



**UNIVERSIDADE ESTADUAL VALE DO ACARAÚ**  
**PROGRAMA DE MESTRADO EM ZOOTECNIA**

**SAÚDE DA GLÂNDULA MAMÁRIA E ASPECTOS TERMORREGULADORES**  
**DE CABRAS LEITEIRAS SUPLEMENTADAS COM SELÊNIO ORGÂNICO**

**THAYS PAULINA MARTINS**

**SOBRAL – CE**  
**FEVEREIRO – 2017**

THAYS PAULINA MARTINS

SAÚDE DA GLÂNDULA MAMÁRIA E ASPECTOS TERMORREGULADORES  
DE CABRAS LEITEIRAS SUPLEMENTADAS COM SELÊNIO ORGÂNICO

**Dissertação apresentada ao Programa de  
Mestrado em Zootecnia, da Universidade  
Estadual Vale do Acaraú, como requisito  
parcial para obtenção do Título de Mestre  
em Zootecnia.**

Área de concentração: Produção Animal

ORIENTADORA:  
**DRA. ANGELA MARIA DE VASCONCELOS**

COORIENTADORA:  
**DRA. VIVIANE DE SOUZA**

SOBRAL – CE  
FEVEREIRO – 2017

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação

Universidade Estadual Vale do Acaraú

Sistema de Bibliotecas

Martins, Thays

SAÚDE DA GLÂNDULA MAMÁRIA E ASPECTOS  
TERMORREGULADORES DE CABRAS LEITEIRAS SUPLEMENTADAS  
COM SELÊNIO ORGÂNICO [recurso eletrônico] / Thays Martins. --  
Sobral, 2017.

1 CD-ROM: il. ; 4 <sup>3</sup>/<sub>4</sub> pol.

CD-ROM contendo o arquivo no formato pdf do trabalho  
acadêmico com 78 folhas.

Orientação: Prof. Dr. Angela Maria de Vasconcelos.

Co-Orientação: Prof. Dr. Viviane de Souza.

Dissertação (Zootecnia) - Universidade Estadual Vale do  
Acaraú / Centro de Ciências Agrárias e Biológicas

1. caprinos. 2. estresse térmico. 3. levedura selenizada . I.  
Título.

THAYS PAULINA MARTINS

SAÚDE DA GLÂNDULA MAMÁRIA E ASPECTOS TERMORREGULADORES  
DE CABRAS LEITEIRAS SUPLEMENTADAS COM SELÊNIO ORGÂNICO

Dissertação defendida e aprovada em: 20 / 02 / 2017 pela Comissão Examinadora:

---

**Dra. PATRÍCIA YOSHIDA FACCIOLI MARTINS**  
**Embrapa Caprinos e Ovinos – EMBRAPA**  
**(Examinadora)**

---

**Dr. ROBERTO CLÁUDIO FERNANDES FRANCO POMPEU**  
**Embrapa Caprinos e Ovinos – EMBRAPA**  
**(Examinador)**

---

**Dra. DÉBORA ANDRÉA EVANGELISTA FAÇANHA**  
**Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA**  
**(Examinadora)**

---

**Dra. VIVIANE DE SOUZA**  
**EMBRAPA CAPRINOS E OVINOS - EMBRAPA**  
**(Coorientadora/Examinadora)**

---

**Dra. ANGELA MARIA DE VASCONCELOS**  
**UNIVERSIDADE ESTADUAL VALE DO ACARAÚ-UVA**  
**(Presidente)**

SOBRAL – CE  
FEVEREIRO – 2017

A *Deus*, Pai Amoroso por ter me dado a graça da vida, saúde, sabedoria e por traçar meus caminhos permitindo que eu chegasse até aqui e, principalmente, por jamais desistir de mim, mesmo quando eu mesma não acreditava.

Aos meus pais, Romoaldo (*in memoriam*) e Francisca por todo amor incondicional, carinho, dedicação, ensinamentos e tantas renúncias e sacrifícios para que eu pudesse alcançar meus sonhos, a todos meus familiares e amigos, pelo amor, carinho e palavras certas nos momentos certos.

***Dedico***

## AGRADECIMENTOS

A Deus, infinitamente bom e justo, por ter me conduzido nesta jornada e me dado forças para vencer as dificuldades e por sempre ter colocado em minha vida pessoas que me apontassem o caminho do bem.

Ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Estadual Vale do Acaraú.

A Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA, pelo apoio para realização das análises.

À Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico – FUNCAP, pela Bolsa de estudos concedida.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo financiamento desta pesquisa.

A minha mãe *Francisca Paulina Martins*, razão e base da minha vida, exemplo de simplicidade, carinho, força e determinação, que me deu forças durante esta fase da minha vida.

Ao meu pai *Romaldo Caetano Martins (in memoriam)*, por todos os ensinamentos, condutas e exemplo de integridade, carinho e força que manteve e fizeram com que trilhasse esse caminho. Embora eu soubesse o quanto o senhor foi maravilhoso, não tinha ideia de quanto representava para mim, até o dia em que precisei dos teus conselhos e você não estava aqui.

À minha *família*, que sempre procurou me ajudar da melhor maneira possível, principalmente nos momentos mais difíceis, não me deixando desanimar nunca diante dos obstáculos.

A Dra. *Angela Maria de Vasconcelos*, pela orientação e pela confiança na realização do trabalho.

A Dra. *Viviane de Souza*, que foi não somente uma grande coorientadora, e sim uma grande amiga, me deu oportunidade de crescer profissionalmente e aprender, me acolheu com seu coração gigante. Não tenho palavras que expressem toda minha gratidão.

Aos Doutores *Roberto Cláudio Fernandes Franco Pompeu, Débora Andrea Evangelista Façanha, Patrícia Yoshida Faccioli Martins* pela participação na banca examinadora e pelas importantes contribuições para melhoria deste trabalho e pelos conselhos e ensinamentos repassados. Muito Obrigada!

Aos Professores *Raymundo Rizaldo Pinheiro, Fátima Révia Granja Lima e Marcos Cláudio Pinheiro Rogério*, pela disponibilidade, ajuda e atenção no decorrer da pesquisa.

A Professora *Aline Vieira Landim*, pelo empréstimo do galpão, amizade, apoio e palavras de incentivo.

A *Joyce Sampaio* secretária da Coordenação do Programa de Pós-Graduação do Mestrado Acadêmico em Zootecnia, que durante esse tempo sempre se mostrou disponível a resolver qualquer problema e que acabou tornando-se uma grande amiga.

Aos funcionários da Fazenda Experimental da Universidade, em especial *Sr. Lourival, Dona Selma, Sr. Valdizar e Ednaldo*, que sempre me ajudaram na condução do experimento e que sem eles não teria conseguido.

Aos laboratoristas da Embrapa Caprinos e Ovinos, *Liana, Liduína, Osmarilda e João Ricardo*, pela dedicação e carinho na execução das análises.

Ao *Adriano Lima*, estatístico da Embrapa Caprinos e Ovinos, por toda atenção e dedicação.

Aos bolsistas de Iniciação Científica do Curso de Zootecnia, voluntários e também amigos: *Patrício, Maria Clara, Ludmyla, Lara, Eliomara, Getúlio, Milena, Samires, Wilson, Arthur, Bárbara, Isabele, Adailton, Tiberyo, João, Luiza* pelo auxílio na execução do experimento, paciência e amizade.

Aos bolsistas de Iniciação Científica do Laboratório de Microbiologia da Embrapa Caprinos e Ovinos, *Darciane, Daiane e Francisca* pela paciência e disponibilidade.

Ao *Beto Machado* pelo empréstimo dos animais que tornou possível a realização da pesquisa.

Ao meu namorado, *Clemente Fernandes dos Santos Neto*, por todo amor, amizade, companheirismo e toda a sua dedicação que sempre teve comigo, conselhos e força nos momentos que sempre precisei. Muito Obrigada por tudo!

Ao *Hélio Henrique e Alexandre Araújo*, pelas contribuições e esclarecimento de dúvidas, mostrando-se sempre disponíveis.

Aos meus amigos, presentes ao longo da vida *Tamires, Leia, Silmara, Laís, Taís, Elequisandra, Mayara Araújo, Nielyson Batista, João Paulo, Giuliane, Eduardo, Joiane* e colegas do apartamento 301, por todas as palavras de incentivo, amizade, compreensão.

Aos amigos de mestrado, *Claudelice, Ylana, Samuel, Renata, John Clay, Alisson, Graziela, Wellington e Paulo* pela amizade e convivência, compartilhando alegrias e tristezas, oferecendo palavras, incentivo e carinho nos momentos certos. Graças à presença de vocês foi mais fácil seguir e superar os dias de desânimo e cansaço.

A um grande presente que o mestrado me proporcionou, *Joice Melo Bonfim*, que não foi só uma colega de experimento, mais uma irmã para toda vida. Juntas dividimos tristezas, angústias e alegrias. Deus sabe de todas as coisas e ele sabia o quanto necessitávamos uma da outra. Mesmo sem perceber você mudou a minha vida, com um simples abraço e não se importou em trilhar o caminho ao meu lado e por isso e por muito mais te digo Obrigada por tudo, amiga!

A todos, que de forma direta ou indireta, ajudaram na realização desse trabalho, meus sinceros agradecimentos.

***Muito Obrigada!***



*“... Não é sobre chegar no topo do mundo e saber que venceu. É sobre escalar e sentir que o caminho te fortaleceu. É sobre ser abrigo e também ter morada em outros corações. E assim ter amigos contigo em todas as situações...”*

*... Não é sobre tudo que o seu dinheiro é capaz de comprar. E sim sobre cada momento, sorriso a se compartilhar. Também não é sobre correr contra o tempo pra ter sempre mais. Porque quando menos se espera a vida já ficou pra trás.*

*Segura teu filho no colo. Sorria e abraça os teus pais enquanto estão aqui. Que a vida é trem bala, parceiro. E a gente é só passageiro prestes a partir...*

**Ana Vilela**

**Trem Bala**

## SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS .....	XII
LISTA DE FIGURAS .....	XIX
LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS .....	XV
RESUMO GERAL .....	16
CONSIDERAÇÕES GERAIS .....	18
<b>CAPÍTULO I - REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>20</b>
INTRODUÇÃO .....	21
1. SELÊNIO .....	21
2. GLÂNDULA MAMÁRIA .....	24
3. MASTITE CAPRINA .....	24
4. INDICADORES DE TERMORREGULAÇÃO DE CABRAS LEITEIRAS CRIADAS EM REGIÃO TROPICAL .....	28
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	33
<b>CAPÍTULO II - INCIDÊNCIA DE MASTITE SUBCLÍNICA EM CABRAS LEITEIRAS SUPLEMENTADAS COM SELÊNIO ORGÂNICO .....</b>	<b>39</b>
RESUMO .....	40
ABSTRACT .....	41
1. INTRODUÇÃO .....	42
2. MATERIAL E MÉTODOS .....	43
2.1 Regularização .....	43
2.2 Local .....	43
2.3. Estação de Monta e Gestação .....	43
2.4 Tratamentos e Delineamento experimental .....	44
2.5 Animais, Instalações e manejo alimentar .....	44
2.6.1 Determinação de selênio no sangue .....	47
2.6.2 Determinação de selênio no leite .....	47
2.6.3 Determinação de selênio no solo .....	47
Detecção de mastite .....	48
Contagem de Células Somáticas (CCS) pelo método eletrônico e composição .....	49
Teor de cloretos .....	49
Diagnóstico microbiológico .....	49
Teste da Catalase .....	50
Teste da coagulase livre em tubo .....	50

Teste de Voges-Proskauer.....	50
Condutividade Elétrica e pH.....	51
2.7. Análise estatística.....	51
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	51
REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	58
<b>CAPÍTULO III – ASPECTOS TERMORREGULADORES DE CABRAS LEITEIRAS SUPLEMENTADAS COM SELÊNIO ORGÂNICO.....</b>	<b>61</b>
RESUMO.....	62
ABSTRACT.....	63
1. INTRODUÇÃO.....	64
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	65
2.1 Regularização.....	65
2.2 Local.....	65
2.3. Estação de Monta e Gestação.....	65
2.4 Tratamentos e Delineamento experimental.....	66
2.5 Animais, Instalações e manejo alimentar.....	66
2.6 Coletas de dados.....	69
2.6.1 Determinação de selênio no sangue.....	69
2.6.2 Determinação de selênio no solo.....	69
2.6.3 Variáveis Meteorológicas.....	69
2.6.4 Variáveis Fisiológicas.....	70
2.7 Análise estatística.....	72
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	72
4. CONCLUSÃO.....	77
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	77
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	77

## LISTA DE TABELAS

### CAPÍTULO II

<b>Tabela 1</b> - Ingredientes utilizados para o concentrado padrão fornecido durante o período experimental segundo o NRC (2007).....	45
<b>Tabela 2</b> - Composição química-bromatológica, digestibilidade e teor de selênio com base na matéria seca (%) dos componentes dietéticos fornecidos as cabras leiteiras durante o período experimental.....	46
<b>Tabela 3</b> - Composição do leite de cabras suplementadas ou não com selênio orgânico nas diferentes coletas, a cada 20 dias, durante o período experimental.....	52
<b>Tabela 4</b> – Contagem de Células Somáticas (CCS) de cabras suplementadas ou não com selênio orgânico nas diferentes coletas, a cada 20 dias, durante o período experimental.....	54
<b>Tabela 5</b> – Teores de cloretos do leite de cabras suplementadas ou não com selênio orgânico nas diferentes coletas, a cada 20 dias, durante o período experimental.....	55
<b>Tabela 6</b> – pH do leite de cabras suplementadas ou não com selênio orgânico nas diferentes coletas, a cada 20 dias, durante o período experimental.	56
<b>Tabela 7</b> – Condutividade elétrica do leite de cabras suplementadas ou não com selênio orgânico nas diferentes coletas, a cada 20 dias, durante o período experimental.....	56

### CAPÍTULO III

<b>Tabela 1</b> - Ingredientes utilizados para o concentrado padrão fornecido durante o período experimental segundo o NRC (2007).....	67
--	----

<b>Tabela 2</b> - Composição química-bromatológica, digestibilidade e teor de selênio com base na matéria seca (%) dos componentes dietéticos fornecidos as cabras leiteiras durante o período experimental.....	68
<b>Tabela 3</b> - Temperatura Ambiental (TA), Temperatura Máxima (T. Máx.), Temperatura Mínima (T. Mín.), Umidade Relativa (UR), e dos indicadores de conforto térmico, Temperatura do Globo Negro e Umidade (ITGU) e Carga Térmica Radiante (CTR) a cada 21 dias, durante o período experimental nos turnos manhã e tarde.....	73
<b>Tabela 4</b> - Frequência Respiratória (FR), Temperatura Retal (TR), Temperatura da Superfície da Pele (TSP) e Temperatura da Pele (TP) de cabras leiteiras suplementadas ou não com selênio orgânico, durante a fase experimental em diferentes turnos.....	74
<b>Tabela 5</b> - Dosagem dos hormônios triiodotironina (T3), e tiroxina (T4), em quatro coletas, a cada 21 dias, durante o período experimental.....	76

## LISTA DE FIGURAS

### CAPÍTULO II

- Figura 1-** Mapa do Ceará, com destaque ao município de Sobral, local de realização do experimento..... 43
- Figura 2** – Instalações (bairas individuais), usadas durante o experimento..... 44
- Figura 3** – Antissepsia pré-ordena..... 48

### CAPÍTULO III

- Figura 1-** Mapa do Ceará, com destaque ao município de Sobral, local de realização do experimento..... 65
- Figura 2** - Instalações (bairas individuais), usadas durante o experimento..... 66
- Figura 3** – Aferição da Frequência Respiratória, Temperatura Retal e Temperatura da Superfície da Pele..... 67

## LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

BaSeO<sub>4</sub> - Selenato de bário

BPA - Boas Práticas Agropecuárias

CCS - Contagem de Células Somáticas

CMT - *California Mastitis Test*

CTR - Carga Térmica Radiante

ECN - Estafilococos Coagulase-Negativos

FAEX - Fazenda Experimental

FR – Frequência Respiratória

H<sub>2</sub>Se - Seleneto de hidrogênio

IN 37 -Instrução Normativa número 37

ITGU - Índice de temperatura de globo negro e umidade

MS – Matéria Seca

Na<sub>2</sub>SeO<sub>3</sub> - Selenito de sódio

RNA - Ácido Ribonucleico

*S. aureus* - *Staphylococcus aureus*

Se - Selênio

SeCis - Selenocisteína

SeMet - Selenometionina

SeO<sub>4</sub><sup>2-</sup> - Selenato

SeO<sub>3</sub><sup>2-</sup> - Selenito

T<sub>3</sub> - Hormônio triiodotironina

T<sub>4</sub> - Hormônio tiroxina

TR – Temperatura Retal

TSP – Temperatura da Superfície da Pele

TP – Temperatura da Pele

## RESUMO GERAL

O objetivo desse estudo foi avaliar a influência da suplementação de selênio orgânico adicionado a dietas de cabras leiteiras criadas em ambiente quente e suas possíveis alterações na saúde da glândula mamária e indicadores do estresse térmico durante a lactação. Foram utilizadas 16 cabras mestiças de Saanen e Toggenburg lactantes, em delineamento inteiramente casualizados. As cabras foram distribuídas em dois tratamentos com e sem adição de selênio no concentrado. Durante o período experimental, os animais permaneceram em sistema semi-intensivo; onde, pela manhã se alimentavam de pastagem nativa disponível na Caatinga, 500g/animal/dia de concentrado padrão (manhã e tarde) e 500g/animal/dia de capim elefante e cana-de-açúcar, picado no cocho após a ordenha e água à vontade. Foram coletadas amostras do pasto nativo, volumoso fornecido no cocho e concentrado para avaliação da composição química-bromatológica da dieta e amostras de solo, para determinação de selênio. Foi realizada a coleta de sangue por venipunção da jugular com sistema de coleta a vácuo com heparina e EDTA, cinco dias após o parto e a cada 21 dias após o início da suplementação, para determinar os teores de selênio e hormônios tireoidianos no sangue. Foram coletadas amostras de leite a cada 20 dias de cada metade mamária, para determinação de contagem de células somáticas pelo método eletrônico, teor de cloretos, pH, condutividade elétrica, testes microbiológicos, composição e teores de selênio. As variáveis meteorológicas foram registradas semanalmente a cada 30 minutos. Nos mesmos dias foram aferidas as respostas fisiológicas de frequência respiratória, temperatura retal, temperatura da superfície e da pele, nos turnos da manhã e tarde. Para composição do leite, não houve diferença ( $P>0,05$ ) entre os tratamentos testados, e entre os tetos avaliados e coletas realizadas. Na terceira coleta para os testes de CCS, cloretos e pH observou-se diferença significativa ( $P<0,05$ ) entre os tratamentos. Para frequência respiratória foi observada diferença ( $P<0,01$ ) entre os tratamentos e turnos. Para temperatura retal foi observada diferença ( $P<0,01$ ) entre os turnos. A adição de selênio orgânico na dieta de cabras leiteiras após 60 dias de suplementação mostrou-se promissora na redução da contagem de células somáticas, com conseqüente melhoria da qualidade do leite. A adição de selênio orgânico na dieta de cabras leiteiras teve efeito benéfico nos parâmetros termorreguladores, frequência respiratória e temperatura da superfície da pele.

