, T. E. Gas chromatography olfactometry (GC/O) of dairy products. ***International Dairy Journal***, Barking, v.8, p.235–241, 1998.

FRY, M.M.; MCGAVIN, M.D. Medula óssea, células sanguíneas e sistema linfático. In: MCGAVIN, M.D.; ZACHARY, J.F. ***Bases da Patologia em Veterinária***, 4ª Ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2009, p.743-832.

FURTADO, D. R. L. **Efeito de *Cymbopogon citratus* em ratos hiperlipidêmicos e obesos**. 2009. 65f. Dissertação (Mestrado em Ciências da Saúde) – Universidade Federal do Maranhão, São Luis, 2009.

GÁLVEZ, J. L. H.; TORRES, I. P.; AGUILAR, O. E. A; LARA, M. L. Estudio del efecto diurético de la hoja de *Cymbopogon citratus* en modelo de ratas. ***Revista Cubana de Plantas Medicinales***, Habana, v. 3, p. 79-82, 1998.

GAUCHERON, F. The minerals of milk. **Reproduction Nutrition Development**, v. 45, p. 473-483, 2005.

GIL, Z. Milk temperature fluctuations during milking in cows with subclinical mastitis. **Livestock Production Science**, Amsterdam, v. 20, p. 223-231, 1988.

GOETSCH, A. L.; DETWEILER, G.; SAHLU, T.; PUCHALA, R.; DAWSON, L. J. Dairy goat performance with different dietary concentrate levels in late lactation. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v. 41, p. 117-125, 2001.

GONÇALVES, A. L.; LANA, R. P.; RODRIGUES, M. T.; VIEIRA, R. A. M.; QUEIROZ, A. C. de; HENRIQUE, D. S. Degradabilidade ruminal da matéria seca e da fibra em detergente neutro de alguns volumosos utilizados na alimentação de cabras leiteiras, submetidas a dietas com diferentes relações volumoso:concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.30, n.6, p.1893-1903, 2001.

GONTHIER, C.; MUSTAFA, A. F.; OUELLET, D. R. Feeding micronized and extruded flaxseed to dairy cows: effects on blood parameters and milk fatty acid composition. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 88, p. 748-756, 2005.

GONZÁLEZ, F. H. D. 2000. Indicadores sanguíneos do metabolismo mineral em ruminantes. In: González, F. H. D.; BARCELLOS, J. O.; OSPINA, H.; RIBEIRO, L. A. O. (Eds.). **Perfil metabólico em ruminantes: seu uso em nutrição e doenças nutricionais**. Porto Alegre, Brasil, Gráfica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

GONZÁLEZ, F. H. D. 2000. Uso de perfil metabólico para determinar o status nutricional em gado de corte. In: González, F. H. D.; BARCELLOS, J. O.; OSPINA, H.; RIBEIRO, L. A. O. (Eds.). **Perfil metabólico em ruminantes: seu uso em nutrição e doenças**

nutricionais. Porto Alegre, Brasil, Gráfica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

GONZÁLEZ, F. H. D. Composição bioquímica do leite e hormônios da lactação. In: **Uso do leite para monitorar a nutrição e o metabolismo de vacas leiteiras.** Porto Alegre: UFRGS, 2001. p. 5-21.

GONZÁLEZ, F. H. D.; SILVA, S. C. da. **Introdução a bioquímica clínica veterinária.** Porto Alegre: UFRGS, 2003. 198 p.

GRIINARI, J.M.; NURMELA, K.; DWYER, D.A. Variation of milk fat concentration of conjugated linoleic acid and milk fat percentage is associated with a change in ruminal biohydrogenation. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.77, p.117-118, Supplement 1, 1999.

GRIINARI, J. M.; CORL, B. A.; LACY, S. H. Conjugated linoleic acid is synthesized endogenously in lactating dairy cows by D9- desaturase. **Journal of Nutrition**, Savoy, v.130, n.12, p.2285-2291, 2000.

GROSSMAN, L. **Óleos essenciais: na culinária, cosmética e saúde.** São Paulo: OPTIONLINE Ltda, 2005. 301 p.

GRUMMER, R. R. Effect of feed on the composition on milk fat. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.74, p.3244-3257, 1991.

GUERRA, M.J.M.; BADELL, J.B.; ALBAJES, A.R.R.; PÉREZ, H.B.; VALENCIA, R.M. & AZCUY, A.L. Evaluación toxicológica aguda de los extractos fluidos al 30 y 80% de

Cymbopogon citratus (D.C.) Stapf (caña santa). **Revista Cubana de Plantas Medicinales**, Ciudad de La Habana, v.5, p.97-101, 2000.

GUIMARÃES, M. P. Caracterização de alguns componentes celulares e físico-químicos do leite para o diagnóstico da mastite caprina. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 41, p. 129-142, 1989.

GUYTON, A.C.; HALL, G. **Tratado de fisiologia médica**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2006. 998p.

HARMON, R.J. Symposium: Mastitis and genetic evaluation for somatic cell count – physiology of mastitis and factors affecting somatic cell counts. **Journal of Dairy Research**, Champaign, v.77, p.2103-2122, 1994.

HARRIS, W. S. Omega-3 fatty acids effect on lipid metabolism. **Cur or Lipid**, v.1, p. 15-21, 1990.

HASS, I.; PAVLAK, P.F.; SAUER-LEAL, E. e SANTOS-JÚNIOR, G. Avaliação comparativa entre leite de cabra in-natura e industrializado. V Semana de Tecnologia em Alimentos –UTFPR. v. 02. n.01, 2007.

HAUSSMANN, M. F.; CARROLL, J. A.; WEESNER, G. D.; DANIELS, M. J.; MATTERI, R. L.; LAY, D. C. J. Administration of ACTH to restrained, pregnant sows alters their pigs' hypothalamic-pituitary-adrenal (HPA) axis. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 78, n.9, p.2399-2411, 2000.

HILL, R.W. **Animal physiology**. United States of America: Sinauer Associates, 2004. 647p.

HOSODA, K.; KURAMOTO, K.; ERUDEN, B.; NISHIDA, T.; SHIOYA, S. The effects of three herbs as feed supplements on blood metabolites, hormones, antioxidant activity, IgG concentration, and ruminal fermentation in Holstein steers. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, Korea, v. 19, n. 1, p. 35-41, 2006.

IAC. Disponível em: <http://www.iac.sp.gov.br/Tecnologias/Capim_Limao.htm> Acesso em 03/03/2007.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. [2009]. Estatísticas sobre pecuária, rebanho e produção. Disponível em: <www.sidra.ibge.gov.br/bda/pecua> Acesso em: 23/02/2011.

IGONO, M. O.; STEEVENS, B. J.; SHANKLIN, M. D.; JOHNSON, H. D. Spray cooling effects on milk production, milk, and rectal temperatures of cows during a moderate temperate summer season. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 68, p. 979–985, 1985.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz**. 3 ed. São Paulo, 1985, v.1. 533p.

INTERNATIONAL DAIRY FEDERATION. Collaborative studies organized to include sheep and goat milk in the scope of joint standard ISO 5764/IDF 108:2002 Milk – Determination of freezing point – Thermistor cryoscope method. 419, 2007, 21p.

ISAMEL, A.A.; PIERSON, M.D. Inhibition of germination outgrowth and vegetative growth of *Clostridium baturinum* by spice oils. **Journal of Food Protection**, Des Moines, v. 53, n.9, p. 755-758, 1990.

IUPAC-IUB Joint Commission on Biochemical Nomenclature (JCBN) Nomenclature of Glycolipids. **Journal of Molecular Biology**, London, v.286, p. 963-970, 1999.

JAHN, A.I.; GÜNZEL, P.K.H. The value of spermatology in male reproductive toxicology: Do spermatologic examinations in fertility studies provide new and additional information relevant for safety assessment? **Developmental and Reproductive Toxicology**, Hoboken, v.11, p.171-178, 1997.

JAIN, N. C. Essentials of veterinary hematology. Philadelphia: Lea e Febiger, 1993. 417p.