**Palavras-chave:** caprinos, estresse térmico, levedura selenizada



## GENERAL ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the influence of supplementation of organic selenium added to diets of dairy goats raised in warm environment and the possible changes in the health of the mammary gland and indicators of thermal stress during lactation. Sixteen goats crossbred Saanen and Toggenburg were used in a completely randomized design. Goats were distributed in two treatments with and without addition of selenium in the concentrate. During the experimental period, the animals remained in a semi-intensive system; in the morning, fed on the native pasture food available in the Caatinga, 500g/animal/day of standard concentrate (morning and afternoon) and 500g/animal/day of elephant grass and sugar cane, chopped in the trough after milking and water ad libitum. Samples were collected from the native grass, collected in the trough and concentrated for the chemical composition of the diet and determination of selenium. Blood samples were collected by venipuncture of the jugular with vacuum collection system tube with heparin and Edta, five days after delivery and every 21 days after starting supplementation, to determine the levels of selenium and thyroid hormones in the blood. Samples of milk were collected every 20 days of each teat to determine somatic cell counts by electronic method, chloride content, pH, electrical conductivity, microbiological tests, composition and selenium contents. The meteorological variables were recorded every 30 minutes. On the same day, were collected the physiological responses of respiratory rate, rectal temperature, surface and skin temperature, morning and afternoon. For the milk composition variables, there was no difference ( $P > 0.05$ ) among the treatments tested, teats and collects. In the third collection for the SCC tests, chlorides and pH there was difference ( $P < 0.05$ ) between the treatments. To the respiratory rate was observed difference ( $P < 0.01$ ) between treatments and shifts. To the rectal temperature was observed difference ( $P < 0.01$ ) between the shifts. The addition of organic selenium after 60 days of supplementation was shown to be promising in reducing the incidence of subclinical mastitis in dairy goats, reducing the somatic cell count, with consequent improvement in milk quality. The addition of organic selenium in the diet of lactating goats has a benefic effect on the thermoregulatory parameters, respiratory rate and surface temperature of the skin.

Keywords: goats, thermal stress, selenized yeast

## CONSIDERAÇÕES GERAIS

A caprinocultura leiteira atualmente se destaca em diferentes regiões do Brasil, em decorrência das exigências do mercado consumidor em relação à qualidade dos seus produtos, principalmente dos derivados. A nutrição, clima e sanidade do rebanho são fatores que podem afetar diretamente a produção e qualidade do leite caprino.

Para se obter bons resultados na produção, deve se levar em consideração a exigência nutricional dos animais, em particular o requerimento em minerais. O Selênio é um micromineral importante ao organismo, sendo um componente das selenoproteínas, que apresenta funções fundamentais ao crescimento, reprodução, atividade imunológica e prevenção de doenças (MCDOWELL, 2003). Funciona principalmente na neutralização de radicais livres, por meio da ação da glutathione peroxidase e do sistema tireodoxina redutase.

Há evidências de que a suplementação com vitamina E e selênio possam reduzir a incidência de mastite subclínica (SMITH; AKINBAMIJO, 2000). A mastite é uma das enfermidades de maior prevalência nos rebanhos leiteiros, e ocasiona perdas econômicas, por reduzir a produção e qualidade do leite, e aumentar as despesas com assistência veterinária e medicamentos, além da necessidade de descarte de animais (CONTRERAS et al., 2007). Sánchez et al. (2007), utilizando selenato de bário na suplementação de cabras leiteiras observaram redução na Contagem de Células Somáticas e incidência de mastite clínica.

O estresse térmico acarreta mudanças nas reações fisiológicas e desencadeia alterações agudas nas concentrações plasmáticas de hormônios tireoidianos e cortisol, que regulam processos envolvidos no desenvolvimento.

O Selênio apresenta papel importante na atividade dos hormônios tireoidianos por meio da selenoproteína 5' deiodinase, a qual converte o hormônio inativo tiroxina (T4) para Triiodotironina (T3) em condições de estresse térmico por frio (EBRAHIMI; TOWHIDI; NIKKAHAH, 2009). Porém, existem poucos trabalhos, sobre a relação do selênio nos processos de termorregulação.

Deste modo, o objetivo do presente estudo foi avaliar a influência da suplementação de selênio orgânico adicionado à dieta de cabras leiteiras criadas em região semiárida e suas possíveis alterações na saúde na glândula mamária e nos indicadores do estresse térmico durante a lactação.

A dissertação está organizada em três capítulos, sendo o capítulo I - Referencial teórico, o capítulo II: Incidência de mastite subclínica em cabras leiteiras suplementadas com selênio orgânico e o capítulo III - Indicadores fisiológicos da termorregulação de cabras leiteiras suplementadas com selênio orgânico criadas na região semiárida.

## **CAPÍTULO I**

### **REFERENCIAL TEÓRICO**

## **INTRODUÇÃO**

A produção de caprinos leiteiros no semiárido brasileiro é uma atividade com relação direta no desenvolvimento regional (PEIXOTO et al., 2010). Porém, enfrenta problemas de caráter sanitário, que a mastite, inflamação da glândula mamária causada por micro-organismos, muitas vezes proveniente de processos inadequados de ordenha, como má higiene do ordenhador ou dos utensílios utilizados no processo, é uma das enfermidades responsáveis pela redução da produção de leite (SILVA et al., 2001).

Com os problemas relacionados às oscilações climáticas no semiárido, faz-se necessário que em períodos de estiagem, os caprinos da região recebam uma suplementação alimentar e ajustes na dieta com o fornecimento de microminerais para que possa suprir suas necessidades nutricionais. Atualmente, as pesquisas em nutrição têm buscado determinar as exigências em minerais e seus efeitos sobre a resposta imune.

Um dos microminerais que pode ser usado para a suplementação de ruminantes é o selênio orgânico, que é um complexo de moléculas orgânicas, seleniometionina (SeMet) e seleniocisteína (SeCis), e as formas inorgânicas selenito e selenato. Estudos mostram que a forma orgânica de Selênio é mais eficiente em aumentar a concentração do mineral no leite e sangue que a forma inorgânica, devido estar em uma forma biodisponível (PRAUCHNER, 2014).

Segundo Weiss (2003), avaliando a suplementação com Selênio em dietas com deficiência desse mineral para vacas leiteiras, encontrou redução na incidência e na gravidade dos casos de mastite e Contagem de Células Somáticas (CCS). Entretanto, os estudos da utilização de selênio em cabras leiteiras ainda são escassos.

### **1. SELÊNIO**

O selênio (Se) é um micromineral essencial para seres humanos e animais, possuindo papel importante na sanidade, reprodução, produção e qualidade dos alimentos de origem animal (PRAUCHNER, 2014). O Se foi identificado como importante no metabolismo, com a descoberta da sua capacidade de impedir algumas doenças causadas por deficiência de vitamina E em animais de laboratório, como a degeneração de fígado de ratos deficientes em vitaminas (SCHWARZ; FOLTZ, 1957).

O Se está envolvido no sistema antioxidante, pois é um componente da enzima glutathione peroxidase que metaboliza hidroperóxidos e serve como centro

reduzidor principalmente na neutralização de radicais livres, protegendo assim contra o estresse oxidativo (COMBS; COMBS, 1984).

O Se é incorporado na cadeia alimentar através da sua extração do solo pelas plantas, por intermédio dos micro-organismos, que translocam o microelemento e depositam no tecido vegetal, que é inserido na alimentação animal e que, posteriormente, entra na dieta humana (PRAUCHNER, 2014).

A concentração de Se contido nas plantas e alimentos para preparo de rações podem sofrer variações de acordo com a disponibilidade biológica e concentração do mineral no solo (COMBS; COMBS, 1984). O Se encontrado no solo pode variar entre 0,01 a 2 mg/kg (ROSENFELD; BEATH, 1964). Porém, sua distribuição na superfície terrestre é desuniforme, sendo que sua concentração no solo pode variar dentro de uma mesma fazenda (MCDOWELL et al., 2003).

O Se presente no solo pode ser incorporado aos micro-organismos na forma de selenoproteínas, auxiliando na retenção de micronutrientes, porém, esse processo pode afetar a fração de selênio que é absorvida pelas plantas (STOLZ; OREMLAND, 1999). O Se não exerce função fisiológica nas plantas, o micromineral é armazenado após ser extraído do solo (GIERUS, 2007). As folhas de plantas forrageiras possuem aproximadamente 1,5 a 2 vezes mais selênio do que em seu caule (GUPTA, 1991). Entretanto, solos ricos em Se, a sua concentração é maior nas sementes, demonstrando a potencialidade do micromineral de se acumular em grãos (HARADA; SHINOHARA; SATO, 1989).

O consumo de Se é promissor em pesquisas relacionadas à redução de doenças em seres humanos, como o câncer (KAKIZOE, 2003). Há evidências que assimilam o baixo consumo de selênio a doenças cardiovasculares, neurodegenerativas, função tireoidiana e pancreatite (SHAMBERGER; FROST, 1969). Sarmiento (2009), em seus estudos observou que existe correlação ao aumento no consumo de Se no tratamento de pacientes portadores dos vírus da hepatite A, B e AIDS. Em animais a falta de proteção por antioxidante celular causado por deficiências alimentares de Se e vitamina E, causa redução na resistência a doenças, mortalidade perinatal, atraso no crescimento e alterações na reprodução (UNDERWOOD; SUTTLE, 1999).

Os ruminantes tem menor capacidade de absorção de selênio (54%) do que monogástricos (80%), pois o ambiente ruminal favorece a sua redução pelos micro-organismos (ORTOLANI et al., 2001). Os níveis de deficiência e toxidez de selênio são considerados muito estreitos, uma vez que valores abaixo de 0,1 mg/kg de MS da dieta

são considerados deficientes, e maiores que 2 mg/kg de MS podem ser tóxicos. Porém, em ruminantes, a atuação dos micro-organismos ruminais influencia na forma com que o micromineral é absorvido, reduzindo o risco de intoxicação (CRISTALDI et al., 2005).

As fontes de selênio podem ser incorporadas nas dietas de ruminantes, na forma orgânica, como selenometionina (SeMet) e selenocisteína (SeCis), proveniente de alimentos vegetais ou leveduras selenizadas, ou na forma inorgânica como selenato ( $\text{SeO}_4^{2-}$ ) e selenito ( $\text{SeO}_3^{2-}$ ) (COMBS; COMBS, 1984).

Na sua forma inorgânica, o selenito para ser absorvido é reduzido a seleneto e transferido ao plasma para ser transportado ao fígado, onde o selenato é incorporado pelos hepatócitos sendo transportado pela corrente sanguínea da mesma forma que o fosfato (GIERUS, 2007). Enquanto, na forma orgânica a SeMet, forma de armazenamento, é transformada em SeCis, forma que pode ser utilizada pelo organismo. Essa transformação ocorre no fígado pela rota de transselenação, para ser metabolizada pelos animais como aminoácidos (COMBS, 2001). A excreção do excedente de selênio ocorre após a transformação em formas metiladas de trimetilselenônio ou selenoaçúcares, que são formas menos tóxicas ao meio ambiente (FRANCESCONI; PANNIER, 2004).

Há vários fatores como alimentação, clima e sanidade que interferem na produção animal. A formação de radicais livres acarreta no surgimento de algumas doenças e, como consequência, ocorre uma queda na produtividade dos animais (SURAI; SPARKS, 2001).

Reações oxidativas ocorrem fisiologicamente no organismo, porém, essas reações são compensadas pela ação de antioxidantes, que evitam lesões em outras células ocasionadas por radicais livres. O desequilíbrio entre a formação de radicais livres e a ação de antioxidantes é chamado de estresse oxidativo. Durante a ação do sistema imune para combater uma inflamação ocorre à produção de metabólitos de oxigênio que destroem os patógenos juntamente com células sadias do tecido infectado (SORDILLO; SHAFER-WEAVER; DEROSA, 1997). Participam do mecanismo de defesa antioxidante, algumas enzimas como, a glutatona peroxidase (SURAI; SPARKS, 2001). Por ser o selênio um componente desta enzima, Paschoal et al. (2007), avaliando a estabilidade oxidativa do leite de vaca alimentadas com soja extrusada e selênio orgânico, relacionaram deficiência de selênio com maiores infecções intrauterinas e da glândula mamária.

## **2. GLÂNDULA MAMÁRIA**

As glândulas mamárias são glândulas sudoríparas modificadas secretoras e responsáveis pela síntese do leite, a partir dos nutrientes provenientes da corrente sanguínea (GONZÁLEZ; DÜRR; FONTANELI, 2001).

Em cabras o sistema mamário consiste em duas glândulas, constituídas por alvéolos, responsáveis por secretar o leite, que é drenado para a cisterna da glândula mamária por meio dos ductos e posteriormente para a cisterna do teto até o canal que termina no orifício do teto. O úbere é dividido em duas metades distintas nutridas e irrigado por veias, artérias e nervos separadamente (ARAGÃO; MATOS; SALLUM, 2011).

O crescimento da glândula mamária se inicia durante o desenvolvimento fetal, e no ciclo estral, é estimulada por hormônios, ocorrendo seu desenvolvimento e ramificações de seus ductos e sistemas alveolares e, somente durante a primeira gestação atinge sua capacidade funcional, o seu crescimento é determinante na capacidade de produção de leite (GETTY, 1986). Em cabras cerca de 70% do leite se encontra na cisterna do teto, ao contrário das vacas, tornando as cabras menos dependente de ocitocina para liberação do leite (ARAGÃO; MATOS; SALLUM, 2011).

A secreção do leite de vaca é do tipo merócrina, eliminando somente o leite e deixando as células intactas; enquanto em cabras é do tipo apócrina, na qual, durante o processo de excreção do leite ocorre uma maior eliminação de células de descamação, que possuem tamanho semelhante ao dos leucócitos, liberados durante o processo inflamatório, que pode ser confundida com células somáticas (PERRIN; BAUDRY, 1993). Diante disso, os testes para detecção de mastite que tem como base a contagem de células somáticas, devem ser utilizados com cautela para cabras, sendo dentre esses métodos, o microscópico o mais confiável, porém laborioso (SILANIKOVE; MERIN; LEITNER, 2014).

## **3. MASTITE CAPRINA**

A mastite é uma inflamação da glândula mamária, ocasionada por microorganismos, que causam alterações na composição, uma vez que, aumentam os componentes sanguíneos e reduzem os componentes normais do leite, ocasionando decréscimo na produção (RADOSTITS et al., 2002). Dependendo do grau da enfermidade pode ser classificada em clínica, sendo detectada facilmente, pois provocará aumento da temperatura e edema na glândula mamária, com formação de



grumos no leite; e subclínica, sendo necessário para sua detecção testes laboratoriais específicos (MENDONÇA et al., 1999).

Segundo Fasulkov et al. (2015), a mastite caprina na forma clínica é ocasionada principalmente por *Staphylococcus aureus* e na forma subclínica por estafilococos coagulase-negativos (ECN). Contreras et al. (2007), observaram maior frequência de isolamento de espécies coagulase-negativos principalmente na forma subclínica da mastite, causando elevação no número de células somáticas e redução da produção de leite.

Porém, *S. aureus* é considerado o agente mais prejudicial à glândula mamária em ambas as formas de infecção, ocasionando casos mais severos de mastite (MAISI; RIIPINEN, 1991). Por ser um micro-organismo resistente a antibióticos, que consegue se multiplicar em altas temperaturas, é um problema de saúde pública, pois produz toxinas na glândula mamária que são liberadas no leite, e que permanecem mesmo após tratamentos térmicos (CONTRERAS et al., 2007).

Quando o agente patogênico penetra na cisterna da glândula mamária e o sistema de defesa inato não consegue combater, o sistema imune adquirido é acionado (SORDILO; STREICHER, 2002). Ocorre uma vasodilatação e os leucócitos vão em direção ao local lesionado, os neutrófilos chegam até inflamação e fagocitam os patógenos (PACHECO; CARDOSA, 2007). Durante o processo inflamatório os patógenos se utilizam de nutrientes do leite e liberam toxinas, enterotoxinas, que causam danos estruturais na glândula mamária (PAAPE et al., 2007). Segundo Fagundes e Oliveira (2004), as toxinas liberadas no leite por meio da infecção causada por *S. aureus* é implicação para a saúde pública, pois a sua resistência a processos térmicos de tratamento do leite, pode ocasionar quadros de intoxicação alimentar em humanos que consumirem esse leite.

Para o diagnóstico da doença em um rebanho são realizados testes a campo ou em laboratório, em que, a contagem de células somáticas é o método mais utilizado para avaliar a saúde da glândula mamária, pois o mecanismo de defesa da glândula mamária durante o processo inflamatório aumenta. A quantidade dessas células no leite, que são constituídas de aproximadamente 75 a 98% de leucócitos e 2 a 25% de células epiteliais, provenientes da descamação do epitélio da glândula mamária (RIBAS, 2001). Entretanto, em cabras, fisiologicamente há uma maior liberação de células de descamação durante a excreção do leite, o que torna os testes de diagnóstico como CMT

e CCS pelo método eletrônico para cabras não confiáveis (SILANIKOVE; MERIN; LEITNER, 2014).

Método indireto de diagnóstico como o *California Mastitis Test* (CMT), que se dá pela utilização de uma solução reagente de detergente aniônico neutro com indicativo de pH, que quando entra em contato com a mesma quantidade de leite, rompe a membrana dos leucócitos, e reage com o nucleico de DNA e altera a viscosidade, dando o resultado positivo ou negativo (LEWTER et al., 1984). Langoni et al. (2012), sugerem que o CMT seja utilizado para caprinos como teste de triagem no diagnóstico de mastite subclínica tornando necessário ser realizado em associação ao isolamento microbiológico.

A determinação da CCS pelo método direto se dá pelo método eletrônico e microscópico. No método eletrônico a técnica rápida, ocorre pelo método de citometria de fluxo, que se baseia na contagem do DNA das células coradas por produtos químicos e irradiado com raio laser (RICHTER et al., 2013). Enquanto na contagem microscópica, é um método direto laborioso, porém é preciso, que usam corantes específico, sendo considerado o teste confirmativo para diagnóstico de mastite subclínica caprina, pois torna possível a diferenciação entre as células somáticas e os corpúsculos citoplasmáticos depositados no leite (ZENG et al., 1999).

Existem questionamentos em relação ao método eletrônico quando comparados ao método microscópico. Moura (2016), em seus estudos avaliando os testes de diagnósticos para mastite subclínica em cabras, obteve correlação positiva entre os dois métodos. Segundo Arcuri et al. (2004), em seus estudos comparando o método eletrônico a microscopia, concluiu-se que o método eletrônico poderá ser utilizado para determinar a CCS para cabras desde que as amostras sejam conservadas com Bronopol®, dentro dos limites de 24.000 a 2.549.000 CS/mL de leite.

O valor de CCS para leite de cabra não é especificado de acordo com a Instrução Normativa nº 37 de 31/10/2000 do Ministério, da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) (BRASIL, 2000). É considerado normal um aumento no número de células somáticas no final da lactação, mesmo sem infecção intramamária, pois nesse período há uma maior descamação do tecido epitelial da glândula mamária (ZENG, 1996). O leite de cabra sem infecção intramamária pode variar entre 50.000 a 400.000 células/mL (Paape; Capuco 1997). Segundo Radostits et al. (2002), o limite de CCS para leite de cabra sem infecção intramamária é de 800.000 células/mL.

A contagem de células somáticas permite que se avalie a qualidade do leite. Segundo Leitner et al. (2008), leite de cabra com CCS inferior a 800.000 células/mL possui alta qualidade, inferior a 1.500.000 células/mL é de média qualidade e acima de desse mesmo valor de baixa qualidade, e quando inferior a 400.000 células/mL, caracteriza-se como um leite sem infecção intramamária.

O teste para detecção do teor de cloretos é um método rápido para diagnóstico de mastite subclínica, pois o cloreto é um dos íons presentes na corrente sanguínea, quando a glândula mamária é acometida por mastite. Há aumento da permeabilidade dos vasos sanguíneos, possibilitando que a taxa de passagem de cloretos seja maior (BARCELLOS; SILVA; MARQUES JÚNIOR, 1987). Lima Júnior, Vianni e Nader Filho. (1994), verificaram valores médios de cloretos de 0,204 mg/100 mL em leite de cabras acometidas por mastite. O que se assemelha ao considerado por Barcellos, Silva e Marques Júnior (1987) que consideram valores de cloretos acima de 0,2 mg/100 mL indicativo de mastite subclínica.

O pH do leite fresco fica em torno de 6,6 a 6,8. Porém, quando o animal é acometido por mastite os íons de cloretos aumentam a permeabilidade, elevando o pH (CALLEFE; LANGONI, 2015).

Outro teste comumente utilizado para identificação de mastite subclínica é o de condutividade elétrica (CE), que mede a capacidade de corrente elétrica de uma solução (NORBERG, 2004). O leite de cabra normal pode variar entre 4,9 a 13,9 mS/cm a 25°C (LE MENS, 1991). Com a inflamação da glândula mamária ocorre à destruição do bombeamento iônico e aumento nas concentrações de íons  $\text{Na}^+$  e  $\text{Cl}^-$  e  $\text{K}^+$  na composição do leite (FOSGATE et al., 2013).

O teste para avaliação da saúde da glândula mamária de cabras considerado mais eficiente é o teste microbiológico, pois com ele pode se identificar o micro-organismo presente e assim, detectar vias e fontes de transmissão (LANGE et al., 1999). Segundo Contreras et al. (2007), a análise microbiológica é o melhor teste para diagnóstico de mastite subclínica caprina, pois não há o confundimento existente nos testes de CCS, pois a presença de determinados micro-organismos no leite é um indicativo de infecção da glândula mamária.

Paschoal (2003) já iniciou estudo com vacas avaliando o do selênio e vitamina E na saúde da glândula mamária e incidência de mastite, porém esses estudos são muito escassos no Brasil, principalmente com caprinos leiteiros. Os agentes antioxidantes como é o caso da enzima glutathione peroxidase, conseguem impedir o

acúmulo de espécies radioativas de oxigênio na célula, reduzindo os danos nas células de defesa da glândula mamária (PAAPE et al., 2007).

Sánchez et al. (2007), suplementado cabras leiteiras com selenato de bário observaram a redução na CCS e incidência de mastite; assim como Maus et al. (1980) em seus primeiros estudos sobre o efeito do selênio na mastite em vacas, observaram que o aumento na concentração de selênio no sangue reduziu a incidência de mastite e CCS.

#### **4. INDICADORES DE TERMORREGULAÇÃO DE CABRAS LEITEIRAS CRIADAS EM REGIÃO TROPICAL**

Os caprinos possuem capacidade adaptativa a regiões do semiárido brasileiro, caracterizado por possuir altas temperaturas e incidência de radiação solar durante quase todos os meses do ano, além de longos períodos de escassez de água e de alimentos (SOUSA JÚNIOR et al., 2008). São animais homeotérmicos, capazes de manter a temperatura corporal normal mesmo com variação de temperaturas ambientais, que reagem alterando a produtividade e comportamento, além de sofrerem mudanças fisiológicas em busca do seu conforto térmico (ROBERTO et al., 2010).

No intuito de melhorar a produtividade dos rebanhos regionais introduziu-se raças especializadas em produção de leite proveniente de clima temperado, para realizar o cruzamento com animais nativos e melhorar as características produtivas, obtendo animais mais adaptados a altas temperaturas (FAÇANHA et al., 2012). Por muito tempo foi atribuído os problemas na produção em clima tropical a deficiência alimentar e a incapacidade dos produtores em absorver novas tecnologias empregadas em clima temperado; porém, atualmente fatores que tem sido considerado são o clima e a adaptabilidade dos animais (FAÇANHA et al., 2013). Sendo, uma característica importante na seleção de animais de produção criados em ambiente tropical, e tolerância ao calor (COSTA et al., 2015).

O calor excessivo é um dos principais fatores de estresse em animais, refletindo diretamente na produção do animal, tendo efeitos significativos no seu crescimento e desenvolvimento, reprodução, ingestão de alimentos e produção (SALAMA et al., 2014). Quando os animais são submetidos a variações ambientais fora da sua faixa de conforto térmico apresentam crescimento retardado, falta de apetite, perda de peso e sistema imunológico comprometido (COSTA et al., 2015).

#### **4.1 Variáveis ambientais**

Na busca de uma maior eficiência na produção deve se levar em consideração a interação que a temperatura ambiental exerce sobre o animal. Sendo necessário o conhecimento sobre as variáveis ambientais, pois, são determinantes sobre as respostas fisiológicas e comportamentais dos animais de produção (SOUZA et al., 2013).

A alta temperatura ambiente e umidade reduz a capacidade dos animais de dissipar calor, aumentando assim a temperatura corporal (SALAMA et al., 2014). Conforme ocorre o aumento da temperatura ambiente, reduz-se a perda de calor sensível, devido à redução do gradiente entre a temperatura da pele do animal e a temperatura do ambiente (COSTA et al., 2015).

Em situações de estresse por calor, a temperatura ambiente é maior do que a temperatura da pele do animal, fazendo com que ganhem calor por convecção e radiação, sendo, nesse caso a evaporação de forma cutânea e respiratória as mais eficiente. Porém, quando a temperatura excede a temperatura crítica superior, o animal não consegue manter sua temperatura corporal, comprometendo suas funções fisiológicas (SALAMA et al., 2014). Appleman e Delouche (1958) consideram como limite de temperatura ambiente para cabras entre 35 a 40°C.

A umidade relativa do ar é uma variável importante para a termorregulação, pois em ambientes quentes e com alta umidade, a evaporação ocorre de forma mais lenta, reduzindo a perda de calor (MEDEIROS et al., 2015).

Para avaliar a adaptabilidade são utilizados alguns índices, sendo, um desses índices de conforto térmico animal mais utilizado o índice de temperatura do globo negro e umidade (ITGU), que leva em consideração a temperatura do globo negro e a temperatura do ponto de orvalho. Morais et al. (2008), afirmam que elevados valores de ITGU promovem desconforto térmico nos animais.

Segundo Barbosa e Silva (1995), valores de ITGU abaixo de 70 é considerado confortável, entre 71 a 78 se considera uma condição crítica, entre 79 a 83 condiz com situação de perigo e acima de 83 em condição de emergência ao animal. Façanha et al. (2012), avaliando a termorregulação de cabras leiteiras, encontraram média de ITGU de 89,86; sendo elevado, pois é a temperatura associada a umidade, promovendo nessas circunstâncias um ambiente fora da zona de conforto de animais menos adaptados ao clima tropical.

Outro índice de conforto térmico muito importante é a Carga térmica radiante (CTR), que é a quantidade de energia que o animal troca com o ambiente. Alguns fatores podem influenciar a redução da CTR, como altura e telhado adequada, entre outros fatores relacionados à instalação (TAKAHASHI et al., 2009). Façanha et al. (2012), trabalhando com características de termorregulação de cabras na região tropical, encontraram em seus estudos média de CTR de 767,38, em que os animais desses estudo necessitaram recorrer a ajustes fisiológicos de termorregulação em busca do seu equilíbrio térmico.

Quando há um desequilíbrio entre o ganho e perda de energia térmica, o calor gerado metabolicamente passa a ser acumulado. Para reverter essa situação, o animal reduz o seu metabolismo restringindo a energia que seria gasta para produção (AIURA; AIURA; SILVA, 2010).

Portanto, para selecionar animais mais adaptados a determinados ambientes, é necessário avaliar variáveis ambientais em conjunto com testes fisiológicos como temperatura corporal, frequência respiratória, perfil hormonal, bioquímico e hematológico, além de avaliação das suas funções produtivas (FAÇANHA et al., 2013).

#### **4.2 Indicadores fisiológicos**

A adoção de mecanismos termorreguladores, no intuito de manter a homeotermia, pode apresentar efeitos negativos sobre a reprodução e a produção (FAÇANHA et al., 2012). Dentre os fatores fisiológicos, os parâmetros que mais indicam o grau de tolerância do animal ao ambiente são a frequência respiratória e a temperatura retal, pois são mecanismos mais comuns de troca de calor entre o animal e o ambiente (MCMANUS et al., 2011).

A temperatura retal (TR), juntamente com a frequência respiratória (FR), são os meios que investigam as respostas fisiológicas do animal quando as condições externas são adversas para o seu metabolismo (NEVES et al., 2009). Fora da condição de conforto o animal utiliza mecanismo de termólise, e quando esses mecanismos não suficientes a TR aumenta levando o animal a hipertermia (MARAI et al., 2007). Os caprinos têm um menor aumento da temperatura retal em relação aos ovinos o que torna a espécie com maior adaptação a ambientes com altas temperaturas (SOUSA JÚNIOR et al., 2008).

Segundo Medeiros et al. (2007), a temperatura retal normal para cabras leiteiras é de 39°C. A temperatura corporal não pode ser utilizado para avaliar a

adaptabilidade sozinho, pois os animais criados em clima quente utilizam-se de mecanismos fisiológicos para evitar a perda de água, acumulando assim calor nas horas mais quentes do dia, evitando a utilização de termólise evaporativa (FAÇANHA et al., 2013).

Segunda Dalcin (2013), o mecanismo de dissipação de calor mais eficiente é o evaporativo. Sendo assim, o aumento da frequência respiratória pode impedir um desconforto térmico. Segundo Dukes e Swenson (1996), a frequência respiratória normal para caprinos pode variar entre 20 a 34 movimentos/minuto, sendo que esses valores podem ser afetados pela temperatura ambiente e ingestão de alimentos. Hamzaoui et al. (2013), utilizando cabras em câmaras climáticas sob condições termoneutras, obtiveram frequência respiratória de 48 movimentos/minuto.

Durante o estresse por calor ocorre aumento da frequência respiratória, por esta razão cerca de 60% da perda de calor total se dá pela via respiratória (MARAI et al., 2007).

Entretanto quando esse mecanismo é utilizado por tempo prolongado causa diminuição da pressão parcial de CO<sub>2</sub> no sangue, conseqüentemente ocorrerá diminuição da concentração de ácido carbônico, resultando em alcalose respiratória podendo levar o animal a óbito (BENJAMIN, 1981).

O pelame protege o animal, mantendo as suas temperaturas internas estáveis, para que consiga eliminar o calor interno e não permita a entrada de energia térmica externa (SOUZA, 2013). A temperatura da superfície da pele pode variar independente da temperatura retal, pois está relacionada com a vascularização da pele e depende principalmente de fatores externos como umidade, temperatura do ar e radiação solar (ROBERTO et al., 2010). No período seco, na região semiárida, os níveis de energia solar e radiação são maiores e sua absorção pela superfície da pele causa aumento da temperatura (COSTA et al., 2015).

A perda de calor cutânea por exposição a altas temperaturas têm mais importância aos caprinos que em bovinos, devido ao seu tamanho ser menor e possuir uma maior área de superfície em relação à massa do corpo (MEDEIROS et al. 2007). Quando a temperatura excede 30°C, a evaporação cutânea é responsável por cerca de 80% da perda de calor latente (SILVA et al., 2010).

Segundo Silanikove (2000), o estresse calórico atua no hipotálamo estimulando a saciedade e inibindo a fome, o que induz o animal a reduzir o consumo de alimento. Neste sentido, o NRC (2007) descreve que, em condições de estresse

calórico há uma queda no consumo de matéria seca (MS) de até 55%, quando comparado ao consumo em temperaturas dentro da zona de conforto, aumentando com isso de 7 a 25% as exigências de manutenção. Além disso, tal estresse eleva a produção de radicais livres no organismo, comprometendo o sistema imune do animal, que leva ao aumento na ocorrência de mastites, contagem de células somáticas (ROUSSEL, 1969).

O estresse térmico, além de acarretar mudanças nas reações fisiológicas e comportamentais, também desencadeia alterações agudas e crônicas nas concentrações plasmáticas de cortisol e hormônios tireoidianos, triiodotironina ( $T_3$ ) e tiroxina ( $T_4$ ). Esses hormônios regulam uma variedade de processos envolvidos no desenvolvimento, diferenciação, crescimento, reprodução e adaptação às mudanças no meio ambiente (ARCARO, 2005).

O hipotálamo durante o estresse térmico recebe informação do sistema nervoso periférico que vai para o sistema nervoso central, fazendo com que controle as alterações hormonais, a fim de manter a homeotermia (SALAMA et al., 2014).

A glândula tireóide é responsável pela secreção de hormônios  $T_3$  e  $T_4$ , que possui atividade calorigênica, estimulam o consumo de oxigênio pelas células, afetando os metabolismos de carboidratos, proteínas e lipídeos para controlar a termogênese, durante o estresse por calor, a atividade do eixo hipotálamo-hipófise-tireóide é reduzido para assim reduzir as taxas metabólicas diminuindo o ganho de calor, no entanto reduz o crescimento e produção de leite (FAÇANHA et al., 2013).

Todini (2007) observou uma maior concentração de  $T_3$  em caprinos alimentados com dietas energéticas, afirmando que hormônios tireoidianos apresentam índices metabólicos importantes. Helal et al. (2010), trabalhando com cabras no deserto observaram, que quando expostas ao estresse térmico reduzem as concentrações de  $T_3$  e  $T_4$ . Com a redução dos níveis de hormônios tireoidianos no período seco, reduz as taxas metabólicas, e como forma de manter essas taxas ocorre a conversão de  $T_4$  em  $T_3$  (MORAIS et al., 2008).

O Se tem importante papel na atividade dos hormônios tireoidianos por meio da selenoproteína 5' deiodinase, a qual converte o hormônio inativo tiroxina ( $T_4$ ) para Triiodotironina ( $T_3$ ). Ebrahimi, Towhidi e Nikkahah. (2009) avaliando o efeito do selênio orgânico na termorregulação de bezerros, observou a eficiência do selênio na conversão de  $T_4$  em  $T_3$  em condições de estresse térmico por frio, o que pode amenizar a redução nas taxas metabólicas.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AIURA, A. L. O., AIURA, F. S., SILVA, R. G. Características do pelame de cabras saanen e pardo alpina criadas em ambiente tropical. **Archivos de Zootecnia**, v. 59, n. 228, p. 609-612, 2010.
- APPLEMAN, R. D.; DELOUCHE, J. C. Behavioral, physiological and bio- chemical responses of goats to temperature 0 to 40 °C. **Journal of Animal Science**, v.17, n. 3, p. 326–335, 1958.
- ARAGÃO, I. M., MATOS, R. S., SALLUM, W. B. **Manual de criação de Caprinos e Ovinos**. In: CODEVASP, Brasília-DF, 138 p, 2011.
- ARCARO, J. R. P. **Efeitos do sistema de resfriamento adiabático evaporativo em free-stall sobre a produção, a fisiologia comportamento e ocorrência de mastite em lactação**. 2005. 123f. Tese doutorado (Nutrição Animal) - Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.
- ARCURI, E. F. et al. Emprego do Somacount 300, calibrado com leite de vaca, na contagem de células somáticas no leite de cabra. **Ciência Rural**, v. 34, n. 5, p.1497-1500, 2004.
- BARBOSA, O. R.; SILVA, R. G. da. Índice de conforto térmico. **Boletim de Indústria Animal**, v.52, n.1, p.29-35, 1995.
- BARCELLOS, T. F. S.; SILVA, N.; MARQUES JÚNIOR, A. P. Mastite caprina em rebanhos próximos à Belo Horizonte – Minas Gerais. I – Etiologia e sensibilidade a antibióticos, II – Métodos de diagnóstico. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.39, p. 307-315, 1987.
- BENJAMIN, M. M. **Fluid and electroelectrolytes**. Outline of veterinary clinical pathology. Ames: Iowa State University, 213p, 1981.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Instrução Normativa nº 37, de 31 de outubro de 2000. Aprova o regulamento técnico de identidade e qualidade de leite de cabra. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, 8 nov. 2000. Seção 1, p.23.
- CALLEFE, J. L. R.; LANGONI, H. Qualidade do leite: uma meta a ser atingida. **Veterinária e Zootecnia**, v. 2, n. 22, p.151-162, 2015.
- COMBS JÚNIOR, G. F., COMBS S. B. **The nutritional biochemistry of selenium**. v. 4, Annual Review of Nutrition p.257-80, 1984.
- COMBS JÚNIOR, G. F. Selenium in global food systems. **British Journal of Nutrition**, v.85, n. 5, p.517-547, 2001.
- CONTRERAS, A. et al. Mastitis in small ruminants. **Small Ruminant Research**, v. 68, n. 1-2, p. 145–153, 2007.
- COSTA, W. P. et al. Thermoregulatory responses and blood parameters of locally adapted ewes under natural weather conditions of Brazilian semiarid region. **Ciências Agrárias**, v. 36, n. 6, p. 4589-4600, 2015.
- CRISTALDI, L.A. et al. Tolerance of inorganic selenium in wether sheep. **Small Ruminant Research**, v.56, n. 1-3, p. 205-213, 2005.