JANŠTOVÁ, B.; DRAČKOVÁ, M.; NAVRÁTILOVÁ, P.; HADRA, L.; VORLOVÁ, L. Freezing point of raw and heat-treated goat milk. **Czech Journal of Animal Science**, v. 52, p.394-398, 2007.

JANWITAYANUCHIT, W.; SUWANBORIRUX, K.; PATARAPANICH, C.; PUMMANGURA, S.; LIPIPUN, V.; VILAIVAN, T. Synthesis and anti-herpes simplex viral activity of monoglycosyl diglycerides. **Phytochemistry: chemistry, biochemistry, molecular biology**, New York, v.64, p. 1253-1264, 2003.

JAUBERT, G. **Biochemical characteristics and quality of goat milk**. Espanha: CIHEAMIAMZ, 1997. 93p. International Conference on Goats, 1996, Beijing.

JENNESS, R. Composition and characteristics of goat milk: review 1968-1979. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 63, p. 1605-1630, 1980.

JENSEN, R. G. **Handbook of milk composition**. San Diego: Academic Press, 1995.

JOBLIN, K. N.; HUDSON, A. Management of milk flavour through the manipulation of rumen microorganisms. In: WELCH. **Milk Composition, Production and Biotechnology (Biotechnology in Agriculture Series)**. Wasllingford: CABI, 2001, p.455-463.

KALAC~, P. The effects of silage feeding on some sensory and healthy attributes of cow's milk: A review. **Food Chemistry**, New York, v.125, p. 307-317, 2011.

KANEKO, J.J. Clinical biochemistry of domestic animals. 4.ed. San Diego: Academic, 1997. 932p.

KANNAN, G.; TERRILL, T.H.; KOUAKOU, B.; GAZAL, O.S.; GELAYE, S.; AMOAH, E.A.; SAMAKE, S. Transportation of goats: effects on physiological stress response and live weight loss. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.78, n.6, p.1450 - 1457, 2000.

KATOH, K.; ASARI, M.; ISHIWATA, H.; SASAKI, Y.; OBARA, Y. Saturated fatty acids suppress adrenocorticotrophic hormone (ACTH) release from rat anterior pituitary cells in vitro. **Comparative Biochemistry and Physiology, Part A**, Oxford, v.137, p.357-364, 2004.

KEEN, A. R.; WILSON, R. D. **Pasture feeding: a contribution of additional flavour nuances to milkfat and meat flavour**. Proceedings of the 1992 milk flavour forum, New Zealand Dairy Research Institute, Palmerston North, p. 24-31, 1996.

KOKATE, C. K.; VARMA, K. C. A note on the antimicrobial activity of volatile oils of *Cymbopogon nardus* (Linn.) Rendle and *Cymbopogon citratus* (Stapf). **Science and Culture**, Calcutta, v. 37, p. 196-198, 1971.

KOSHIMA, F.A.T.; MING, L. C.; MARQUES, M. O. M. Produção de biomassa, rendimento de óleo essencial e de citral em capim-limão (*Cymbopogon citratus* (D.C.) Stapf), com cobertura morta nas estações do ano. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v.8, p. 112-116, 2006.

KRAMER, J.K.G.; FELLNER, V.; DUGAN, M.E.R.; SAUER, F.D.; MOSSOBA, M.M.; YURAWECZ, M.P. Evaluating acid and base catalysts in the methylation of milk and rumen and rumen fatty acids with special emphasis on conjugated dienes and total trans fatty acids. **Lipids**, Chicago, v.32, p.1219-1228, 1997.

KRISHNAN, R.; VISVANATHAN, S. Haematology of the goat. **Indian Veterinary Journal**, Madras, v.42, p.768-772, 1965.

KUHN, J.; CONSIDINE, T.; SINGH, H. Interactions of Milk Proteins and Volatile Flavor Compounds: Implications in the Development of Protein Foods. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 71, p. 72-82, 2006.

LANDMANN, R. M.; MULLER, F. B.; PERINI, C.; WESP, M.; ERNE, P.; BUHLER, F. R. Changes of immunoregulatory cells induced by psychological and physical stress: relationship to plasma catecholamines. **Clinical and Experimental Immunology**, Oxford, v. 58, p. 127–135, 1984.

LEE, H. J.; JEONG, H. S.; KIM, D. J.; NOH, Y. H.; YUK, D. Y.; HONG, J. T. Inhibitory effect of citral on NO production by suppression of iNOS expression and NF-kappa B activation in RAW264.7 cells. **Archives of Pharmacal Research**, Seoul, v. 31, p. 342-349, 2008.

LEITE, J. R.; SEABRA, M. L.; MALUF, E.; ASSOLANT, K.; SUCHECKI, D.; TUFIK, S.; KLEPACZ, S.; CALIL, H. M.; CARLINI, E. A.. Pharmacology of lemongrass (*Cymbopogon citratus* Stapf). III. Assessment of eventual toxic, hypnotic and anxiolytic effects on humans. **Journal of Ethnopharmacology**, Lausanne, v.17, p. 75-83, 1986.

LESCOURRET, F.; COULON, J. Modeling the impact of mastitis on milk production by dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 77, p. 2289-2301, 1994.

LEWIS, D. Blood urea concentration in relation to protein utilization in the ruminant. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v. 48, p. 438- 446, 1975.

LICITAÇÃO. **Leite para população carente.** Disponível em <<http://www.licitacao.uol.com.br>>. Acesso em: 26 out. 2010.

LIMA, G. J. M. M.; SOUZA, O. W.; BELLAVER, C.; BRANDALISE, V. H.; VIOLA, E. S.; LA GIÓIA, D. R. Composição química e valor energético de silagem de grão de milho para suínos. Comunicado técnico, EMBRAPA, p. 1-2, 1999.

LITTLE, W.; SANSOM, B. F.; MANSTON, R.; ALLEN, W.M. Effects of restricting the water intake of dairy cows upon their milk yield, body weight and blood composition. **Animal Production**, Bletchley, v. 22, p. 329-339, 1976.

LOBO, R. B.; BITTNECOURT, T. C. B. C.; PINTO, L. F. B. Scientific progress in animal breeding during the first decade of XXI century. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 39, suppl, p. 223-235, 2010.

LOCK, A.L; BAUMAN, D.E.; GARNSWORTHY, P.C. Effect of production variables on the cis-9, trans-11 conjugated linoleic acid content of cows' milk. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.88, p.2714–2717, 2005.

LONGO, G. **Influência da adição de lactase na produção de iogurtes.** 2006. 89f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal do Paraná, Paraná, 2006.

LONGO, G.; WASZCZYNSKYJ, N. Avaliação sensorial de leite UHT com baixo teor de lactose. In: XXII CONGRESSO NACIONAL DE LATICÍNIOS, 2005, Juiz de Fora. Anais. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, Juiz de Fora, v. 60, n. 345, p. 77-80, 2005.

LUCCI, C. S. Nutrição e manejo de bovinos leiteiros. 1997. Manole Ltda. 169p.

MACK, P. **A preliminary study of the value of goat's milk in the diet of children.** USA: Yearbook American Goat Societ, 1953.

MADUREIRA, K. M.; GOMES, V.; CASTRO, R. S.; KITAMURA, S. S.; ARAÚJO, W. P. Análise das metodologias diretas e indiretas para a contagem de células somáticas no leite de cabras hígdas. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, Rio de Janeiro, v. 30, n. 4, p. 311-316, 2010.

MADUREIRA, K.M. **Contagem celular total e diferencial no leite de cabras hígdas no Estado de São Paulo.** 2006. 96f. Dissertação (Mestrado em Clínica Veterinária) – Universidade de São Paulo, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, São Paulo, 2006.

MAGALHÃES, A.C.M. **Obtenção higiênica e parâmetros de qualidade do leite de cabra.** 2005. Dissertação de mestrado, Universidade Federal de Viçosa UFV, 2005.

MALFARÁ, W.R.; UYEMURA, S.A.; QUEIROZ, R.H.C. Correlação entre dose/concentração plasmática e avaliação de alterações hepáticas e renais em ratos Wistar tratados com o esquema ROM. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, Rio de Janeiro, v.38, p.167-172, 2005.