- DALCIN, V. C. **Parâmetros Fisiológicos em Bovinos Leiteiros Submetidos ao Estresse Térmico**. Disponível em: < <http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/89729> > Acesso em: 21 de Jun. 2016.
- DUKES, H. H.; SWENSON, H.J. **Fisiologia dos animais Domésticos**. ed. 11. Guanabara Koogan: Rio de Janeiro, p. 856, 1996.
- EBRAHIMI, M.; TOWHIDI, A.; NIKKAHAH, A. Effect of organic selenium (Sel-Plex) on thermometabolism, blood chemical composition and weight gain in Holstein suckling calves. *Asian/Aust. Journal of Animal Science.*, v.22, n.7, p.984-922, 2009.
- FAÇANHA, D. A. E. et al. Características termorreguladoras e desempenho de cabras leiteiras no terço inicial da lactação em clima tropical. **Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias**, v. 111, n.583-584, p.151-156, 2012.
- FAÇANHA, D. A. E. et al. Tendências metodológicas para avaliação da adaptabilidade ao ambiente tropical. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**. v.14, n.1, p.91-103, 2013.
- FAGUNDES, H.; OLIVEIRA, C.A.F. Infecções intramamárias causadas por *Staphylococcus aureus* e suas implicações em saúde pública. **Ciência Rural**, v.34, n.4, p.1315-1320, 2004.
- FASULKOV, I. et al. Ultrasound and histopathological investigations of experimentally induced *Estafilococos aureus* mastitis in goats. **Small Ruminant Research**, v. 129, n. 1, p.114-120, 2015.
- FOSGATE, G.T. et al. Sensitivity and specificity of a hand-held milk electrical conductivity meter compared to the California mastitis test for mastitis in dairy cattle. **The Veterinary Journal**, v. 196, n. 1, p.98-102, 2013.
- FRANCESCONI, K. A.; PANNIER, F. Selenium metabolites in urine: a critical overview of past work and current status. **Clinical Chemistry**, v. 50, n.12, p. 2240-2253, 2004.
- GETTY, R.; SISSON/ GOSSMAN **Anatomia dos Animais Domésticos**. 5ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. 2048p. 1986.
- GIERUS, M. Fontes orgânicas e inorgânicas de Selênio na nutrição de vacas leiteiras: digestão, absorção, metabolismo e exigências. **Ciência Rural**, v.37, n.4, p. 1212-1220, 2007.
- GONZÁLEZ, F.H.D.; DÜRR, J.W.; FONTANELI, R.S. **Uso do leite para monitorar a nutrição e o metabolismo de vacas leiteiras**. Porto Alegre: UFGRS, p. 44-57, 2001.
- GUPTA, U.C. Boron, molybdenum and selenium status in different plant parts in forage legumes and vegetable crops. **Journal of Pant Nutrition**, v. 14, n. 6, p. 613-621, 1991.
- HAMZAOUI, S. et al. Physiological responses and lactational performances of late-lactation dairy goats under heat stress conditions. **Journal of Dairy Science**, v. 96, n. 10, p. 6355–6365, 2013.
- HARADA, I.; SHINOHARA, I.; SATO, S. The absorption characteristics of selenious acid applied to corn (*Zea mays* L.). **Journal Rakuno Gakuen University**, v. 14, n.1, p. 49-55, 1989.

- HELAL, A. et al. Effect of heat stress on coat characteristics and physiological responses of Balady and Damascus goats in Sinai, Egypt. **American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Science**, v.7, n.1, p.60-69, 2010.
- LANGE, C. et al. Molecular subtyping of *Staphylococcus aureus* isolates from cases of bovine mastitis in Brazil. **Veterinary Microbiology**, v.67, n.2, p.127-141, 1999.
- LANGONI, H. et al. Aspectos microbiológicos e citológicos do leite na mastite caprina subclínica. **Veterinária e Zootecnia.**, v.19, n.1, p.115-122, 2012.
- LEITNER, G. et al. Estimate of milk and curd yield loss of sheep and goats with intramammary infection and its relation to somatic cell count. **Small Ruminant Research**, v. 74, n. 1-3, p.221-225, 2008.
- LE MENS, P. Propriedades físico-químicas, nutricionais y químicas. In: LUQUET, F.M.; KEILLING, J.; WILDE, R. **Leche y Productos lácteos: vaca, oveja y cabra**. Zaragoza: Acribia, p.343-359, 1991.
- LEWTER, M.M. et al. Mastitis in goat. **Compendium of Continuing Education in Veterinary**, v.6, n.7, p.417-425, 1984.
- LIMA JÚNIOR, A. D.; VIANNI, M. C. E.; NADER FILHO, A. Estudo comparativo entre algumas características físico-químicas, celulares e bacteriológicas de leite de cabras reagentes e negativas ao *California Mastitis Tests*. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 46, n. 3, p. 290-300,1994.
- KAKIZOE, T. Chemoprevention of Cancer – Focusing on Clinical Trials. **Japanese Journal Clinical Oncology**, v.33, n.9, p. 9421–442, 2003.
- MAISI, P.; RIIPINEN, I. Pathogenicity of different species of staphylococci in caprine udder. **The British Veterinary Journal**, v.147, n.2, p.126-132, 1991.
- MARAI, I. F. M. et al. Physiological traits as affected by heat stress in sheep - A review. **Small Ruminant Research**, v. 61, n. 1-3, p. 1-12, 2007.
- MAUS, R.W. et al. Relationship of dietary selenium in plasma and milk from dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.63, n. 4, p.532-537, 1980.
- MCDOWELL, L.R. **Minerías in animal and human nutrition**. Netherlands: Elsevier Science, 2 ed, p. 664, 2003.
- MCMANUS C. et al. Heat tolerance in Brazilian sheep: physiological and blood parameters. **Tropical Animal Health and Production**, v. 41, n. 1, p. 95–101, 2009.
- MEDEIROS L.F.D. et al. Avaliação de parâmetros fisiológicos de caprinos SPRD (sem padrão racial definido) pretos e brancos de diferentes idades, no Município do Rio de Janeiro, RJ. **Boletim de Indústria Animal**, v. 64, n.2, p. 275-285, 2007.
- MEDEIROS, L. F.D. et al. Determinação dos parâmetros fisiológicos, gradiente térmico e índice de tolerância ao calor em diferentes raças de caprinos. **Revista Brasileira de Medicina Veterinária**, v. 37, n. 4, p. 275-285, 2015.
- MENDONÇA, C. L. et al. Etiologia da mastite bovina: revisão. **Veterinária Notícias**, v. 5, n. 1, p. 107- 118, 1999.

- MORAIS, D.A.E.F. et al. Variação Anual de Hormônios Tiroideanos e Características Termorreguladoras de Vacas Leiteiras em Ambiente Quente. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.3, p.538-545, 2008.
- MOURA, J. W. F. **Avaliação de testes diagnósticos para mastite subclínica caprina em Sobral/CE**. 2016. 94 f. Dissertação de Mestrado (Produção Animal), Universidade Estadual Vale do Acaraú, Ceará, 2016.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of small ruminants**. 1. ed. Washington, DC, USA: National Academy Press, 2007.
- NEVES, M.L.M.W. et al. Níveis Críticos do Índice de Conforto Térmico para Ovinos da Raça Santa Inês Criados a Pasto no Agreste do Estado de Pernambuco. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v. 31, n. 2, p. 169-175, 2009.
- NORBERG, E. et al. Electrical conductivity of milk: Ability to predict mastitis status. **Journal Dairy Science**, v. 87, n. 4, p. 1099-1107, 2004.
- ORTOLANI, E.L. Macro e microelementos. In: SPINOSA, H.S.; GÓRNIK, S.L.; BERNARDI, M.M. **Farmacologia aplicada à Medicina Veterinária**. Rio de Janeiro (RJ): Guanabara Koogan, p. 641-651, 2001.
- PAAPE, M.J.; CAPUCO, A.V. Cellular defense mechanisms in the udder and lactation of goats. **Journal of Animal Science**, v.75, n.2, p.556-565, 1997.
- PAAPE, M.J. et al. Monitoring goat and sheep milk somatic cell counts. **Small Ruminant Research**, v.68, n.1-2, p.114-125, 2007.
- PACHECO F; CARDOSO E. Imunidade inata e adaptativa. In: Arosa F, Cardoso E, Pacheco F. **Fundamentos de Imunologia**. Lisboa: Lidel-edições técnicas, lda., p.35-62, 2007.
- PASCHOAL, J. J. et al. Suplementação de selênio e vitamina E sobre a contagem de células somáticas no leite de vacas da raça holandesa. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n.6, p.2032-2039, 2003.
- PASCHOAL, J. J. et al. Perfil de ácidos graxos e estabilidade oxidativa do leite de vacas holandesas alimentadas com soja extrusada e Selênio orgânico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, n. 12, p.1793-1799, 2007.
- PEIXOTO, R. M. et al. Mastite em pequenos ruminantes no Brasil. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v.30, n.9, p.754-762, 2010.
- PERRIN, G. G.; BAUDRY, C. Numérations cellulaires du lait de chevre. **Le Lait Dairy Science and Technology**, v.73, n. 5-6, p.489-497,1993.
- PRAUCHNER, C.A. **A importância do selênio para a agropecuária e saúde humana**. In: Ed. Da UFSM, Santa Maria, 374p, 2014.
- RADOSTITS, O. M. et al. **Clínica Veterinária: Tratamento de Doenças dos Bovinos, ovinos, caprinos e equinos**. 9.ed. Rio de Janeiro: Guanabara- Koogan, 1737p, 2002.
- RIBAS, N. P. Valor e uso da contagem de células somáticas no manejo de rebanhos leiteiros. 2001. **Congresso holstein de las americas**, São Paulo, São Paulo. 110 p.

- RICHTER, E. et al. Ações de manejo e sanitárias no controle de CCS em rebanhos leiteiros agroecológicos. **Cadernos de Agroecologia**, v.8, n.2, p.1-4, 2013.
- ROBERTO, J. V. B. et al. Parâmetros hematológicos de caprinos de corte submetidos a diferentes níveis de suplementação no semi-árido paraibano. **Revista Caatinga**, v. 23, n.1, p. 127-132, 2010.
- ROSENFELD, I.; BEATH, O. A. **Selenium: Geobotany, Biochemistry, Toxicology and Nutrition**. New York (NY-EUA): NYAcademic Press, 411 p, 1964.
- ROUSSEL, J. D. Effect of thermal stress on the incidence of abnormal milk. **Journal of Animal Science**, v.52, n. 5, p.912, 1969.
- SALAMA, A. A. K. et al. Different levels of response to heat stress in dairy goats. **Small Ruminant Research**, v. 121, n. 1, p. 73-79, 2014.
- SÁNCHEZ, J. et al. Prevetion of clinical mastitis with barium selenate in dairy goats from selenium-deficient area. **Journal of Dairy Science**, v. 90, n. 5, p. 2350-2354, 2007.
- SARMENTO, F. R. O. **Revisões Sistemáticas em Terapia Intensiva–Suplementação de Selênio**. 2009. Disponível em:<<http://www.saj.med.br/uploaded/File/artigos/Revisoes.pdf>>. Acesso em: 10/10/2015.
- SCHWARZ, K.; FOLTZ, C. M. Selenium as an integral part of factor 3 against dietary liver degeneration. **Journal of the American Chemical Society** v.79, n.12, p. 3292-93, 1957.
- SHAMBERGER, R. J.; FROST, D. V.. Possible protective effect of selenium against human cancer. **Canadian Medical Association Journal**, v.100, n.14, p.104:682, 1969.
- SILANIKOVE, N. Effects of heat stress on the welfare of extensively managed domestic ruminants. **Livestock Production Science**, v.67, n. 1-2, p.1-18, 2000.
- SILANIKOVE, N.; MERIN, U.; LEITNER, G. On effects of subclinical mastitis and stage of lactation on milk quality in goats. **Small Ruminant Research**. v. 122, n. 1-3, p. 76-82, 2014.
- SILVA, E.R. et al. Associação entre o California Mastitis Test e a Contagem de Células Somáticas na avaliação da saúde da glândula mamária caprina. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v. 38, n.1, p.46-48, 2001.
- SILVA, R. G. et al. Thermal radiation absorbed by dairy cows in pasture. **International Journal of Biometeorology**, v.2, n.1, p. 5-11, 2009.
- SMITH, O. B.; AKINBAMIJO, O. Micronutrients and reproduction in farm animals. **Animal Reproduction Science**, v. 2, n. 60-61, p. 549-560, 2000.
- SORDILLO, L. M.; SHAFER-WEAVER, K.; DEROSA, D. Immunobiology of the mammary gland. **Journal Dairy Science**, v. 80, n. 8, p. 1851-1865, 1997.
- SORDILO, L. M.; STREICHER, K.L. Mammary gland immunity and mastitis susceptibility **Jornal of mammary gland biology**, v.7, n.2, p.135-146, 2002.
- SOUZA JÚNIOR, S. C. et al. Características Termorreguladoras de Caprinos, Ovinos e Bovinos em Diferentes Épocas do Ano em Região Semi-Árida. **Revista Ciência Produção Animal**, v.10, n.2, p.127-137, 2008.

- SOUZA, R.B.; NASCIMENTO, M.R.B.M.; IGARASI, M.S. Características Termorreguladoras de Caprinos em Ambiente Tropical: Revisão. **PUBVET**, v. 7, n. 6, p. 91-103, 2013.
- STOLZ, J. F.; OREMLAND, R.S. Bacterial respiration of arsenic and selenium. **fems microbiology. Reviews**, v.23, n. 5, p. 615-627,1999.
- SURAI, P.F.; SPARKS, N.H.C. Designer eggs: From improvement of egg composition to functional food. **Trends in food science and technology**, v.7, n. 12-16, p. 9-16, 2001.
- TAKAHASHI, L. S. et al. **Bioclimatologia zootécnica**. Jaboticabal, 91p, 2009.
- TODINI L. Thyroid hormones in small ruminants: effects of endogenous, environmental and nutritional factors. **International Journal of Animal Bioscience**, v.1, n. 7, p. 997-1008, 2007.
- UNDERWOOD, E.J.; SUTTLE, N.F. **The mineral nutrition of livestock**. 3.ed. Wallingford, Reino Unido: CABI Publishing, 421-476 p., 1999.
- WEISS, W.P. Selenium nutrition of dairy cows: comparing responses to organic and inorganic forms. In: Nutritional Biotechnology in the Feed and Food Industries. Proceedings of Alltech's 19th. **Annual Symposium** (T.P. Lyons and K.A. Jacques, eds). Nottingham University Press, Nottingham, UK, p. 333-343, 2003.
- ZENG, S.S. Comparisons of goat milk standards with cow milk standards for analyses of somatic cell count, fat and protein in goat milk. **Small Ruminant Research**, v.21, n.3, p.221-225, 1996.
- ZENG, S.S et al. Comparative study of the effects of testing laboratory, counting method, storage and shipment on somatic cell counts in goat milk. **Small Ruminant Research**, v.21, n.2, p.103-107, 1999.

## **CAPÍTULO II**

### **INCIDÊNCIA DE MASTITE SUBCLÍNICA EM CABRAS LEITEIRAS SUPLEMENTADAS COM SELÊNIO ORGÂNICO**

## RESUMO

O objetivo deste estudo foi avaliar a incidência de mastite subclínica em cabras leiteiras suplementadas com selênio orgânico. Foram utilizadas 16 cabras lactantes, mestiças de Saanen e Toggenburg, em delineamento inteiramente casualizado. Os animais foram distribuídos em dois tratamentos, com e sem adição de selênio no concentrado. Durante o período experimental, os animais permaneceram em sistema semi-intensivo, sendo que pela manhã se alimentavam do suporte alimentar de pastagem nativa disponível na Caatinga, e recebiam 500g/animal/dia de concentrado padrão (manhã e tarde) e 500g/animal/dia de capim elefante e cana-de-açúcar, picado no cocho após a ordenha e água a vontade. Foram coletadas amostras do pasto nativo, volumoso fornecido no cocho e concentrado para composição química-bromatológica da dieta e solo para determinação de selênio. Foi realizada a coleta de sangue por venipunção da jugular com tubo do tipo à vácuo com EDTA, cinco dias após o parto e a cada 21 dias após o início da suplementação, para determinar os teores de selênio. Foram coletadas amostras de leite a cada 20 dias de cada metade mamária, para determinação de contagem de células somáticas (CCS) pelo método eletrônico, teor de cloretos, pH, condutividade elétrica, isolamento microbiológico, composição e teores de selênio. Para as variáveis de composição do leite, não diferiram ( $P>0,05$ ) dentre os tratamentos testados, tetos e coletas. Na terceira coleta para os testes de CCS pelo método eletrônico, cloretos e pH observou-se diferença ( $P<0,05$ ) entre os tratamentos. A adição de selênio orgânico na dieta de cabras leiteiras, após 60 dias de suplementação mostrou-se promissora na redução da contagem de células somáticas, com consequente melhoria da qualidade do leite.

**Palavras-chave:** glândula mamária, micromineral, células somáticas



## **ABSTRACT**

The objective of this study was to evaluate the incidence of subclinical mastitis in dairy goats supplemented with organic selenium. Sixteen goats crossbred Saanen and Toggenburg were used in a completely randomized design. Goats were distributed in two treatments with and without addition of selenium in the concentrate. During the experimental period, the animals remained in a semi-intensive system; in the morning, fed on the native pasture food available in the Caatinga, 500g/animal/day of standard concentrate (morning and afternoon) and 500g/animal/day of elephant grass and sugar cane, chopped in the trough after milking and water ad libitum. Samples were collected from the native grass, collected in the trough and concentrated for the chemical composition of the diet and determination of selenium. Blood samples were collected by venipuncture of the jugular with vacuum collection system tube with heparin and Edta, five days after delivery and every 21 days after starting supplementation, to determine the levels of selenium and thyroid hormones in the blood. Samples of milk were collected every 20 days of each teat to determine somatic cell counts by electronic method, chloride content, pH, electrical conductivity, microbiological tests, composition and selenium contents. For the milk composition variables, there was no difference ( $P > 0.05$ ) among the treatments tested, teats and collects. In the third collection for the CCS tests by electronic method, chlorides and pH, a difference ( $P < 0.05$ ) was observed between the treatments. The addition of organic selenium after 60 days of supplementation was shown to be promising in reducing the incidence of subclinical mastitis in dairy goats, reducing the somatic cell count, with consequent improvement in milk quality.