MANYENGA, A. **Acceptability of goat milk.** Farming World, p. 23. 1987.

MARÇAL, W. S. **Eritrograma de bovinos (*Bos taurus*, LINNAEUS, 1758), fêmeas da raça holandesa preta e branca, sadias, criadas no Estado de São Paulo.** 1989. 107 p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo.

MARQUES JÚNIOR, A.P.; BATISTA, R.A.; SILVA, T.M.F. Hemograma de cabras leiteiras nos períodos pré e pós-parto, mantidas em confinamento. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v.42, n.3, p.187-195, 1990.

MAREE, H. P. Goat milk and its use as a hypo-allergenic infant food - a review of the literature. **Dairy Goat Journal**, Upper Darby, v. 63, 1985.

MATOS, F. J. **Plantas medicinais: guia de seleção e emprego de plantas usadas em fitoterapia no Nordeste do Brasil**. Fortaleza: UFC, 2000.

MATSUSHITA, M.; TAZINAFO, N. M.; PADRE, R. G.; OLIVEIRA, C. C.; SOUZA, N. E.; VISENTAINER, J. V.; MACEDO, F. A. F.; RIBAS, N. P. Fatty acid profile of milk from Saanen goats fed a diet enriched with three vegetable oils. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v. 72, p. 127-132, 2007.

MARTHUR, A. J.; EASDON, M. P.; GREGSON, K. Milk temperature and detection of oestrus in dairy cattle. **Journal of Agricultural Research**, v. 51, p. 29-46, 1992.

MCGUGAN, W. A.; HOWSAN, S. G.; ELLIOTT, J. A.; EMMONS, D. B.; REITER, B.; SARHPE, R. Neutral volatiles in Cheddar cheese made aseptically with and without starter culture. **Journal of Dairy Research**, Cambridge, v. 35, p. 237-245, 1968.

MCLEOD, R.S.; LEBLANC, A. M.; LANGILLE, M. A.; MITCHELL, P. L.; CURRIE, D. L. Conjugated linoleic acids, atherosclerosis, and hepatic very-low-density lipoprotein metabolism. **American Journal for Clinical Nutrition**, New York, v. 79, p. 1169-1174, 2004.

MEADE, C. J.; MERTIN, J. Fatty acids and immunity. **Advances in Lipid Research**, New York, v. 16, p.127-165, 1978.

MEILGAARD, M.; CIVILLE, G. V.; CARR, B. T. **Sensory evaluation techniques**. Boca Raton: FL:CRC, 1999.

MELLO, J. R. B.; MELLO, F. B.; LANGELOH, A. Estudo de toxicidade pré-clínica de fitoterápico contendo *Gentiana lutea*, *Rheum palmatum*, *Aloe ferox*, *Cynara scolymus*, *Atropa belladonna*, *Peumus boldus* e *Bacharis trimera*. **Latin American Journal of Pharmacy**, Buenos Aires, v. 27, n.1, p. 10-16, 2008.

MENDES, B. G.; MACHADO, M. J.; FALKENBERG, M. Triagem de glicolipídios em plantas medicinais. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, São Paulo, v.16, n. 2, p. 568-575, 2006.

MENS, P. Propiedades físicas e químicas, nutricionales y químicas. In: LUQUET, F. M. **Leche y productos lácteos: vaju-oveja-cabra**. Zaragoza: Ascribia, 1991. v. 1, p. 343-360.

MERTENS, D.R. Predicting intake and digestibility using mathematical models of ruminal functions. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 64, n. 7, p.1548-1558, 1987.

MERTENS, D. R. Regulation of forage intake. In: FAHEY, J. R. (Ed). **Forage quality, evaluation, and utilization**. Madison: American Society of Agronomy, p. 450-493, 1994.

MERTIN, J.; HUNT, R. Influence of polyunsaturated fatty acids on survival of skin allografts and tumor incidence in mice. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, Washigton, v. 73, p.928-931, 1976.

MISAGO, M.; TSUKADA, J.; FUKUDA, M. N.; ETO, S. Suppressive effects of swainsonine and N-butyldeoxynojirimycin on human bone marrow neutrophil maturation.

Biochemical and Biophysical Research Communications, Orlando, v. 269, p. 219-225, 2000.

MOIO, L.; RILLO, L.; LEDDA, A.; ADDEO, F. Odorous constituents of ovine milk in relationship to diet. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 79, p.1322-1331, 1996.

MORAND-FEHR, P.; HERVIEU, J. Apprécier l'état corporel des chèvres: Intérêt et méthod. **La Chevre**, Paris, v.231, p.22-34, 1999.

MORGAN, F.; GABORIT, P. The typical flavour of goat milk products: technological aspects. **International Journal of Dairy Technology**, Paris, v. 54, p. 38-40, 2001.

MORGAN, M. E.; PEREIRA, R. L. Volatile constituents of grass and corn silage. II. Gas-entrained aroma. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 45, p. 457–466, 1962.

MURRAY, N.; GRAFTON, C.; SHAH, A.; GELMON, K.; KOSTASHUK, E.; BROWN, E.; COPPIN, C.; COLDMAN, A.; PAGE, R. Abbreviated treatment for elderly, infirm, or noncompliant patients with limited-stage small-cell lung cancer. **Journal of Clinical Oncology**, Alexandria, v.16, p.3323–3332, 1998.

NASCIMENTO, I. B. do; INNECCO, R.; MARCO, C. A.; MATTOS, S. H.; NAGAO, E. O. Efeito do horário de corte no óleo essencial de capim-santo. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 34, n. 2, p. 169-172, 2003.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of goat: angora, dairy, and meat goats in temperate and tropical countries**. Washington : National Academy Press, 2007. 91p.

NATZKE, R.P. Elements of mastitis control. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.64, p.1431-1442, 1981.

NELSON, D. L.; COX, M. M. **Lehninger: princípios de bioquímica**. 3 ed. São Paulo: Sarvier, 2006. 1087p.

NHU-TRANG, T. T.; CASABANCA, H.; GRENIER-LOUSTALOT, M. F. Authenticity control of essential oils containing citronellal and citral by chiral and stable-isotope gas-chromatographic analysis. **Analytical and Bioanalytical Chemistry**, Heidelberg, v. 386, n7-8, p. 2141-2152. 2006.

NWE, T. M.; HORI, E.; MANDA, M.; WATANABE, S. Significance of catecholamines and cortisol levels in blood during transportation stress in goats. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v. 20, p. 129-135, 1996.

OHYA, M. Experimental studies on dehydration in ruminants. Clinical signs and blood changes in goats under prolonged water restriction. **Japanese Journal of Veterinary Science**, Tokyo, v. 26, p. 325-341, 1964.

OLALLA, M.; RUIZ-LÓPEZ, M.D.; NAVARRO, M.; ARTACHO, R.; CABRERA, C.; GIMÉNEZ, R.; RODRIGUEZ, C.; MINGORANCE, R. Nitrogen fractions of Andalusian goat milk compared to similar types of commercial milk. **Food Chemistry**, London, v.113, n.3, p.835-838, 2009.

OLIVEIRA, C. A. F.; FONSECA, L. F. L.; GERMANO, P. M. L. **Aspectos relacionados à produção, que influenciam a qualidade do leite**. Disponível em: <<http://www.bichoonline.com.br/artigos/ha0012.htm>> Acesso em: 15 jun. 2005.

OMER, H. A. A.; HEWIDA, M. H. E.; LAILA, D. A.; MAGHRABY, N. Productive performance of rabbits fed diets containing lemongrass or active dried yeast. **American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Science**, Washington, v. 7, n. 2, p. 179-187, 2010.

ONIBALA, J. S. I. T. **Influence of essential oil of spices as feed additives on the performance data and carcass composition in pig nutrition.** 1999. Master's thesis, Institute of Animal Physiology and Animal Nutrition. Gero August University of Goettingen, 1999.

ORTOLANI, E. **Diagnóstico de doenças nutricionais e metabólicas por meio de exame de urina em ruminantes.** González, F. H. D., Campos, R. (Ed): Anais do I Simpósio de Patologia Veterinária da Região Sul do Brasil. Porto Alegre: Gráfica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. p. 91-102. 2003

OZAWA, T.; TAKADA, R.; NISHITANI, J.; FUJITA, M.; BLAIR, H. T. A comparative analysis of acceptance by Japanese females and price of goat milk from different sources. **Animal Science Journal**, Tokyo, v. 81, n. 2, p. 271-275, 2010.

OWENS, F. N.; GOETSCH, A. L. Ruminant fermentation. In: CHURCH, D.C. **The ruminant animal digestive physiology and nutrition.** Englewood cliffs. O& Books Inc., 1988. p.146.

PAAPE, M..J.; HAFS, H. D., SNYDER, W. W. Variations of estimated numbers of milk somatic cells stained with Wright's stains or Pyronin Y-methyl green stain. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 46, n. 11, p.1211-1216, 1963.

PACKARD, V.S.; TATINI, S.; FUGUA, R.; HEADY, J.; GILMAN, C. 1992. **Direct microscopic methods for bacterial or somatic cells.** In: Marshall, R.T. (Ed.), Standard Methods for the Examination of Dairy Products. American Public Health Association, Washington, DC, p. 309-325.

PAL, A.; SHARMA, R. K.; KUMAR, R.; BARMAN, K. Effect of concentrate mixture with isonitrogenous leaf meal mixture on growth, nutrient utilization and rumen fermentation in goats. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v. 91, p. 132-140, 2010.

PALMQUIST, D.L.; JENKINS, T.C. Fat in lactation rations: review. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.63, n.1, p.1-14, 1980.

PALMQUIST, D.L.; BEAULIEU, A.D.. Feed and animal factors influencing milk fat composition. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.76, n.6, p.1753-1771, 1993.

PALMQUIST, D.L.; MATTOS, W.R.S. Metabolismo de lipídeos. In: BERCHIELLI, T.T. et al. **Nutrição de ruminantes**. Jaboticabal: FUNEP, 2006. Cap.10, p.287-310.

PANETTA, J. C. Flavor defects of milk. **Revista do Instituto de Laticínios Candido Tostes**, Juiz de Fora, p. 26-27, 1973.

PAPES, F.; LOGAN, D.W.; STOWERS, L. The vomeronasal organ mediates interspecies defensive behaviors through detection of protein pheromone homologs. **Cell**, Cambridge, v.141, p.692-703, 2010.

PARK, Y. W.; HUMPHREY, R. D. Bacterial cell counts in goat milk and their correlations with somatic cell counts, percent fat, and protein. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 69, p.32-37, 1986.

PARK, Y. W. Proteolysis and lipolysis of goat milk cheese. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 84, p. 84-92, 2001.

PARODI, P. W. Anti-cancer agents in milk fat. Australian. **Journal of Dairy Technology**, v. 58, p. 114-118, 2003.

PATTERSON, H. H. 2000. **Protein supplementation to pregnant heifers and grazingmanagement effects on cowdiet quality**. Ph.D.Diss., Univ. of Nebraska, Lincoln.

PEREIRA, A.A.; CARDOSO, M.G.; ABREU, L.R.; MORAIS, A.R.; GUIMARÃES, L.G.L.; SALGADO, A.P.S.P. Caracterização química e efeito inibitório de óleos essenciais sobre o crescimento de *Staphylococcus aureus* e *Escherichia coli*. **Ciência e agrotecnologia**, Lavras, v.32, n.3, p.887-893, 2008.

PEREIRA, G.F.; GRACINDO, A.P.A.C.; TINOCO, A.F.F.; OLIVEIRA, P.H.M.; RANGEL, A.H. Perfil de ácidos graxos no leite de cabras alimentadas com níveis crescentes de feno de flor-de-seda. **Revista Caatinga**, Mossoró, v.22, n.3, p.206-210, 2009.

PINKERTON, F.; PETERS, I. I. Conductivity, per cent lactose, and freezing point of milk. **Journal of Dairy Science**, Champaign, p. 392-397, 1957.

POUTREL, B; LERONDELLE, C. Cell content of goat milk: California Mastitis Test, Coulter Counter, and Fossomatic for predicting half infection. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.66, p.2575-2579, 1983.

PRATA, L. F. **Fundamentos de ciência do leite**. Jaboticabal: Funep, 2001. 287 p.

PRECHT, D.; MOLKENTIN, J. Rapid analysis of the isomers of transoctadecenoic acid in milk fat. **International Dairy Journal**, Barking, v.6, p.791–809, 1996.

PRESCOTT, S. C.; BREED, R. S. The determination of the number of body cells in milk by a direct method. **Journal of Infectious Diseases**, Chicago, v. 7, n.632, p. 632-640. 1910.

PRESTON, T.R.; LENG, R.R. Produccion pecuária tropical: ajustando los sistemas de produccion pecuaria a lós recursos disponibles aspectos basicos y aplicados del nuevo enfoque sobre la nutricion de rumiantes en El tropico. Colombia: [s.n.], 1989. 312p.

PRICKETT, J.D.; TRENTAM, D.E.; ROBINSON, D.R. Dietary fish oil augments the induction of arthritis in rats immunized with type II collagen. **Journal of Immunology**, Baltimore, v. 132, p. 725-729, 1984.

PUATANACHOKCHAI, R.; KISHIDA, H.; DENDA, A.; MURATA, N.; KONISHI, Y.; VINITKETKUMNUEN, U.; NAKAE, D. Inhibitory effects of lemon grass (*Cymbopogon citratus*, Stapf) extract on the early phase of hepatocarcinogenesis after initiation with diethyl nitrosamine in male fisher 344 rats. **Cancer Letters**, Amsterdam, v. 183, p. 9-15, 2002.

QUEIROGA, R.C.R.E.; GUERRA, N.B.; BISCONTINI, T.M.B; COSTA, R.G.A. caprinocultura leiteira no contexto da segurança alimentar e nutricional. **Revista Conceitos**, João Pessoa, v.5, 2003.

QUEIROGA, R.C.R.E.; MADRUGA, M.S.; GALVÃO, M.S.; COSTA, R.G. Otimização das condições de extração de compostos voláteis em leite caprino utilizando a técnica de extração e concentração simultânea. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, Rio de Janeiro, v. 64, p. 97-103, 2005.

RAJAPAKSE, R.; VAN EMDEN, H.F. Potential of four vegetable oils and tem botanicals powers for reducing infestation of cowpeas by *Callosobruchus maculatus*, *C. chinensis* and *C. rhodesianus*. **Journal of Stored Products Research**, Oxford, v. 33, p. 59-68, 1997.

RIBEIRO, S.D.A. **Caprinocultura**: criação racional de caprinos. São Paulo: Nobel, 1997. 311p.

RÍOS, E.; BELMONTE, C.; RODRÍGUEZ, C.; ORTIZ, L.; CIOTTI, E.; BOGADO, F.; ACOSTA DE PÉREZ, O. Intoxicación con *Ipomoea fistulosa* (aguapié o mandiyurá) en cabras. Efectos sobre el hemograma e ionograma. **Revista Veterinária Venezolana**, Caracas, v. 16, p. 21-24, 2005.

RÍOS, E.; CHOLICH, L.; TEIBLER, G.; BOGADO, F.; MUSSART, N. Lesiones renales y pancreáticas inducidas por *Ipomoea carnea* en cabras. **Revista Veterinária Venezolana**, Caracas, v. 20, n. 1, p. 45-49, 2009.

RODRIGUES, P. H. M. Fatores não microbiológicos afetando acidez do leite e outras características. Disponível em <<http://www.milkpoint.com.br>> Acesso em: 15 jun. 2005.

RODRIGUES, C.A.F.; RODRIGUES, M.T.; BRANCO, R.H. Influência da condição corporal e da concentração de energia nas dietas no periparto sobre o desempenho de cabras em lactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.35, p.1560-1567, 2006.