Keywords: mammary gland, micromineral, somatic cells

## 1. INTRODUÇÃO

A mastite, inflamação da glândula mamária, ocasiona redução na produção e alterações nos componentes do leite, sendo apontada como umas das principais causas de perdas econômicas nos animais leiteiros (SILANIKOVE; MERIN; LEITNER, 2014). A ocorrência da enfermidade é motivada por inúmeros fatores em função do meio ambiente, patógeno e do próprio animal, sendo a manifestação subclínica, a prevalente nos pequenos ruminantes, tornando os estudos sobre a incidência de mastite em caprinos mais frequentes (CONTRERAS et al., 2007).

No organismo, o selênio age no sistema antioxidante, por meio da ação da enzima glutathione peroxidase (GSH-px), que tem função de proteger as células de espécies reativas de oxigênio, melhorando assim a atividade das células de defesa da glândula mamária (SMITH et al., 1997).

A utilização de fontes orgânica de Se pode ser de grande interesse na proteção da glândula mamária devido aos diferentes mecanismos de absorção. Por esse motivo, cabras suplementadas com Se, podem auxiliar na redução da incidência de casos de mastite. Malbe et al. (2006) observaram a inibição de patógenos no leite de vacas suplementadas com o micromineral. Smith et al. (1997), avaliando o efeito do selênio em dieta deficientes do micromineral na saúde da glândula mamária de vacas leiteiras, observaram melhoras na função dos fagócitos mamários de vacas suplementadas com selênio.

Atroshi, Sankar e Lindstrom (1985), ao analisarem a ação da glutathione peroxidase em eritrócitos de cabras leiteiras em relação a contagem de células somáticas, verificaram que cabras leiteiras acometidas por mastite tinham uma menor quantidade de GSHpx em relação a cabras saudáveis, e que administrando selenato de bário antes do acasalamento observaram uma redução na CCS e incidência de mastite clínica durante a lactação em áreas com deficiência de selênio.

Na literatura estudos sobre, a influência do selênio na incidência de mastite em cabras leiteiras ainda são escassos. Levantando-se a hipótese de que a deficiência de selênio seja um dos fatores que ocasione a mastite, o objetivo do presente trabalho foi avaliar a incidência de mastite subclínica em cabras leiteiras suplementadas com selênio orgânico em região tropical.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Regularização

O presente trabalho foi aprovado pela comissão de Ética no uso de animais (CEUA), da Universidade Estadual Vale do Acaraú – UVA, sob o número 004.04.014. UVA. 504.01.

### 2.2 Local

O experimento foi realizado no Núcleo de Pesquisa em Nutrição de Pequenos Ruminantes da Fazenda Experimental Vale do Acaraú (FAEX), localizada no município de Sobral-CE, zona fisiográfica do Sertão Cearense (Figura 1). em que, foi realizada estação de monta de 42 dias, com início no mês de março, e o período experimental foi de julho a outubro de 2016. O clima na região é do tipo BSH'w, semiárido quente, segundo o sistema de Köppen com período chuvoso de janeiro a junho, e o seco de julho a dezembro. As médias de temperatura para o período experimental foram máximas de 28,7°C e mínimas de 23,4°C, obtidos na estação meteorológica, localizada na cidade de Sobral-CE, pertencente ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2016).



**Figura 1.** Mapa do Ceará, com destaque ao município de Sobral, local de realização do experimento. Fonte: Google Maps (2016).

### 2.3. Estação de Montagem e Gestaçã

Os animais foram provenientes de uma estação de monta natural controlada, com duração de 42 dias, utilizando-se 22 cabras, mestiças de Saanen e Toggenburg, de 1ª a 3ª ordem de lactação com peso médio de 33 kg, e dois reprodutores da raça Saanen com peso médio de 52 kg, clinicamente saudáveis.

O sistema de criação durante este evento foi o semi-intensivo. Pela manhã as cabras se alimentavam do suporte alimentar de pastagem nativa disponível na Caatinga,

e a tarde recebiam ração *flushing* (90,68% de milho em grão moído, 8,44% de farelo de soja e 0,88 de calcário), sendo ofertado, 250g/animal/dia de forma coletiva.

Aos 30 dias, após o final da estação de monta foram confirmadas a prenhez de 17 cabras através de ultrassonografia modelo Kx5000 (Xuzhou Kaixin Eletronic Instrument. Todas as fêmeas tiveram o parto acompanhado e permaneceram com as crias até o sexto dia (fase colostrar).

## 2.4 Tratamentos e Delineamento experimental

As 16 fêmeas foram distribuídas no experimento, em delineamento inteiramente casualizado, com dois grupos experimentais (tratamentos). Cada tratamento continha um grupo de oito cabras lactantes, sendo que um grupo recebeu uma dieta com e o outro sem adição de selênio orgânico.

## 2.5 Animais, Instalações e manejo alimentar

No sétimo dia após a fase colostrar, 16 cabras, mestiças de Saanen e Toggenburg, com peso médio  $40,75 \pm 8,3$  kg foram distribuídas nos tratamentos. Durante o período experimental, as cabras foram alojadas no turno da tarde, em baias individuais de estrutura metálica com área de  $1,2 \text{ m}^2$  (1,2 m x 1,0 m), com piso de concreto e coberto com telhas de alumínio, equipadas com comedouros e bebedouros (Figura 2).



**Figura 2.** Instalações (baias individuais), usadas durante o experimento. Fonte: Arquivo Pessoal, Martins (2016).

Durante o período experimental, os animais permaneceram em sistema semi-intensivo. Pela manhã foi utilizado um hectare de uma área de pastagem nativa da caatinga, e recebiam 500g/animal/dia de concentrado padrão (70 volumoso/30

concentrado), a base de milho em grão moído, farelo de soja e calcário (Tabela 1), seguindo as recomendações para caprinos leiteiros com partos simples do NRC (2007), divididos em duas porções, (50%) pela manhã e (50%) à tarde.

Tabela 1. Ingredientes utilizados para o concentrado padrão fornecido durante o período experimental segundo o NRC (2007).

Ingredientes	Porção (%)
Milho em grão moído	68,70
Farelo de Soja	30,40
Calcário	0,90
<b>Total</b>	<b>100</b>

Foi adicionado no tratamento com selênio 80 mg do suplemento, que de acordo com a análise laboratorial realizada no laboratório Biominerais em Campinas-SP, continha concentração de 2852 $\mu$ g/kg de selênio total, no qual 0,23  $\mu$ g foi destinado ao animal por dia, misturado ao alimento concentrado.

O selênio orgânico utilizado foi proveniente de levedura selenizada, que é uma cultura pura de *Saccharomyces cerevisiae*, obtida de uma cepa especialmente selecionada, fornecido de acordo com a recomendação da Empresa fabricante sendo 15g da levedura para cada 100 kg de concentrado fornecido. Conforme a Empresa fornecedora a levedura tem como características físico-químicas: Proteínas (N x 6,25) g/100g = mín. 45,0; Umidade (105 $\pm$  2°C) g/100g = máx.8,0; pH (solução 10%) = 5,0-7,5; Gordura (total) g/100g= 5-8; Cinzas (total) g/100g = máx. 8,0; Densidade g/l = mín. 420; Fibra Bruta g/100g =máx. 3,0; Selênio total ppm = mín. 2000; Selênio orgânico % = mín 98,0; Se Metionina/ Se total % = >70,0. E características microbiológicas: Mesófilos Aeróbios Totais UFC/g =  $\leq$  10000; Coliformes Totais NMP/g =  $\leq$  10; Coliformes Termotolerantes NMP/g = Ausente; Bolores/Leveduras UFC/g =  $\leq$  100; *E.coli* NMP/g = Ausente; Salmonella / 375 g = Ausente.

Como porção volumosa, além do suporte alimentar de pastagem nativa disponível na caatinga, recebiam 500g/animal/dia de capim elefante (50%) (*Pennisetum purpureum Schum.*) e cana-de-açúcar (50%) (*Saccharum officinarum*), oriundo da própria FAEX, picado no cocho, após a ordenha. A água era fornecida à vontade. Foram coletadas amostras do pasto nativo, por meio de pastejo simulado; volumoso fornecido no cocho e concentrado, no início (julho) e final (outubro) do experimento, e realizado uma amostra composta para composição química-bromatológica da dieta (Tabela 2).

Para determinações de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), cinzas, extrato etéreo (EE) e proteína bruta (PB) dos alimentos, seguiu-se as metodologias propostas pela AOAC (1990).

Para a quantificação da fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), celulose, e lignina, seguiu-se as metodologias recomendadas por Van Soest et al. (1991), com adaptações em autoclave por Senger et. al (2008). A digestibilidade foi realizada conforme recomendações de Silva e Leão (1979) e Maynard et al. (1984). Os teores dos nutrientes digestíveis totais (NDT) foram estimados conforme preconiza o National Research Council (2001),  $NDT = PBd + (2,25 * EEd) + CNFd + FDNd - 7$ , onde PBd, EEd, CNFd e FDNd significam, respectivamente, proteína bruta digestível, extrato etéreo digestível, carboidratos não fibrosos digestíveis e fibra em detergente neutro digestível. A determinação de Nitrogênio Indigestível em Detergente Ácido (NIDA) e Nitrogênio Indigestível em Detergente Neutro (NIDN) conforme as recomendações de Van Soest et al. (1994).

Tabela 2. Composição química-bromatológica, digestibilidade e teor de selênio com base na matéria seca (%) dos componentes dietéticos fornecidos as cabras leiteiras durante o período experimental.

Nutrientes (%)	Volumoso*	Pasto Nativo**	Concentrado
<b>Matéria Seca (MS)<sup>1</sup></b>	92,7	94	91,1
<b>Matéria orgânica (MO)</b>	90,7	91,7	96,7
<b>Cinzas</b>	9,3	7,8	3,0
<b>Proteína Bruta (PB)</b>	3,9	4,2	20,9
<b>Extrato Etéreo (EE)</b>	1,6	5,0	2,8
<b>Fibra em Detergente Neutro (FDN)</b>	63,2	60,2	57,1
<b>Fibra em Detergente Ácido (FDA)</b>	41,1	39,8	9,7
<b>Celulose</b>	23,1	21,1	48,6
<b>Lignina</b>	2,6	2,2	1,9
<b>Digestibilidade/MO</b>	35,9	33,5	91,8
<b>Nutrientes Digestíveis Totais (NDT)</b>	59,9	67,3	72,7
<b>Nitrogênio Indigestível em Detergente Ácido (NIDA)</b>	0,2	0,9	0,4
<b>Nitrogênio Indigestível em Detergente Neutro (NIDN)</b>	0,5	1,1	2,1
<b>Selênio (SE) (mg/kg)</b>	0,24	0,51	0,52

<sup>1</sup> Matéria seca a 105°C. \*50% de capim elefante (*Pennisetum purpureum Schum.*) e (50%) cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*). \*\*marianinha (*Commelina diffusa Burnm.F.*), erva de ovelha (*Stylosanthes humilis*), jitrana lisa (*Ipomea glabra Choisy*), bamburral (*Hypitis suaveolens*), sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia Benth.*), pau branco (*Auxemma onocalyx*), juazeiro (*Zizyphus joazeiro*).

Foi retirada uma amostra de 20g da parte volumosa e concentrada da dieta fornecida, e enviada ao laboratório Biominerais em Campinas-SP para determinar o teor de selênio por meio de Espectrometria de Emissão Atômica por plasma indutivamente acoplado-ICAP-6300 Thermo Scientific - por geração de hidretos.

## **2.6 Coletas de dados**

### **2.6.1 Determinação de selênio no sangue**

Para a determinação dos teores de selênio no sangue foram colhidas quatro amostras por animal. A primeira com cinco dias após o parto antes de iniciar os tratamentos; a segunda com 21 dias após a última cabra entrar no tratamento; e as restantes a cada 21 dias, totalizando 64 amostras, durante o experimento.

O sangue das 16 cabras foi coletado por venipunção da jugular com auxílio de coletor, à vácuo de 5 mL, contendo heparina. As amostras foram armazenadas em caixas isotérmicas com gelo reciclável e enviadas para o Laboratório Biominerais, em Campinas-SP, para determinação dos teores de selênio no sangue por meio de Espectrometria de Emissão Atômica por plasma indutivamente acoplado-ICAP-6300 Thermo Scientific- por geração de hidretos.

### **2.6.2 Determinação de selênio no leite**

Para determinação dos teores de Se no leite foram colhidas três amostras por animal, sendo a primeira após 20 dias da última parição e a cada 20 dias até o final do experimento, totalizando 48 amostras. As amostras de leite foram coletadas em tubos falcon estéreis de 50 mL, lavados com água deionizada e secos em estufa a 39°C. Após colhidas as amostras foram congeladas a -20°C e encaminhadas ao Laboratório Biominerais em Campinas-SP, e armazenadas em caixas isotérmicas com gelo reciclável para realização de análise por meio de Espectrometria de Emissão Atômica por plasma indutivamente acoplado-ICAP-6300 Thermo Scientific - por geração de hidretos.

### **2.6.3 Determinação de selênio no solo**

Para determinação dos teores de Se no solo, foi colhida uma amostra composta, representativa da área onde os animais frequentavam para pastejo e da área onde era retirado o volumoso fornecido no cocho. As amostras foram coletadas na profundidade de aproximadamente 20 cm em forma de zig-zag, colocadas em tubos

falcon estéreis de 50 mL, lavados com água deionizada e secos em estufa a 39°C. As amostras foram encaminhadas ao Laboratório Biominerais em Campinas-SP por meio de Espectrometria de Emissão Atômica por plasma indutivamente acoplado-ICAP-6300 Thermo Scientific- por geração de hidretos. A média de selênio encontrada no solo foi de 0,132 mg/kg.

#### **2.6.4 Boas Práticas Agropecuárias (BPA)**

As cabras a serem ordenhadas eram conduzidas a um galpão coberto previamente limpo, a fim de evitar contaminações por micro-organismos. Antes do início da ordenha, diariamente era realizada o teste da caneca telada, para detecção de mastite clínica, em que, os três primeiros jatos foram desprezados no recipiente para observar a presença de grumos, pus ou sangue (RADOSTITS et al., 2002).

Em seguida os tetos eram submersos em uma solução antisséptica pré-ordenha, a base de iodo a 0,5%. Em seguida a secagem dos tetos foi realizada com papel toalha individualmente. Após esses procedimentos eram realizada a ordenha manual, e em seguida os tetos eram submersos em uma solução antisséptica pós-ordenha, com solução a base de iodo a 0,5% com glicerina. Após a ordenha, foi fornecido a mistura concentrada, para que as fêmeas permanecessem em pé até o fechamento do esfíncter do teto para evitar infecções (Figura 3).



**Figura 3.** Antissepsia pré-ordenha. Fonte: Arquivo Pessoal, Martins (2016).

- **Detecção de mastite**

Para o diagnóstico de mastite foram coletadas após 20 dias da última parição e a cada 20 dias, uma amostra de leite de cada metade mamária das fêmeas em lactação para realização dos testes: Contagem de Células Somáticas (CCS) pelo método eletrônico, composição, determinação do Teor de cloretos, Diagnóstico microbiológico, pH e Condutividade elétrica.



- **Contagem de Células Somáticas (CCS) pelo método eletrônico e composição**

Foram coletadas aproximadamente 60 mL de cada metade mamária, em frascos com conservante Bronopol® (2-bromo-2-nitropropano- 1,3 diol). As amostras foram homogeneizadas, acondicionadas e encaminhadas a Clínica do leite – ESALQ/USP. Para análise de CCS e Composição (teor de gordura, proteínas, lactose, extrato seco desengordurado e sólido total), foram realizadas por meio do aparelho *Combi 2500*, calibrado para leite de vaca (Bentley Instruments, Chaska, MN, EUA) (IDF, 2013; 2006).

- **Teor de cloretos**

Para realização do teste de detecção do teor de cloretos, foram coletadas, cerca de 20 mL de leite. As amostras foram transportadas ao laboratório de microbiologia da Embrapa Caprinos e Ovinos, Sobral-CE, para análise.

Foi retirada uma alíquota de 10 mL de leite e adicionadas cinco gotas de cromato de Potássio a 5%, após ser homogeneizada ficando uma coloração amarela. Posteriormente foi realizada a titulação com solução de nitrato de prata a 0,1N até atingir uma coloração alaranjado-escuro (AMARAL et al., 1988). O volume de nitrato de prata utilizado foi multiplicado pelo fator 0,0355 para calcular o teor de cloretos segundo Morita e Assumpção (1972).

- **Diagnóstico microbiológico**

Para coleta das amostras de leite para isolamento microbiológico, além das boas práticas, era realizada a limpeza do óstio papilar com algodão embebido no álcool etílico 70% (v/v).

Foram coletadas amostras de leite em cada metade mamária, para exame microbiológico de acordo com procedimentos recomendados pelo National Mastitis Council (OLIVER et al., 2004), nos diferentes tratamentos, totalizando 96 amostras, durante todo o experimento. Foram colhidas, cerca de 2 a 5 mL de leite, antes do início da ordenha. Essas amostras foram armazenadas em caixas isotérmicas contendo gelo e encaminhadas para o Laboratório de Microbiologia da Embrapa Caprinos e Ovinos, onde as amostras foram processadas para isolamento e identificação bacteriana.

Foi alçado 0,01 mL de leite de cada amostra, realizado um isolamento com auxílio de uma alça calibrada, diretamente em placas de petri, contendo Ágar sangue, preparado com 5% de sangue de carneiro desfibrinado, e incubadas a 37°C por 24

horas, onde foi realizada a primeira leitura, sendo incubando novamente por um período de 48 horas para realização de segunda leitura. As colônias isoladas no Ágar sangue foram observadas quanto ao tamanho, morfologia, pigmentação e presença de hemólise.

Os micro-organismos foram identificados a partir de subcultivos em placas de ágar soja-tripticaseína, de acordo com as recomendações de Carter e Cole Junior (1990) e Quinn et al. (1994).

Amostras consideradas contaminadas foram aquelas em que houve crescimento de três ou mais colônias diferentes no isolamento primário, sem o predomínio de nenhuma delas.

- **Teste da Catalase**

Após 24 horas de cultivo em ágar nutriente, com uma alça bacteriológica flambada, foi retirada uma determinada quantidade de cultivo. Logo após foi realizado um esfregaço em uma lâmina de vidro limpa, adicionando-se uma gota de água oxigenada ( $H_2O_2$ ) a 3% sobre os micro-organismos. As estirpes que apresentaram imediato borbulhamento (liberação de gás) foram consideradas positivas, enquanto as que não borbulhavam consideradas negativas (Mac FADDIN, 1976).