RODRIGUES, C. A. F.; RODRIGUES, M. T.; BRANCO, R. H.; CARVALHO, G. R.; TORRES, R. A.; TORRES FILHO, R. A. Avaliação do consumo e de metabólitos plasmáticos de cabras gestantes com duas condições corporais alimentadas com dietas formuladas com diferentes níveis de energia. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 36, n.4, p. 945-952, 2007.

SAEB, M.; BAGHSHANI, H.; NAZIFI, S.; SAEB, S. Physiological response of dromedary camels to road transportation in relation to circulating levels of cortisol, thyroid hormones and some serum biochemical parameters. **Tropical Animal Health and Production**, Edinburgh, v.42, n.1, p.55-63, 2010.

SALLES, C.; SOMMERER, N.; SEPTIER, C.; ISSANCHOU, S.; CHABANET, C.; GAREM, A.; LE QUÉRÉ, J. Goat Cheese Flavor: Sensory Evaluation of Branched-Chain Fatty Acids and Small Peptides. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 67, p. 835-841, 2002.

SANTOS, K.O.; EGITO, A.S.; BONFIM, M.A.D.; BENEVIDES, S.D. Produção de queijos probióticos para agregação de valor ao leite caprino. Embrapa. Documentos, n.83. 2008.

SANTOS, M. V.; OLIVEIRA, C. A. F.; AUGUSTO, L. F. B.; AQUINO, A. A. Atividade lipolítica do leite com células somáticas ajustadas para diferentes níveis. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 59, n.4, p. 832-836, 2007.

SANTOS, M.I R.; XIMENES, R. M.; COSTA, J. G. M.; LEAL, L. K. A. M.; LOPES, A. A.; VIANA, G. S. B. Comparative anticonvulsant activities of the essential oils (EOs) from *Cymbopogon winterianus* Jowitt and *Cymbopogon citratus* (DC) Stapf. in mice. **Archives of Pharmacology**, v. 381, n. 5; 415-426, 2010.

SANTOS-SILVA. J.; BESSA, R. J. B.; SANTOS-SILVA, F. Effects of genotype, feeding system and slaughter weight on the quality of light lambs. II. Fatty acid composition of meat. **Livestock Production Science**, Amsterdam, v.77, n.2-3. p.187-194, 2002.

SAS. **SAS/STAT User's Guide**, Version 9, Cary, NC 27513: SAS Institute Inc., 2003.

SAUNDERS, W.B. **Physiology and Biophysics**. United States of America: Saunders, W.B. Company, 1973. 247p.

SCHERR, C.; RIBEIRO, J.P. Gorduras em laticínios, ovos, margarinas e óleos: implicações para a aterosclerose. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, São Paulo, v.95, n.1, p.55-60, 2010.

SCHUCK, V.J.A.; FRATINI, M.; RAUBER, C.S.; HENRIQUES, A.; SCHAPOVAL, E.E.S. Avaliação da atividade antimicrobiana de *Cymbopogon citratus*. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, São Paulo, v. 37, p. 45-49, 2001.

SEAB/PR – SECRETARIA DE ESTADO DA AGRICULTURA E DO ABASTECIMENTO DO PARANÁ. Departamento de Economia Rural. **Levantamento do valor bruto da produção agropecuária**. Especiarias. Safra 1997/1998. Paraná, 1999.

SEJIAN, V.; SRIVASTAVA, R.S. Effects of melatonin on adrenal cortical function of Indian goats under thermal stress. **Veterinary Medicine International**, Article ID 348919, 6 pages, doi:10.4061/2010/348919, 2010.

SHAMAY, A.; MABJEESH, S.J.; SHAPIRO, F.; SILANIKOVE, N. Adrenocorticotrophic hormone and dexamethasone failed to affect milk yield in dairy goats: comparative aspects. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v.38, p.255-259, 2000.

SHINGFIELD, K.J., CHILLIARD, Y., TOIVONEN, V., KAIRENIUS, P., GIVENS, D.I. Trans fatty acids and bioactive lipids in milk. **Advances in Experimental Medicine Biology**, New York, v.606, p.3-65, 2008.

SHIPE, W. F.; LEDFORD, R. A.; PETERSON, R. D.; SCANLM, R. A.; DOUGHERTY R. W.; MORGAN, M. E. Physiological mechanisms involved in transmitting flavors and odors to milk- II. Transmission of some flavor components of silage. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 45, p.477, 1962.

SHOOK, G. E. Selection for disease resistance. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.72, p. 1349-1362, 1989.

SILANIKOVE, N.; LEITNER, G.; MERIN, U.; PROSSER, C. G. Recent advances in exploiting goat's milk: Quality, safety and production aspects. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v. 89, p. 110-124, 2010.

SILVA, M.R.S.; XIMENES, R.M.; COSTA, J.G.M.; LEAL, L.K.A.M.; LOPES, A.A.; VIANA, G.S.B. Comparative anticonvulsant activities of the essential oils (Eos) from *Cymbopogon winterianus* Jowitt and *Cymbopogon citratus* (DC) Stapf. in mice. **Naunyn-Schmiedeberg's Archives of Pharmacology**, Berlin, v.381, n.5; p.415-426, 2010.

SIMOPOULOS, A.P.; LEAF, A.; SALEM, N. Essentiality and recommended dietary intakes for omega-6 and omega-3 fatty acids. **Annals of Nutrition and Metabolism**, Basel, v.43, p.127-130, 1999.

SKJEVDAL, T. Flavour of goat's milk: A review of studies on the sources of its variations. **Livestock Production Science**, Amsterdam, v. 6, p. 397-405, 1979.

SKLAN, D.; ASHKENNAZI, R.; BRAUN, A. Fatty acids, calcium soaps of fatty acids, and cottonseeds fed to high yielding cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 75. n.9, p. 2463-2472, 1992.

SNIFFEN, C. J.; O'CONNOR, J. D.; VAN SOEST, P. J.; FOX, D. G.; RUSSELL, J. B. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II, Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 70, n. 11, p. 3562-3577, 1992.

SOMVANSHI, V.S.; LANG, E.; STRAUBLER, B.; SPROER, C.; SCHUMANN, P.; GANGULY, S.; SAXENA, A.K.; STACKEBRANDT, E. *Providencia vermicola* sp. nov.,

isolated from infective juveniles of the entomopathogenic nematode *Steinernema thermophilum*. **International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology**, Reading, v.56, p.629–633, 2006.

SOUSA, S. M.; SILVA, P. S.; VICCINI, L. F. Cytogenotoxicity of *Cymbopogon citratus* (DC) Stapf (lemon grass) aqueous extracts in vegetal test systems. **Annals of the Brazilian Academy of Sciences**, Rio de Janeiro, v.82, n.2, p.305-311, 2010.

SOUZA NETO, J.; BAKER G.; MESQUITA, R. C. M. Características gerais da produção de caprinos leiteiros no Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 16, p.481-491, 1987.

SPREER, E. **Milk and dairy product technology**. Alemanha: Marcel Dekker, 1995. 125p.

SRETENOVIĆ, LJ.; PANTELIĆ, V.; NOVAKOVIĆ, Ž. Importance of utilization of omega-3 fatty acids in human and animal nutrition. **Biotechnology in Animal Husbandry**, Belgrade-Zemun, v. 25, n.5-6, p. 439-449, 2009.

STARK, W.; URBACH, G.; COOK, L. J.; ASHES, J. R. The effect of diet on the gamma and alfa lactose and methyl ketone potentials of caprine butterfat. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v. 111, p. 165-170, 1978.

SUTTON, J. D.; MORANT, S. V. A review of the potential of nutrition to modify milk fat and protein. **Livestock Production Science**, Amsterdam, v. 23, p.219-237, 1989.

SUTTON, J.D. Altering milk composition by feeding. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.72, p.2801-2814, 1989.

SWAISGOOD, H. E. Characteristics of milk. In: FENNEMA, O. R.; DEKKER, M. (Ed). **Food Chemistry**, New York. 1996. p. 841–876.

SWENSON, M. J.; REECE, W.O. 1996. **Dukes, Fisiologia dos animais domésticos**. 11th ed. Guanabara, Rio de Janeiro, Brazil.