- **Teste da coagulase livre em tubo**

Para a execução da prova de coagulase, as estirpes de estafilococos foram inoculadas em tubos contendo caldo de infusão de cérebro e coração (Brain Heart Infusion - BHI), e incubadas a 35°C por 24 horas. Em sequência foram acrescentados, em tubos de ensaio (10 x 70 mm), 0,3 mL desta cultura e 0,5 mL de plasma de coelho liofilizado diluído a 1:5 em solução de cloreto de sódio a 0,85% esterilizada. Após agitação, os tubos foram incubados em banho-maria a 37°C e as leituras realizadas após 1, 2, 3, 4 e 24 horas. O resultado foi considerado positivo quando ocorreu coagulação do plasma (GARCIA et al., 1980).

- **Teste de Voges-Proskauer**

Para verificar a produção da acetoína a partir da glicose, as estirpes de estafilococos foram inoculadas em tubos contendo caldo de cultivo MRVP Methyl-red Voges-Proskauer Broth (MRVP) e incubadas à 37°C por 48 horas. Em seguida, foram adicionados 0,6 mL de uma solução de alfa-naftol a 5% e 0,2 mL de solução de hidróxido de potássio a 40% (reativo de Barrit) em cada tubo. Após agitação foi

realizado a leitura, sendo considerados positivos os tubos em que a cultura apresentou a coloração vermelha após 15 minutos (Mac FADDIN, 1976).

- **Condutividade Elétrica e pH**

Para realização dos testes de condutividade elétrica e pH, foram coletadas aproximadamente 20 mL de leite de cada metade mamária. As amostras foram submetidas a leitura no analisador ultrassônico de leite Lactoscan SA (Entelbra). Para realização da análise de pH, utilizou-se um eletrodo acoplado ao analisador, onde simultaneamente foi realizada a leitura da condutividade elétrica. Os resultados da condutividade elétrica foram mensurados e expressos por miliSiemens (mS).

## **2.7. Análise estatística**

O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado, com dois tratamentos, com e sem a suplementação com selênio orgânico.

Para composição e testes para indicativo de mastite, foram analisadas por meio de análise de variância em esquema fatorial (2 X 2), dois tratamentos e duas metades mamárias. Foram realizados testes de correlação pelo coeficiente de Pearson, entre as variáveis de composição e indicativos de mastite com a concentração de selênio no sangue e leite. Foi realizado o teste de comparação entre as médias de Tukey com 5% de probabilidade para todos os testes. Utilizou-se o software estatístico SAS 9.2 (2009).

## **3. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Para as variáveis de composição do leite, não houve diferença ( $P>0,05$ ) entre os tratamentos testados, tetos e coletas (Tabela 3). Não houve correlação entre os componentes do leite e a concentração de selênio no sangue e concentração de selênio no leite ( $P>0,05$ ).

Para ambos os tratamentos testados os requisitos mínimos dos componentes do leite foram inferiores ao preconizado pela Instrução Normativa nº 37 (Brasil, 2000) que atribui valores mínimos de gordura (3%), Proteína (2,8%), Lactose (4,3%), Sólidos Totais (11,2%) e Extrato Seco Desengordurado (8,2%).

Tabela 3. Composição do leite de cabras suplementadas ou não com selênio orgânico nas diferentes coletas, a cada 20 dias, durante o período experimental.

<b>1º Coleta</b>				
<b>Gordura (%)</b>				
<b>Tratamento</b>	<b>Esquerdo</b>	<b>Direito</b>	<b>Média</b>	<b>IN 37</b>
Sem Se	2,03	2,08	2,08 <sup>A</sup>	3
Com Se	1,45	1,49	1,47 <sup>A</sup>	
<b>Média</b>	<b>1,77<sup>a</sup></b>	<b>1,79<sup>a</sup></b>		
<b>Proteína (%)</b>				
Sem Se	2,65	2,80	2,73 <sup>A</sup>	2,8
Com Se	2,55	2,55	2,55 <sup>A</sup>	
<b>Média</b>	<b>2,60<sup>a</sup></b>	<b>2,68<sup>a</sup></b>		
<b>Lactose (%)</b>				
Sem Se	4,08	4,03	4,05 <sup>A</sup>	4,3
Com Se	4,01	3,97	3,99 <sup>A</sup>	
<b>Média</b>	<b>4,05<sup>a</sup></b>	<b>4,00<sup>a</sup></b>		
<b>Sólidos Totais (%)</b>				
Sem Se	10,51	10,01	10,25 <sup>A</sup>	11,2
Com Se	8,90	8,91	8,91 <sup>A</sup>	
<b>Média</b>	<b>9,70<sup>a</sup></b>	<b>9,46<sup>a</sup></b>		
<b>Extrato Seco Desengordurado (%)</b>				
Sem Se	7,58	7,72	7,65 <sup>A</sup>	8,2
Com Se	7,46	7,42	7,44 <sup>A</sup>	
<b>Média</b>	<b>7,52<sup>a</sup></b>	<b>7,57<sup>a</sup></b>		
<b>2º Coleta</b>				
<b>Gordura (%)</b>				
Sem Se	1,89	1,88	1,89 <sup>A</sup>	3
Com Se	1,73	1,82	1,78 <sup>A</sup>	
<b>Média</b>	<b>1,81<sup>a</sup></b>	<b>1,85<sup>a</sup></b>		
<b>Proteína (%)</b>				
Sem Se	2,74	2,74	2,74 <sup>A</sup>	2,8
Com Se	2,75	2,81	2,78 <sup>A</sup>	
<b>Média</b>	<b>2,74<sup>a</sup></b>	<b>2,77<sup>a</sup></b>		
<b>Lactose (%)</b>				
Sem Se	4,08	3,96	4,02 <sup>A</sup>	4,3
Com Se	3,64	3,57	3,61 <sup>A</sup>	
<b>Média</b>	<b>3,86<sup>a</sup></b>	<b>3,76<sup>a</sup></b>		
<b>Sólidos Totais</b>				
Sem Se	9,59	9,48	9,54 <sup>A</sup>	11,20
Com Se	9,08	9,19	9,13 <sup>A</sup>	
<b>Média</b>	<b>9,33<sup>a</sup></b>	<b>9,34<sup>a</sup></b>		
<b>Extrato Seco Desengordurado (%)</b>				
Sem Se	7,70	7,60	7,65 <sup>A</sup>	8,2
Com Se	7,36	7,36	7,36 <sup>A</sup>	
<b>Média</b>	<b>7,53<sup>a</sup></b>	<b>7,48<sup>a</sup></b>		
<b>3º Coleta</b>				
<b>Gordura (%)</b>				
Sem Se	2,61	2,40	2,51 <sup>A</sup>	3
Com Se	1,88	1,93	1,90 <sup>A</sup>	
<b>Média</b>	<b>2,24<sup>a</sup></b>	<b>2,16<sup>a</sup></b>		
<b>Proteínas (%)</b>				
Sem Se	2,71	2,64	2,68 <sup>A</sup>	2,8
Com Se	2,47	2,50	2,49 <sup>A</sup>	
<b>Média</b>	<b>2,59<sup>a</sup></b>	<b>2,57<sup>a</sup></b>		
<b>Lactose (%)</b>				
Sem Se	4,01	4,02	4,02 <sup>A</sup>	4,3
Com Se	4,08	4,10	4,09 <sup>A</sup>	
<b>Média</b>	<b>4,04<sup>a</sup></b>	<b>4,06<sup>a</sup></b>		
<b>Sólidos Totais (%)</b>				
Sem Se	10,12	9,84	9,98 <sup>A</sup>	11,2
Com Se	9,17	9,27	9,21 <sup>A</sup>	
<b>Média</b>	<b>9,65<sup>a</sup></b>	<b>9,55<sup>a</sup></b>		
<b>Extrato Seco Desengordurado (%)</b>				
Sem Se	7,51	7,44	7,47 <sup>A</sup>	8,2
Com Se	7,28	7,35	7,31 <sup>A</sup>	
<b>Média</b>	<b>7,40<sup>a</sup></b>	<b>7,40<sup>a</sup></b>		

IN 37- Instrução Normativa n° 37 (BRASIL,2000).

Médias na mesma linha, seguidas de letras diferentes, apresentam diferença (P<0,05) pelo teste Tukey a 5% de probabilidade; Médias na mesma coluna, seguidas de letras diferentes, apresentam diferença (P<0,05).

Porém, a normativa preconiza esses valores para amostras provenientes de tanques com leite de conjunto de animais, e no presente estudo foram coletados amostras de cada teto das fêmeas, o que pode influenciar, devido à densidade dos componentes do leite na cisterna do teto; A gordura, por possuir uma menor densidade fica concentrada na parte superior da cisterna do teto, fazendo com que no momento da ordenha seja expelida por último, resultando assim em valores baixos obtidos no presente estudo, em que as amostras foram coletadas de cada teto antes de ser realizada a ordenha completa. Os baixos valores de gordura encontrados nas amostras do presente estudo podem ser atribuídos, a menor disponibilidade e qualidade do pasto nativo, pois durante a fase experimental, correspondente aos meses de julho a outubro do ano de 2016, período esse que houve escassez de chuvas (INMET, 2016). Segundo Caroprese et al. (2015), a alimentação é um fator determinante para modificar os componentes do leite, sendo a gordura o que mais sofre variação por influência da dieta.

Tufarelli e Laudadio (2011), trabalhando com a suplementação de cabras com Selênio e Vitamina E no sul da Itália, encontraram valores superiores para gordura, proteína e lactose para cabras suplementadas. Esses valores foram divergentes dos obtidos no presente estudo, onde os componentes do leite apresentaram-se semelhantes em ambos os tratamentos.

A composição do leite foi semelhante nos dois tratamentos, com e sem a suplementação de selênio orgânico, no presente estudo, podendo esses valores ser atribuídos ao fato da baixa suplementação da levedura selenizada de 0,23 µg, sendo a quantidade de selênio inferior à encontrada nos componentes da dieta (Tabela 2) que era administrada para ambos os tratamentos.

Para Contagem de Células Somáticas (CCS), não houve diferença ( $P > 0,05$ ) entre os tratamentos testados e os tetos nas duas primeiras coletas (Tabela 4). Porém, na terceira coleta verificou-se ( $P < 0,05$ ) diferença entre os tratamentos.

As médias da CCS foram de 1.005.000 e 358.000 CS/ mL para os animais sem e com suplementação, respectivamente. Segundo Radostits et al. (2002), mesmo a normativa brasileira não preconizando o valor permitido de CCS para leite de cabra, o autor considera 800.000 CS/mL como limite para diagnóstico de infecção intramamária em cabras.

Tabela 4. Contagem de Células Somáticas (CCS) de cabras suplementadas ou não com selênio orgânico nas diferentes coletas, a cada 20 dias, durante o período experimental.

<b>Contagem de Células Somáticas (CCS)</b>			
<b>20 dias de suplementação</b>			
<b>Teto</b>			
<b>Tratamentos</b>	<b>Esquerdo</b>	<b>Direito</b>	<b>Média</b>
Sem Selênio	563.000	1.106.000	835.000 <sup>A</sup>
Com Selênio	843.000	1.552.000	1.197.000 <sup>A</sup>
<b>Média</b>	703.000 <sup>a</sup>	1.329.000 <sup>a</sup>	
<b>40 dias de suplementação</b>			
Sem Selênio	284.000	770.000	528.000 <sup>A</sup>
Com Selênio	1.086.000	794.000	940.000 <sup>A</sup>
<b>Média</b>	685.000 <sup>a</sup>	782.000 <sup>a</sup>	
<b>60 dias de suplementação</b>			
Sem Selênio	964.000	1.045.000	1.005.000 <sup>B</sup>
Com Selênio	284.000	432.000	358.000 <sup>A</sup>
<b>Média</b>	624.000 <sup>a</sup>	738.000 <sup>a</sup>	

Médias na mesma linha, seguidas de letras diferentes, apresentam diferença ( $P < 0,05$ ) pelo teste Tukey a 5% de probabilidade; Médias na mesma coluna, seguidas de letras diferentes, apresentam diferença ( $P < 0,05$ ).

Os valores de CCS são utilizados como parâmetro de qualidade de leite de cabra, que segundo Leitner et al. (2008), amostras com contagem inferiores a 800.000 CS/mL é indicativo de um leite de alta qualidade. Portanto no tratamento com adição de selênio pode se observar que ao passar dos dias de suplementação foi reduzindo a CCS, sendo que na última coleta, aos 60 dias, foi de 358.000 CS/mL, se mostrando um leite de boa qualidade e livre de infecção intramamária. Segundo Leitner et al. (2008) leite de cabra com contagem inferior a 400.000 CS/mL indica ausência de infecção intramamária, sendo considerado o ideal.

Smith et al. (1997), observaram em estudos com vacas leiteiras, que a suplementação com selênio melhora a função dos fagócitos mamários, sendo importante na proteção da glândula mamária auxiliando na redução da incidência de casos de mastite.

O Selênio é um componente da enzima glutathiona peroxidase. Atroshi, Sankar e Lindstrom (1985), analisaram a ação dessa enzima em eritrócitos de cabras leiteiras em relação a CCS e verificaram que as cabras leiteiras que estavam acometidas por mastite tinham uma menor quantidade de GSHpx em relação a cabras saudáveis, e que administrando selenato de bário antes do acasalamento reduziu a CCS e incidência de mastite clínica durante a lactação. O que corrobora com os resultados encontrados no presente estudo, pois os animais que receberam a suplementação com selênio orgânico reduziram de forma significativa a CCS, o que veio a melhorar consideravelmente a qualidade do leite com a adição do micromineral na dieta, mostrando assim ser eficácia na redução da CCS de caprinos leiteiros.

Para teores de cloretos, não houve diferença ( $P>0,05$ ) entre os tratamentos testados e tetos nas duas primeiras coletas (Tabela 5). Porém, na terceira coleta a média para o tratamento com selênio foi de 0,18%, sendo ( $P<0,05$ ) inferior ao tratamento sem adição do micromineral na dieta.

O resultado obtido sugere que os animais não estavam mastite subclínica. Segundo Barcelos Silva e Marques Júnior (1987) teor de cloretos acima de 0,2% é considerado indicativo de mastite. Diaz et al. (2011), trabalhando com cabras, divididas em grupos sem infecção intramamária, infectadas e tratadas, infectadas durante o experimento e ambas as glândulas infectadas, obtiveram valores para o teor de cloretos antes do estabelecimento da infecção de 0,192, 0,189, 0,183 e 0,208 g/100 mL respectivamente. Após o estabelecimento da infecção os valores foram de 0,193, 0,201, 0,192 e 0,221 g/100 mL, respectivamente. Concluíram que houve aumento no teor de cloretos após a infecção, enquanto que, em animais com glândulas saudáveis não obtiveram mudanças.

Tabela 5. Teores de cloretos do leite de cabras suplementadas ou não com selênio orgânico nas diferentes coletas, a cada 20 dias, durante o período experimental.

Cloretos			
20 dias de suplementação			
Teto			
Tratamentos	Esquerdo	Direito	Média
Sem Selênio	0,22	0,23	0,22 <sup>A</sup>
Com Selênio	0,25	0,23	0,24 <sup>A</sup>
<b>Média</b>	0,24 <sup>a</sup>	0,23 <sup>a</sup>	
40 dias de suplementação			
Sem Selênio	0,26	0,27	0,27 <sup>A</sup>
Com Selênio	0,26	0,25	0,25 <sup>A</sup>
<b>Média</b>	0,26 <sup>a</sup>	0,26 <sup>a</sup>	
60 dias de suplementação			
Sem Selênio	0,20	0,21	0,21 <sup>B</sup>
Com Selênio	0,18	0,19	0,18 <sup>A</sup>
<b>Média</b>	0,19 <sup>a</sup>	0,20 <sup>a</sup>	

Médias na mesma linha, seguidas de letras diferentes, apresentam diferença ( $P<0,05$ ) pelo teste Tukey a 5% de probabilidade; Médias na mesma coluna, seguidas de letras diferentes, apresentam diferença ( $P<0,05$ ).

Para o pH, não houve diferença ( $P>0,05$ ) entre os tratamentos testados, tetos nas duas primeiras coletas (Tabela 6). Porém, na terceira coleta verificou-se ( $P<0,05$ ) diferença entre os tratamentos. As médias foram de 6,45 e 6,33, para o tratamento sem adição e com adição de selênio orgânico, respectivamente. Reafirmando os diagnósticos com o auxílio dos testes realizados, que os animais suplementados com selênio orgânico tiveram uma menor incidência de mastite, após 60 dias de suplementação.

Tabela 6. pH do leite de cabras suplementadas ou não com selênio orgânico nas diferentes coletas, a cada 20 dias, durante o período experimental.

<b>pH</b>			
<b>20 dias de suplementação</b>			
<b>Teto</b>			
<b>Tratamentos</b>	<b>Esquerdo</b>	<b>Direito</b>	<b>Média</b>
Sem Selênio	6,46	6,47	6,46 <sup>A</sup>
Com Selênio	6,33	6,37	6,35 <sup>A</sup>
<b>Média</b>	6,40 <sup>a</sup>	6,42 <sup>a</sup>	
<b>40 dias de suplementação</b>			
Sem Selênio	6,38	6,46	6,42 <sup>A</sup>
Com Selênio	6,47	6,46	6,46 <sup>A</sup>
<b>Média</b>	6,43 <sup>a</sup>	6,46 <sup>a</sup>	
<b>60 dias de suplementação</b>			
Sem Selênio	6,45	6,46	6,45 <sup>B</sup>
Com Selênio	6,34	6,31	6,33 <sup>A</sup>
<b>Média</b>	6,40 <sup>a</sup>	6,39 <sup>a</sup>	

Médias na mesma linha, seguidas de letras diferentes, apresentam diferença ( $P < 0,05$ ) pelo teste Tukey a 5% de probabilidade; Médias na mesma coluna, seguidas de letras diferentes, apresentam diferença ( $P < 0,05$ ).

O pH do leite de fêmeas acometidas por mastite fica mais alcalino, pois a inflamação aumenta a permeabilidade dos capilares facilitando a passagem de constituintes do sangue para o leite (BRAMLEY et al., 1998).

A condutividade elétrica entre os tratamentos, tetos e coletas não apresentou diferença significativa ( $P > 0,05$ ) (Tabela 7).

Tabela 7. Condutividade elétrica do leite de cabras suplementadas ou não com selênio orgânico nas diferentes coletas, a cada 20 dias, durante o período experimental.