TAKATA, O.; SASAKURA, K. Production of Milk with additional value by feeding herbs. **Animal Husbandry**, v.55, n.11, p.1188-1190, 2001.

TESKE, M.; TRENTINI, A.M.M. **Compêndio de fitoterapia**. 3.ed. Curitiba, Herbarium, 1997. p.75-76.

TOERIEN, C. A.; PUCHALA, R.; McCANN, J. P.; SAHLU, T.; GOETSCH, A. L. Adrenocortical response to ACTH in Angora and Spanish goat wethers. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 77, p. 1158-1564, 1999.

TSIPLAKOU, E., MOUNTZOURIS, K. C., ZERVAS, G. Concentration of conjugated linoleic acid in grazing sheep and goat milk fat. **Livestock Science**, Amsterdam, v. 103, p.74–84, 2006.

TURAN, H.; SÖNMEZ, G.; KAYA, Y. Fatty acid profile and proximate composition of the thornback ray (*Raja clavata*, L. 1758) from the Sinop coast in the Black Sea. **Journal of Fisheries Science**, v.1, n.2, p.97-103, 2007.

TURPEINEN, A. M.; MUTANEN, M.; ARO, A.; SALMINEN, I.; BASU, S.; PALMQUIST, D. L.; GRIINARI, J. M. Bioconversion of vaccenic acid to conjugated linoleic acid in humans. **American Journal of Clinical Nutrition**, New York, v. 76, p. 504-510, 2002.

ULBRICHT, T.L.V; SOUTHGATE, D.A.T. Coronary heart disease: seven dietary factors. **The Lancet**, London, v.338, p.985-992, 1991.

UMBELINO, D. C. Aspectos tecnológicos e sensoriais do “iogurte” de soja enriquecido com cálcio. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 21, n. 3, p.276-280, 2001.

VALEILLE, K.; FERÉZOU, J.; PARQUET, M.; AMSLER, G.; GRIPOIS, D.; QUIGNARD-BOULANGÉ, A.; MARTIN, JC. The natural concentration of the conjugated linoleic acid cis-9, trans-11 in milk fat has antiatherogenic effects in hyperlipidemic hamsters. **Journal of Nutrition**, Savoy, v. 13, p. 1305-1310, 2006.

VAN-GINKEL, G.; SEVANI, A. Lipid peroxidation induced membrane structural alterations. **Methods in Enzymology**, New York, v. 233, p. 273–288, 1994.

VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, B. A. Symposium: carbohydrate methodology, metabolism, and nutritional implications in dairy cattle. **Journal Dairy Science**, Champaign, v. 74, n. 10, p. 3583-3597, 1991.

VASCONCELOS, C. G. C. **Estudo da variação do teor de cloretos e do numero de células somáticas no leite bovino oriundo de quartos sadios, durante os diferentes meses do período de lactação, estações do ano e ordenha da manha e da tarde**. 97f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária Preventiva) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1996.

VASTA, V.; YANEZ-RUIZ, D. R.; MELE, M.; SERRA, A.; LUCIANO, G.; LANZA, M.; BIONDI, L.; PRIOLO, A. Bacterial and protozoal communities and fatty acid profile in the rumen of sheep feed a diet containing added tannins. **Applied and Environmental Microbiology**, v.4, p.2549-2555, 2010.

VIALON, C.; VERDIER-METZ, I.; DENOYER, C.; PRADEL, P.; COULON, J. B.; BERDAGUE, J. L. Desorbed terpenes and sesquiterpenes from forages and cheeses. **Journal of Dairy Research**, Cambridge, v. 66, p. 319-326, 1999.

VAZ, J.C.; GUIM, A.; BATISTA, A.M.V.; SOARES, P.C.; SILVA, W.C.M.; WAMBACH, X.F.; ALBUQUERQUE, G.P.; FELIZ, S.C.R. Perfil de metabolites sanguíneos e urinários em caprinos sob efeito da retirada da palma forrageira (*Opuntia ficusindica* MILL) na dieta. **Anais do 35º Conbravet**. Gramado: ADALTECH, 2008. p.893-899.

VIJAYAN, M. M.; PEREIRA, C.; GRAU, E. G.; IWAMA, G. K. Metabolic responses associated with confinement stress in tilapia: The role of cortisol. **Comparative Biochemistry and Physiology. Part C. Comparative Pharmacology and Toxicology**, Oxford, v. 116, p. 89-95, 1997.

WALKER, V. B. **Therapeutic uses of goat milk in the modern medicine**. British Goat Society's Yearbook, v.66, p.23-26, 1965.

WALKER, N. J.; CANT, P. A. E.; KEEN, A. R. Lactones in fractionated milkfat and spreadable butter. **New Zealand Journal of Technology**, Wellington, v. 12, p. 94-100, 1977.

WALLACE, R. J.; MCEWAN, N. R.; MCINTOSH, F. M.; TEFEREDEGNE, B.; NEWBOLD, C. J. Natural products as manipulators of rumen fermentation. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, Korea, v. 15, p.10- 21, 2002.

WALSTRA, P.; JENNESS, R. **Química y física lactológica**. Zaragoza: Ascribia, 1987. 423p.

WANAPAT, M.; CHERDTHONG, A.; PAKDEE, P.; WANAPAT, S. Manipulation of rumen ecology by dietary lemongrass (*Cymbopogon citratus* Stapf) powder supplementation. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.86, p. 3497-3503, 2008.

WEST, J. W.; MULINIX, B. G.; BERNARD, J. K. Effects of hot, humid weather on milk temperature, dry matter intake, and milk yield of lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 86, n. 1, p. 232-242, 2003.

WILSON, R. D. **The effects of feed on the flavour components of milkfat.** Proceedings of the 1992 milk flavour forum, New Zealand Dairy Research Institute, Palmerston North, p. 68-71, 1993.

WITTWER, F. 2000. Diagnóstico dos desequilíbrios metabólicos de energia em rebanhos bovinos. In: GONZÁLEZ, F. H. D.; BARCELLOS, J. O.; OSPINA, H.; RIBEIRO, L. A. O. (Eds.). **Perfil metabólico em ruminantes: seu uso em nutrição e doenças nutricionais.** Porto Alegre, Brasil, Gráfica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

WITTWER, F. 2000. Marcadores bioquímicos no controle de problemas metabólicos nutricionais em gado de leite. In: GONZÁLEZ, F. H. D.; BARCELLOS, J. O.; OSPINA, H.; RIBEIRO, L. A. O. (Eds.). **Perfil metabólico em ruminantes: seu uso em nutrição e doenças nutricionais.** Porto Alegre, Brasil, Gráfica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

World Health Organization. Joint Consultation: fats and oils in human nutrition. **Nutrition Reviews**, New York, v.53, p.202-205, 1995.

YAGI, Y.; SHIONO, H.; CHIKAYAMA, Y.; OHNUMA, A.; NAKAMURA, I.; YAYOU, K. Transportation stress increases somatic cell counts in milk, and enhances the migration capacity of peripheral blood neutrophils of dairy cows. **Journal of Veterinary Science**, Suwon, v. 66, p.381– 387, 2004.

YEHUDA, S.; RABINOVITZ, S.; CARASSO, R.L.; MOSTOFSKY, D.I. The role of polyunsaturated fatty acids in restoring the aging neuronal membrane. **Neurobiology of Aging**, New York, v.23, p.843-853, 2002.

YOUDIM, K.A.; MARTIN, A.; JOSEPH, J.A. Essential fatty acids and the brain: possible health implications. **International Journal of Developmental Neuroscience**, Oxford, v.18, p.383-399, 2000.

ZAGO, J. A. A. A.; USHIMARU, P. I.; BARBOSA, L. N.; FERNANDES JUNIOR, A. Sinergismo entre óleos essenciais e drogas antimicrobianas sobre linhagens de *Staphylococcus aureus* e *Escherichia coli* isoladas de casos clínicos humanos. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, São Paulo, v. 19, n. 4, p. 828-833, 2009.

APÊNDICE



Figura 1A. Baia experimental (1); Enriquecimento ambiental com auxílio de correntes (2); Saleiro na baia (3); Alimentação dos animais com 2 cochos/baia, respeitando-se 0,35 m/cabra (4); Bebedouros (5); Sala de ordenha mecânica com seis conjuntos de teteiras (6).



Figura 1B. Picadora utilizada na moagem do Capim-limão (1); Mistura da dieta na Fábrica de ração da FZEA/USP (2); Peletização da dieta na Fábrica de ração da FCAV/UNESP (3); Secagem dos “pellets” (4); Armazenamento (5); Pesagem diária da dieta (6); Fornecimento aos animais (7).



Figura 1C. Tubos a vácuo com heparina sódica (verdes) e EDTA (roxos), lâminas coradas com auxílio do corante Leishman para contagem diferencial do esfregaço sanguíneo e o equipamento ABX Micros ABC Vet.

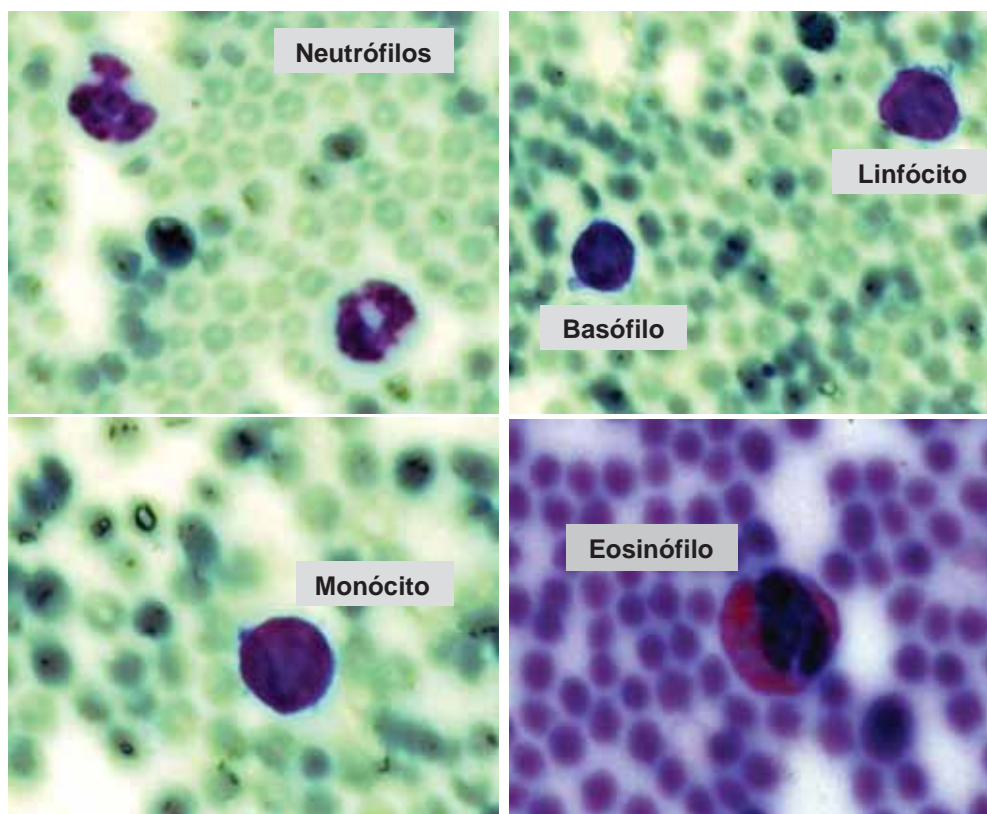


Figura 1D. Leucócitos identificados nos esfregaços sanguíneos das cabras Saanen alimentadas com capim-limão (*Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf).

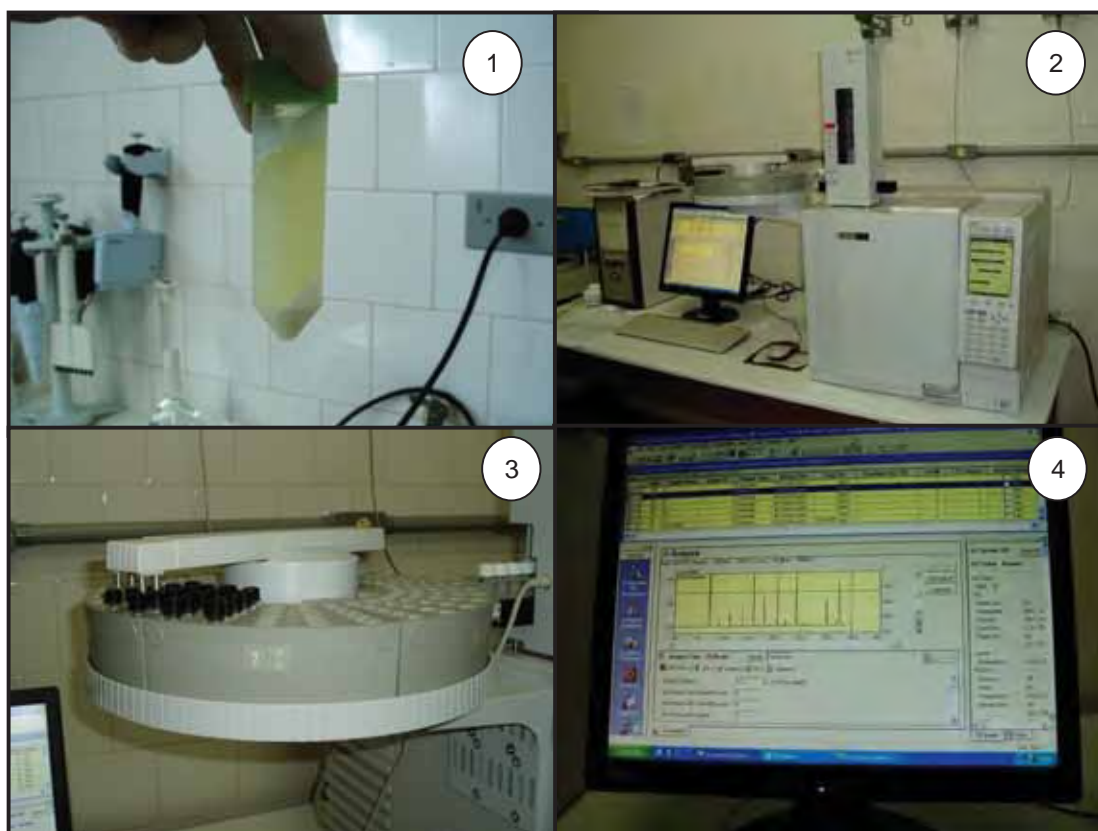


Figura 1E. Extração da gordura do leite de cabra após centrifugação (1); Cromatógrafo a gás utilizado (GC-2010 Shimadzu) (2); Injeção das amostras extraídas (3); Cromatograma de uma das amostras após 70 min. de corrida (4).