<b>Condutividade Elétrica</b>			
<b>20 dias de suplementação</b>			
<b>Teto</b>			
<b>Tratamentos</b>	<b>Esquerdo</b>	<b>Direito</b>	<b>Média</b>
Sem Selênio	5,36	5,50	5,43 <sup>A</sup>
Com Selênio	5,63	5,69	5,66 <sup>A</sup>
<b>Média</b>	5,49 <sup>a</sup>	5,60 <sup>a</sup>	
<b>40 dias de suplementação</b>			
Sem Selênio	5,48	5,91	5,69 <sup>A</sup>
Com Selênio	5,88	5,76	5,82 <sup>A</sup>
<b>Média</b>	5,68 <sup>a</sup>	5,83 <sup>a</sup>	
<b>60 dias de suplementação</b>			
Sem Selênio	5,28	5,41	5,34 <sup>A</sup>
Com Selênio	5,44	5,53	5,49 <sup>A</sup>
<b>Média</b>	5,36 <sup>a</sup>	5,47 <sup>a</sup>	

Médias na mesma linha, seguidas de letras diferentes, apresentam diferença ( $P < 0,05$ ) pelo teste Tukey a 5% de probabilidade; Médias na mesma coluna, seguidas de letras diferentes, apresentam diferença ( $P < 0,05$ ).

Os valores de condutividade elétrica mesmo não apresentando diferença entre os tratamentos e permaneceu dentro da normalidade para leite de cabra, que segundo Le Mens (1991), é de 4,9 a 13,9 mS/cm a 25°C. Romero et al. (2012), ao



analisar leite de cabras de diferentes ordens de lactação obtiveram média de 5,26 mS/cm, resultados semelhantes aos obtidos no presente estudo.

No isolamento microbiológico realizado para os diferentes tratamentos nas diferentes coletas, verificou-se maior frequência de estafilococos coagulase negativo (ECN) no tratamento que não recebeu a suplementação com selênio orgânico. Aos 20 dias de suplementação, de 16 amostras avaliadas de cada tratamento, no tratamento sem a suplementação duas amostras (12,5%) apresentaram isolamento de estafilococos coagulase-negativo (ECN), enquanto no tratamento com a suplementação não houve a presença do micro-organismo. Aos 40 e 60 dias, no tratamento sem a suplementação três amostras (18,75%) apresentaram estafilococos coagulase-negativo (ECN), enquanto no tratamento com a suplementação, em uma amostra o micro-organismo estava presente (6,25%). Verificou-se que a suplementação com selênio orgânico mesmo que em pequena quantidade mostrou-se promissor na redução dos micro-organismos no leite caprino.

A análise microbiológica para avaliar a saúde da glândula mamária de cabras é considerada o teste mais eficiente, pois além de identificar se há ou não a infecção identifica qual o micro-organismo presente no leite (LANGE et al., 1999).

Segundo Contreras et al. (2007) é considerado o melhor teste para diagnóstico de mastite subclínica caprina, pois diferentemente dos testes que levam em consideração a CCS, o teste microbiológico não gera confundimento, pois a presença de determinados micro-organismos no leite é um indicativo de infecção da glândula mamária. É importante identificar qual o micro-organismo presente no leite, pois segundo Fasulkov et al. (2015), o estafilococos coagulase-negativo é o principal agente etiológico responsável pela mastite subclínica, que ocasiona grandes perdas econômicas ao produtor.

Malbe et al. (2006) trabalhando com a suplementação com selênio para vacas leiteiras, observaram a inibição de patógenos no leite de vacas suplementadas com o micromineral. Smith et al. (1997), avaliando o efeito do selênio em dieta deficientes do micromineral na saúde da glândula mamária de vacas leiteiras, observaram melhoras na função dos fagócitos mamários de vacas suplementadas com selênio. Durante a ação do sistema imune para combater uma inflamação ocorre a produção de metabólitos de oxigênio que destroem os patógenos juntamente com células sadias do tecido infectado (SORDILLO; SHAFER-WEAVER; DEROSA, 1997). O Se é um componente da enzima glutathione peroxidase e participa do

mecanismo de defesa antioxidante, pois reduz e neutraliza radicais livres (COMBS; COMBS, 1984). Por este fato, Paschoal et al. (2007), relacionaram deficiência de selênio com maiores infecções intrauterinas e da glândula mamária.

#### 4. CONCLUSÃO

A adição de selênio orgânico na dieta de cabras leiteiras, após 60 dias de suplementação mostrou-se promissora na redução da contagem de células somáticas, com consequente melhoria da qualidade do leite.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMARAL, et al. Estudo da variação do teor de cloretos no colostro e no leite de vacas sadias. **Ars Veterinária**, v.4, n.1, p.105-112, 1988.
- AOAC. **Official Methods of Analysis**. 15.ed. Rev. Gaithersburg, Maryland, USA, 1990.
- ATROSHI, F., SANKAR, S. I., LINDSTROM, U. B. Glutathione peroxidase activity in dairy goat erythrocytes in relation to somatic cell counts and milk production. **Arch. Exp. Veterinarmed**, v.39, n.4, p. 520–524, 1985.
- BARCELLOS, T. F. S.; SILVA, N.; MARQUES JÚNIOR, A. P. Mastite caprina em rebanhos próximos à Belo Horizonte – Minas Gerais. I – Etiologia e sensibilidade a antibióticos, II – Métodos de diagnóstico. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.39, n. 1, p. 307-315, 1987.
- BRAMLEY, A. J. et al. **Current concepts of bovine mastitis**. 4th, ed. Madison, National Mastitis Council, 64p. 1998.
- BRASIL. **Regulamento técnico de identidade e qualidade do leite de cabra**. Instrução Normativa no 37 publicada no DOU de 08/11/2000, Brasília, DF.
- BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Instituto Nacional de Meteorologia (INMET)**. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=estacoes/estacoesautomaticas>. Acesso em 10 de jan. 2017.
- CAROPRESE, M.; GIANNENAS, I.; FTHENAKIS, G. C. Interactions between nutritional approaches and defences against microbial diseases in small ruminants. **Veterinary Microbiology**, v. 181, n. 1-2, p. 8-14, 2015.
- CARTER, G.R.; COLE JUNIOR, J.R. **Diagnostic procedures in veterinary bacteriology and mycology**. 5. ed. San Diego, California: Academic Press, p.201-209, 1990.

- COMBS JÚNIOR, G. F., COMBS S. B. **The nutritional biochemistry of selenium.** v. 4, Annual Review of Nutrition, p.257-80, 1984.
- CONTRERAS, A. et al. Mastitis in small ruminants. **Small Ruminant Research**, v. 68, n. 1-2, p. 145–153, 2007.
- DIAZ, J.R. et al. Analysis of the influence of variation factors on electrical conductivity of milk in Murciano-Granadina goats. **Journal Of Dairy Science**, v. 94, n. 8, p. 3885-3894, 2011.
- FASULKOV, I. et al. Ultrasound and histopathological investigations of experimentally induced *Estafilococos aureus* mastitis in goats. **Small Ruminant Research**, v. 129, n. 1, p.114-120, 2015.
- GARCIA, M. L.; MORENO, B.; BERGDOLL, M.S. Characterization of staphylococci isolated from mastitis cows in Spain. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 39, n.3, p.584-553, 1980.
- LANGE, C. et al. Molecular subtyping of *Staphylococcus aureus* isolates from cases of bovine mastitis in Brazil. **Veterinary Microbiology**, v.67, n.2, p.127-141, 1999.
- LEITNER, G. et al. Estimate of milk and curd yield loss of sheep and goats with intramammary infection and its relation to somatic cell count. **Small Ruminant Research**, v. 74, n. 1-3, p.221-225, 2008.
- LE MENS, P. Propriedades físico-químicas, nutricionais e químicas. In: LUQUET, F.M.; KEILLING, J.; WILDE, R. **Leche y Productos lácteos: vaca, oveja y cabra.** Zaragoza: Acribia, p.343-359, 1991.
- MAC FADDIN, J. F. **Biochemical tests for identification of medical bacteria.** Baltimore: The Williams & Wilkins, 312p. 1976.
- MALBE, M., ATTILA, M., ATROSHI, F. Possible involvement of selenium in *Staphylococcus aureus* inhibition in cow's whey. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, v.90, n. 3-4, p.159–164, 2006.
- MAYNARD, L.A. et al. (Eds). **Nutrição Animal.** 3. ed. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 726p. 1984.
- MORITA, T.; ASSUMPCÃO, R. M. V. **Manual de soluções reagentes e solventes.** São Paulo: Edgar Blucher, 627 p. 1972.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient requerimentos of dairy cattle.** 7ed. Washington, D.C.: National Academy Press, 381p. 2001.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of small ruminants.** 1. ed. Washington, DC, USA: National Academy Press, 2007.

- OLIVER, S.P. et al. Microbiological Procedures for the Diagnosis of Bovine Udder Infection and Determination of Milk Quality. 4th. **National Mastitis Council Inc.**, Verona, WI; 47 p, 2004.
- PASCHOAL, J. J. et al. Perfil de ácidos graxos e estabilidade oxidativa do leite de vacas holandesas alimentadas com soja extrusada e Selênio orgânico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, n. 12, p.1793-1799, 2007.
- QUINN, P. J. et al Clinical veterinary microbiology. **Wolfe Publishing**. London, UK. 648p. 1994.
- RADOSTITS, O. M. et al. **Clínica Veterinária: Tratamento de Doenças dos Bovinos, ovinos, caprinos e equinos**. 9.ed. Rio de Janeiro: Guanabara- Koogan, 1737p, 2002.
- ROMERO, G. et al. Analysis of the electrical conductivity in milking fractions as a mean for detecting and characterizing mastitis in goats. **Small Ruminant Research**, v. 107, n. 2-3, p.157-163, 2012.
- SENGER, C.C.D. et al. Evaluation of autoclave procedures for fiber analysis in forage and concentrate feedstuffs. **Animal Feed Science and Technology**, v.146, n. 1-2, p.169–174, 2008.
- SILANIKOVE, N.; MERIN, U.; LEITNER, G. On effects of subclinical mastitis and stage of lactation on milk quality in goats. **Small Ruminant Research**. v. 122, n. 1-3, p. 76-82, 2014.
- SILVA, J.F.C.; LEÃO, M.I. (Ed). **Fundamentos da nutrição de ruminantes**. 1.ed. Piracicaba: Livroceres, 380p. 1979.
- SMITH, K. L.; HOGAN J. S.; WEISS, W.P. Dietary vitamin E and selenium affect mastitis and milk quality. **Journal of Animal Science**. v. 75, n.6, p.1659–1665, 1997.
- SORDILLO, L. M.; SHAFER-WEAVER, K.; DEROSA, D. Immunobiology of the mammary gland. **Journal Dairy Science**, v. 80, n. 8, p. 1851-1865, 1997.
- TUFARELLI, V; LAUDADIO, V. Dietary supplementation with selenium and vitamin E improves milk yield, composition and rheological properties of dairy Jonica goats. **Journal of Dairy Research**, v. 78, n.2, p. 144–148, 2011.
- VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, v.74, n.10, p.3583-3597, 1991.
- VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2.ed. Ithaca, New York (USA): Cornell University Press, 476 p, 1994.

### **CAPÍTULO III**

#### **ASPECTOS TERMORREGULADORES DE CABRAS LEITEIRAS SUPLEMENTADAS COM SELÊNIO ORGÂNICO**

## RESUMO

O objetivo desse estudo foi avaliar o efeito da adição de selênio orgânico na alimentação de cabras leiteiras durante a lactação sobre os parâmetros fisiológicos relacionados à termorregulação em ambiente quente. Foram utilizadas 16 cabras mestiças de Saanen e Toggenburg lactantes, em delineamento inteiramente casualizado. Os animais foram distribuídos em dois tratamentos, com e sem adição de selênio no concentrado. Durante o período experimental, os animais permaneceram em sistema semi-intensivo; sendo que, pela manhã se alimentavam do suporte alimentar de pastagem nativa disponível na Caatinga, e recebiam 500g/animal/dia de concentrado padrão (manhã e tarde) e 500g/animal/dia de capim elefante e cana-de-açúcar, picado no cocho após a ordenha e água à vontade. Foram coletadas amostras do pasto nativo, volumoso fornecido no cocho e concentrado para composição química-bromatológica da dieta e do solo para determinação de selênio. Foi realizada a coleta de sangue por venipunção da jugular com tubo do tipo vacutainer<sup>®</sup> com heparina e EDTA, cinco dias após o parto e a cada 21 dias após o início da suplementação, para determinar os teores de selênio e hormônios tireoidianos. As variáveis meteorológicas foram registradas a cada 30 minutos durante oito horas, semanalmente. Nos mesmos dias foram aferidas as respostas fisiológicas de frequência respiratória, temperatura retal, temperatura da superfície e da pele, em dois turnos, manhã e tarde. Para frequência respiratória foi observada diferença ( $P < 0,01$ ) entre os tratamentos e turnos. Para temperatura retal foi observada diferença ( $P < 0,01$ ) entre os turnos. A adição de selênio orgânico na dieta de cabras leiteiras apresentou efeito benéfico nos parâmetros termorreguladores, frequência respiratória e temperatura da superfície da pele.

**Palavras – chave:** caprinos, frequência respiratória, clima quente, micromineral

## ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the effect of the addition of organic selenium on dairy goats feeding during lactation on the physiological parameters related to thermoregulation in warm environment. Sixteen goats (12 Saanen and 4 crossbred Anglo - Nubian and Toggenburg cows) were used in a randomized block design, blocked by race and lactation order in two treatments, with and without addition of selenium in the concentrate. During the experimental period, the animals remained in a semi-intensive system; In the morning, fed on the native pasture food available in the Caatinga, 500g/animal/day of standard concentrate (morning and afternoon) and 500g/animal/day of elephant grass and sugar cane, chopped in the trough after Milking and water ad libitum. Samples were collected from the native grass, collected in the trough and concentrated for the chemical composition of the diet and determination of selenium. Blood samples were collected by venipuncture of the jugular with vacutainer® tube with heparin and Edta, five days after delivery and every 21 days after starting supplementation, to determine the levels of selenium and thyroid hormones in the blood. The meteorological variables were recorded every 30 minutes during eight hours, weekly. On the same day, were collected the physiological responses of respiratory rate, rectal temperature, surface and skin temperature, morning and afternoon. To the respiratory rate was observed difference ( $P < 0,01$ ) between treatments and shifts. To the rectal temperature was observed difference ( $P < 0,01$ ) between the shifts. The addition of organic selenium in the diet of lactating goats has a benefic effect on the thermoregulatory parameters, respiratory rate and surface temperature of the skin.

Keywords: goats, respiratory rate, warm climate, micromineral

## 1. INTRODUÇÃO

As cabras são animais homeotérmicos, capazes de regular sua temperatura interna mesmo com oscilações de temperatura ambiente (SALAMA et al., 2014). Em regiões, como a semiárida que apresentam temperaturas, umidade do ar e radiação solar altas, os animais podem sofrer alterações comportamentais ou fisiológicas com a finalidade de regular a temperatura corporal, em repostas a esses mecanismos, afetando conseqüentemente a ingestão de alimentos e redução na produção (FAÇANHA et al., 2012).

Segundo o NRC (2007), os animais submetidos a estresse calórico, reduzem o consumo de alimentos para evitar a geração de calor metabólico e aumentam sua exigência de manutenção de 7 a 25%, energia essa que deveria ser utilizada para a produção.

Dentre os fatores fisiológicos, os parâmetros que mais indicam o grau de tolerância do animal ao ambiente são a frequência respiratória e a temperatura retal (MCMANUS et al., 2011). Além desses, o estresse térmico desencadeia alterações agudas nas concentrações plasmáticas de hormônios tireoidianos, triiodotironina ( $T_3$ ) e tiroxina ( $T_4$ ), que reduzem, para diminuir o efeito calorígeno, reduzindo a produção de calor (SALAMA et al., 2014). Porém, esses hormônios regulam outros processos no metabolismo, como o crescimento, reprodução e produção de leite (FAÇANHA et al., 2013).

Segundo Ebrahimi, Towhidi e Nikkahah. (2009), avaliando a utilização do selênio na termorregulação de bezerras, observaram que em condições de estresse térmico por frio, o selênio por meio da selenoproteína foi capaz de converter hormônio inativos de  $T_4$  em  $T_3$ .

Porém, os trabalhos avaliando o efeito do selênio na termorregulação de cabras leiteiras em clima tropical são escassos. Levando em consideração a hipótese de o selênio possa converter hormônios ( $T_4$ ) em ( $T_3$ ) e auxiliar na regulação desses hormônios no organismo contribuindo com a termorregulação e melhorando a produção.

Diante do exposto, o objetivo desse trabalho foi avaliar o efeito da adição de selênio orgânico na alimentação de cabras leiteiras durante a lactação e seu efeito nos aspectos termorreguladores, em região tropical.



## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Regularização

O presente trabalho foi aprovado pela comissão de Ética no uso de animais (CEUA), da Universidade Estadual Vale do Acaraú – UVA, sob o número 004.04.014. UVA. 504.01.

### 2.2 Local

O experimento foi realizado no Núcleo de Pesquisa em Nutrição de Pequenos Ruminantes da Fazenda Experimental Vale do Acaraú (FAEX), localizada no município de Sobral-CE, zona fisiográfica do Sertão Cearense (Figura 1). em que, foi realizada estação de monta de 42 dias, com início no mês de março, e o período experimental foi de julho a outubro de 2016. O clima na região é do tipo BSH'w, semiárido quente, segundo o sistema de Köppen com período chuvoso de janeiro a junho, e o seco de julho a dezembro. As médias de temperatura para o período experimental foram máximas de 28,7°C e mínimas de 23,4°C, obtidos na estação meteorológica, localizada na cidade de Sobral-CE, pertencente ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2016).



**Figura 1.** Mapa do Ceará, com destaque ao município de Sobral, local de realização do experimento. Fonte: Google Maps (2016).

### 2.3. Estação de Montagem e Geração

Os animais foram provenientes de uma estação de monta natural controlada, com duração de 42 dias, utilizando-se 22 cabras, mestiças de Saanen e Toggenburg, de 1ª a 3ª ordem de lactação com peso médio de 33 kg, e dois reprodutores da raça Saanen com peso médio de 52 kg, clinicamente saudáveis.

O sistema de criação durante este evento foi o semi-intensivo. Pela manhã as cabras se alimentavam do suporte alimentar de pastagem nativa disponível na Caatinga,

e a tarde recebiam ração *flushing* (90,68% de milho em grão moído, 8,44% de farelo de soja e 0,88 de calcário), sendo ofertado, 250g/animal/dia de forma coletiva.