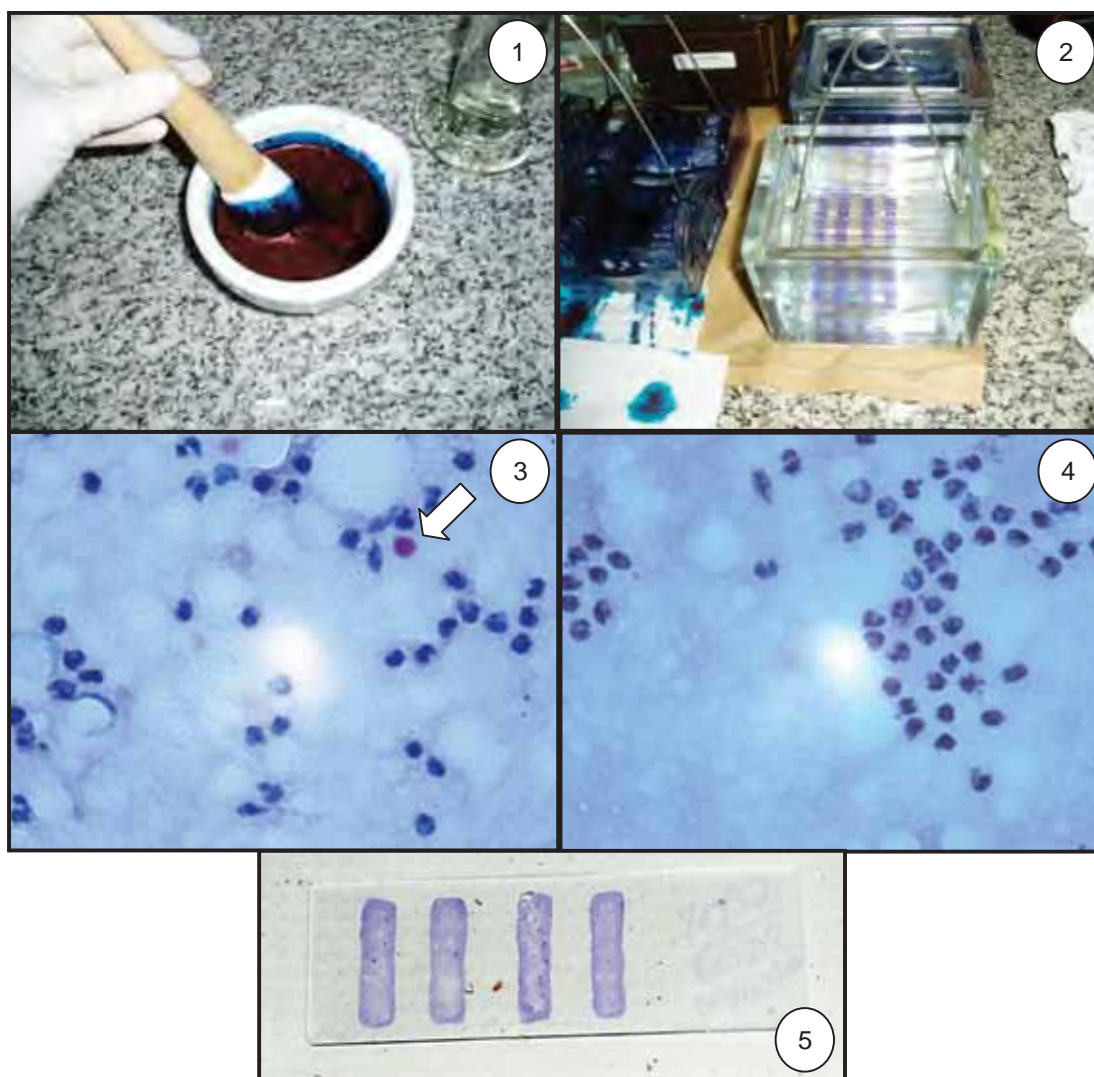


Figura 1F. Preparo do corante PYMG (Pyronin Y – Methyl-Green) específico para contagem de células somáticas do leite de cabras (1); lâminas submersas em água (último passo da coloração) (2); campo microscópico com o DNA das células coradas, no detalhe com a seta observa-se o RNA corado (3); leite de uma cabra com alta contagem de CCS (4); lâmina em duplicata pronta para ser lida (5).

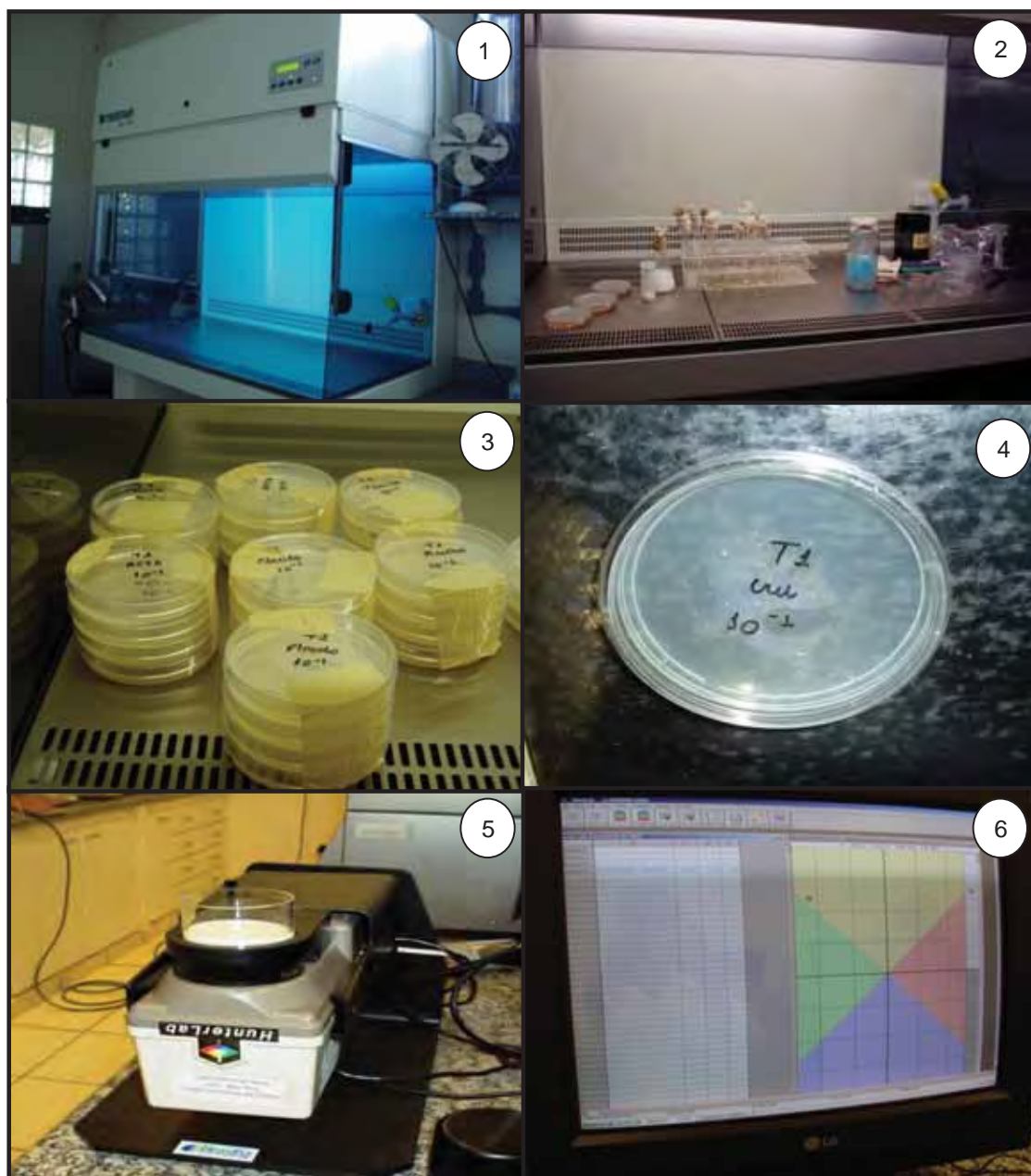


Figura 1G. Câmara de Fluxo Laminar com a lâmpada UV utilizada para preparo das placas de petri (1); amostras para semeadura (2); placas de petri prontas para serem incubadas em geladeira (3); placa de petri da diluição 10^{-1} do tratamento controle (0% de capim-limão) após 10 dias de incubação a $\sim 7^{\circ}\text{C}$ (4); espectrômetro Hunterlab utilizado na medida direta de cor do leite das cabras alimentadas com capim-limão e submetidas à administração de ACTH e sistema CIELAB na tela do monitor após leitura da cor (6).



Figura 1H. Amostras de leite de cabra dos quatro tratamentos nos copinhos de degustação prontas para serem servidas (1); fornecimento das amostras (2 e 3); disposição das 13 cabines de degustação no Laboratório de Análise Sensorial do Departamento de Engenharia de Alimentos da FZEA/USP (4 e 5); cabines com janelas fechadas sendo utilizadas com detalhe dos brindes fornecidos aos consumidores após o término da degustação (6).