Aos 30 dias, após o final da estação de monta foram confirmadas a prenhez de 17 cabras através de ultrassonografia modelo Kx5000 (Xuzhou Kaixin Eletronic Instrument. Todas as fêmeas tiveram o parto acompanhado e permaneceram com as crias até o sexto dia (fase colostrar).

## 2.4 Tratamentos e Delineamento experimental

As 16 fêmeas foram distribuídas no experimento, em delineamento inteiramente casualizado, com dois grupos experimentais (tratamentos). Cada tratamento continha um grupo de oito cabras lactantes, sendo que um grupo recebeu uma dieta com e o outro sem adição de selênio orgânico.

## 2.5 Animais, Instalações e manejo alimentar

No sétimo dia após a fase colostrar, 16 cabras, mestiças de Saanen e Toggenburg, com peso médio  $40,75 \pm 8,3$  kg foram distribuídas nos tratamentos. Durante o período experimental, as cabras foram alojadas em baias individuais de estrutura metálica com área de  $1,2 \text{ m}^2$  (1,2 m x 1,0 m), com piso de concreto e coberto com telhas de alumínio, equipadas com comedouros e bebedouros (Figura 2).



**Figura 2.** Instalações (baias individuais), usadas durante o experimento. Fonte: Arquivo Pessoal, Martins (2016).

Os animais permaneceram em sistema semi-intensivo. Pela manhã foi utilizado um hectare de uma área de pastagem nativa da caatinga, e recebiam 500g/animal/dia de concentrado padrão (70 volumoso/30 concentrado), a base de milho em grão moído, farelo de soja e calcário (Tabela 1), seguindo as recomendações para

caprinos leiteiros com partos simples do NRC (2007), divididos em duas porções, (50%) pela manhã e (50%) à tarde.

Tabela 1. Ingredientes utilizados para o concentrado padrão fornecido durante o período experimental segundo o NRC (2007).

Ingredientes	Porção (%)
Milho em grão moído	68,70
Farelo de Soja	30,40
Calcário	0,90
<b>Total</b>	<b>100</b>

Foi adicionado no tratamento com selênio 80 mg do suplemento, que de acordo com a análise laboratorial realizada no laboratório Biominerais em Campinas-SP, continha concentração de 2852µg/kg de selênio total, no qual 0,23 µg foi destinado ao animal por dia, misturado ao alimento concentrado.

O selênio orgânico utilizado foi proveniente de levedura selenizada, que é uma cultura pura de *Saccharomyces cerevisiae*, obtida de uma cepa especialmente selecionada, fornecido de acordo com a recomendação da Empresa fabricante sendo 15g da levedura para cada 100 kg de concentrado fornecido. Conforme a Empresa fornecedora a levedura tem como características físico-químicas: Proteínas (N x 6,25) g/100g = mín. 45,0; Umidade (105± 2°C) g/100g = máx.8,0; pH (solução 10%) = 5,0-7,5; Gordura (total) g/100g= 5-8; Cinzas (total) g/100g = máx. 8,0; Densidade g/l = mín. 420; Fibra Bruta g/100g =máx. 3,0; Selênio total ppm = mín. 2000; Selênio orgânico % = mín 98,0; Se Metionina/ Se total % = >70,0. E características microbiológicas: Mesófilos Aeróbios Totais UFC/g = ≤ 10000; Coliformes Totais NMP/g = ≤ 10; Coliformes Termotolerantes NMP/g = Ausente; Bolores/Leveduras UFC/g = ≤ 100; *E.coli* NMP/g = Ausente; Salmonella / 375 g = Ausente.

Como porção volumosa, além do suporte alimentar de pastagem nativa disponível na caatinga, recebiam 500g/animal/dia de capim elefante (50%) (*Pennisetum purpureum Schum.*) e cana-de-açúcar (50%) (*Saccharum officinarum*), oriundo da própria FAEX, picado no cocho, após a ordenha. A água era fornecida à vontade. Foram coletadas amostras do pasto nativo, por meio de pastejo simulado; volumoso fornecido no cocho e concentrado, no início (julho) e final (outubro) do experimento, e realizado uma amostra composta para composição química-bromatológica da dieta (Tabela 2). Para determinações de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), cinzas, extrato etéreo

(EE) e proteína bruta (PB) dos alimentos, seguiu-se as metodologias propostas pela AOAC (1990).

Para a quantificação da fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), celulose, e lignina, seguiu-se as metodologias recomendadas por Van Soest et al. (1991), com adaptações em autoclave por Senger et. al (2008). A digestibilidade foi realizada conforme recomendações de Silva e Leão (1979) e Maynard et al. (1984). Os teores dos nutrientes digestíveis totais (NDT) foram estimados conforme preconiza o National Research Council (2001),  $NDT = PBd + (2,25 * EEd) + CNFd + FDNd - 7$ , onde PBd, EEd, CNFd e FDNd significam, respectivamente, proteína bruta digestível, extrato etéreo digestível, carboidratos não fibrosos digestíveis e fibra em detergente neutro digestível. A determinação de Nitrogênio Indigestível em Detergente Ácido (NIDA) e Nitrogênio Indigestível em Detergente Neutro (NIDN) conforme as recomendações de Van Soest et al. (1994).

Tabela 2. Composição química-bromatológica, digestibilidade e teor de selênio com base na matéria seca (%) dos componentes dietéticos fornecidos as cabras leiteiras durante o período experimental.

Nutrientes (%)	Volumoso*	Pasto Nativo**	Concentrado
<b>Matéria Seca (MS)<sup>1</sup></b>	92,7	94	91,1
<b>Matéria orgânica (MO)</b>	90,7	91,7	96,7
<b>Cinzas</b>	9,3	7,8	3,0
<b>Proteína Bruta (PB)</b>	3,9	4,2	20,9
<b>Extrato Etéreo (EE)</b>	1,6	5,0	2,8
<b>Fibra em Detergente Neutro (FDN)</b>	63,2	60,2	57,1
<b>Fibra em Detergente Ácido (FDA)</b>	41,1	39,8	9,7
<b>Celulose</b>	23,1	21,1	48,6
<b>Lignina</b>	2,6	2,2	1,9
<b>Digestibilidade/MO</b>	35,9	33,5	91,8
<b>Nutrientes Digestíveis Totais (NDT)</b>	59,9	67,3	72,7
<b>Nitrogênio Indigestível em Detergente Ácido (NIDA)</b>	0,2	0,9	0,4
<b>Nitrogênio Indigestível em Detergente Neutro (NIDN)</b>	0,5	1,1	2,1
<b>Selênio (SE) (mg/kg)</b>	0,24	0,51	0,52

<sup>1</sup> Matéria seca a 105°C. \*50% de capim elefante (*Pennisetum purpureum Schum.*) e (50%) cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*). \*\*marianinha (*Commelina diffusa Burnm.F.*), erva de ovelha (*Stylosanthes humilis*), jitirana lisa (*Ipomea glabra Choisy*), bamburral (*Hypytis suaveolens*), sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia Benth*), pau branco (*Auxemma onocalyx*), juazeiro (*Zizyphus joazeiro*).

Foi retirada uma amostra de 20g da parte volumosa e concentrada da dieta fornecida, e enviada ao laboratório Biominerais em Campinas-SP para determinar o teor de selênio por meio de Espectrometria de Emissão Atômica por plasma indutivamente acoplado-ICAP-6300 Thermo Scientific - por geração de hidretos.

## **2.6 Coletas de dados**

### **2.6.1 Determinação de selênio no sangue**

Para a determinação dos teores de selênio no sangue foram colhidas quatro amostras por animal. A primeira com cinco dias após o parto antes de iniciar os tratamentos; a segunda com 21 dias após a última cabra entrar no tratamento; e as restantes a cada 21 dias, totalizando 64 amostras, durante o experimento.

O sangue das 16 cabras foi coletado por venipunção da jugular com auxílio de coletor, à vácuo de 5 mL, contendo heparina. As amostras foram armazenadas em caixas isotérmicas com gelo reciclável e enviadas para o Laboratório Biominerais, em Campinas-SP, para determinação dos teores de selênio no sangue por meio de Espectrometria de Emissão Atômica por plasma indutivamente acoplado-ICAP-6300 Thermo Scientific- por geração de hidretos.

### **2.6.2 Determinação de selênio no solo**

Para determinação dos teores de Se no solo, foi colhida uma amostra composta, representativa da área onde os animais frequentavam para pastejo e da área onde era retirado o volumoso fornecido no cocho. As amostras foram coletadas na profundidade de aproximadamente 20 cm em forma de zig-zag, colocadas em tubos falcon estéreis de 50 mL, lavados com água deionizada e secos em estufa a 39°C. As amostras foram encaminhadas ao Laboratório Biominerais em Campinas-SP por meio de Espectrometria de Emissão Atômica por plasma indutivamente acoplado-ICAP-6300 Thermo Scientific- por geração de hidretos. A média de selênio encontrada no solo foi de 0,132 mg/kg.

### **2.6.3 Variáveis Meteorológicas**

Para obtenção das variáveis ambientais, instalou-se no aprisco uma estação meteorológica para registro das temperaturas máxima e mínima, temperatura de globo negro, bulbo úmido e seco, a uma altura correspondente ao dorso dos animais. Estas

variáveis meteorológicas foram anotadas a cada 30 minutos (das 8 às 17 h) semanalmente, nos dias da coleta dos dados fisiológicos ao longo da fase experimental. Posteriormente, foi realizada a média dos dias coletados para cada turno, manhã e tarde, correspondendo ao período de coleta de cada 21 dias.

A partir dos registros de temperaturas do bulbo seco e úmido foram estimadas a umidade relativa do ar, expressa em pressão parcial de vapor. Os cálculos foram feitos a partir da seguinte expressão:

$$\text{Pressão parcial de vapor à temperatura do ar} - P_p(t_a) = P_s(t_u) - \mu (t_a - t_u)$$

Sendo:

$P_s(t_u)$  = Pressão de saturação à temperatura;

$\mu$  = constante psicrométrica;

$t_a$  = temperatura do ar ou do bulbo seco;

$t_u$  = temperatura do bulbo úmido, °C.

Com os dados meteorológicos registrados foram calculados o Índice de Temperatura e Umidade (ITGU) e Carga Térmica Radiante (CTR), utilizando a metodologia descrita por Buffington et al. (1981) por meio das equações:

$$\text{ITGU} = t_g + 0,36 t_{po} + 41,5\mu$$

Sendo:

$t_g$  = temperatura do termômetro de globo °C;

$t_{po}$  = temperatura do ponto de orvalho em °C;

41,5 = constante.

$$\text{Para Carga Térmica Radiante} = 1,053 h_c (t_g - t_a) + \sigma t_g^4, \text{ W/m}^2$$

Sendo:

$h_c$  = coeficiente de convecção do globo negro, W/m<sup>2</sup>/k;

$t_g$  = Temperatura do termômetro do globo °K;

$t_a$  = Temperatura do ar, °K;

Essas medidas foram calculadas para verificar as influências das trocas térmicas por radiação entre o meio ambiente e o animal.

#### 2.6.4 Variáveis Fisiológicas

As aferições da frequência respiratória (FR), temperatura retal (TR), temperatura de superfície da pele (TSP) e temperatura da epiderme (TE) foram realizadas semanalmente, durante o período experimental em dois turnos, sendo um

registro pela manhã (9 h) e outro à tarde (15 h). Foram realizadas médias dos dias registrados para cada turno, correspondendo ao período de coleta de cada 21 dias.

A FR foi aferida por meio de observações direta dos movimentos dos flancos/minuto, com o auxílio de um cronômetro, por período de 30 segundos e o resultado multiplicado por dois, para obtenção em minuto, sendo as aferições feitas pela mesma pessoa durante todos os dias de coleta (Figura 3a).

A TR foi aferida por meio de termômetro clínico digital em °C, introduzido diretamente no reto do animal esperando estabilizar por aproximadamente 2 minutos (Figura 3b). A TSP foram realizadas por meio de um termômetro de infravermelho modelo ST a uma distância de 50 cm conforme preconiza o fabricante (Figura 3c). O cálculo da TSP foi realizado por meio da média ponderada de cada local aferido: frente, dorso, canela e o úbere, conforme metodologia adaptada de Pinheiro et al. (2005). Para aferição da temperatura da pele foi realizado tricotomia dos pelos próximo do dorso do animal e tomado pelo termômetro de infravermelho modelo ST diretamente na pele.



**Figura 3.** a) Aferição da Frequência Respiratória. b) Temperatura Retal. c) Temperatura da Superfície da Pele. Fonte: Arquivo Pessoal, Martins (2016).

Para determinação da dosagem dos hormônios T3 e T4 foram colhidas quatro amostras por animal: a primeira, com cinco dias após o parto antes de iniciar os tratamentos; a segunda com 21 dias após a última cabra entrar no tratamento; e as restantes a cada 21 dias, totalizando 64 amostras.

O sangue das 16 cabras foi coletado por venipunção da jugular com auxílio de coletor, agulha e tubo do tipo vacutainer<sup>®</sup> de 5 mL, com EDTA (etilenodiaminotetracético). As amostras foram centrifugadas a 3000g por minuto, por 5 minutos. O plasma foi transferido para microtubos de 1,5 mL tipo eppendorf<sup>®</sup> e congelados a -20°C. Posteriormente foram transportadas em caixa isotérmicas até o Laboratório de Bacteriologia da Embrapa Caprinos e Ovinos para realização dos testes por meio de kit comercial para determinação (T3 MONOBIND - 225-300A - T4 ACCUBIND 1,96

wells), utilizando o método ELISA, em um leitor de placas Bio Rad Model 680 – Microplate Reader.

## **2.7 Análise estatística**

O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado, com dois tratamentos, com e sem a suplementação com selênio orgânico. Para avaliar os parâmetros fisiológicos, bem como para concentração de T3, T4 e selênio no sangue, foram analisados por meio de análise de variância em esquema de parcelas subdivididas ao longo do tempo, onde as parcelas foram os tratamentos e as subparcelas os dias de coleta. Foram realizados testes de correlação pelo coeficiente de Pearson, entre as variáveis fisiológicas e concentração de T3 e T4 com a concentração de selênio no sangue. Foi realizado o teste de comparação entre as médias de Tukey com 10% de probabilidade para todos os testes. Utilizando o software estatístico SAS 9.2 (2009).

## **3 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Os resultados para as variáveis meteorológicas, temperatura ambiental, temperaturas máxima e mínima, umidade relativa e indicadores de conforto térmico estão apresentados na Tabela 3.

A temperatura ambiental no turno da manhã foi maior aos 63 dias chegando a 30,8°C, diferindo ( $P < 0,01$ ) das mensurações aos 21 e 42 dias durante a fase experimental. Em todos os dias avaliados a temperatura ambiental e temperaturas máxima e mínima foram observadas diferenças ( $P < 0,05$ ) entre os turnos e à tarde foram maiores em comparação com o turno matutino.

Os valores de temperatura encontrados no presente estudo variaram entre 28,7 a 34,5°C, em ambos os turnos, caracterizando um ambiente quente. Considerando que as coletas foram realizadas nos meses de julho a outubro, na estação seca, é provável que esses registros sejam pela maior incidência de radiação solar, uma vez que neste período há uma menor nebulosidade na região, o que justifica as temperaturas elevadas obtidas no interior do galpão. Elevadas temperaturas e alta umidade são características do clima do nordeste brasileiro local do presente estudo (FAÇANHA et al., 2012).

A umidade relativa foi elevada em todas as coletas, e observou-se diferença ( $P < 0,01$ ) entre as coletas e os turnos, sendo que à tarde foram mais baixas em relação à manhã.



Baêta e Souza (1997), consideram que para caprinos adultos estejam dentro da sua zona de conforto térmico o ideal é que a umidade relativa do ar encontre-se entre 50 a 80%. No presente estudo, obteve-se valores aproximados aos sugeridos pelos autores. A umidade relativa juntamente com a radiação solar são agentes com ações diretas aos animais (FAÇANHA et al., 2012).

Tabela 3. Temperatura Ambiental (TA), Temperatura Máxima (T. Máx.), Temperatura Mínima (T. Mín.), Umidade Relativa (UR), e dos indicadores de conforto térmico, Temperatura do Globo Negro e Umidade (ITGU) e Carga Térmica Radiante (CTR) a cada 21 dias, durante o período experimental nos turnos manhã e tarde.

Variáveis Ambientais	Turno	Período (dias)		
		21	42	63
T.A (°C)	Manhã	28,7 <sup>Aa</sup>	29,9 <sup>Aab</sup>	30,8 <sup>Ab</sup>
	Tarde	33,5 <sup>Ba</sup>	34,5 <sup>Ba</sup>	33,8 <sup>Ba</sup>
T. Máx. (°C)	Manhã	27,3 <sup>Aa</sup>	28,6 <sup>Ab</sup>	28,2 <sup>Aab</sup>
	Tarde	31,1 <sup>Bab</sup>	32,2 <sup>Bb</sup>	30,5 <sup>Ba</sup>
T. Mín. (°C)	Manhã	25,7 <sup>Aa</sup>	26,6 <sup>Aa</sup>	26,1 <sup>Aa</sup>
	Tarde	30,4 <sup>Bb</sup>	29,2 <sup>Bab</sup>	28,0 <sup>Ba</sup>
U.R (%)	Manhã	72,7 <sup>Ac</sup>	82,0 <sup>Ab</sup>	84,7 <sup>Aa</sup>
	Tarde	60,7 <sup>Bb</sup>	64,3 <sup>Bb</sup>	86,7 <sup>Ba</sup>
ITGU	Manhã	77,2 <sup>Aa</sup>	80,5 <sup>Ab</sup>	81,9 <sup>Aa</sup>
	Tarde	82,5 <sup>Ba</sup>	83,4 <sup>Bb</sup>	84,3 <sup>Ba</sup>
CTR	Manhã	460,4 <sup>Aa</sup>	477,8 <sup>Ab</sup>	478,7 <sup>Ab</sup>
	Tarde	493,1 <sup>Ba</sup>	495,2 <sup>Aa</sup>	489,3 <sup>Aa</sup>

Médias na mesma linha, seguidas de letras minúsculas diferentes, apresentam diferença (P<0,01) pelo teste Tukey a 10% de probabilidade; Médias na mesma coluna, seguidas de letras maiúsculas diferentes, apresentam diferença (P<0,01).

No presente estudo os valores encontrados para o ITGU e CTR foram elevados, e verificaram-se diferenças (P<0,01) entre as coletas e os turnos, sendo que à tarde foram mais altos em relação à manhã. Segundo Medeiros et al. (2015), a CTR indica que houve maiores níveis de radiação e menor nebulosidade. O que pode vir a explicar os altos valores de CTR no presente estudo, pois as coletas foram realizadas na estação seca, período que na região semiárida possui menor nebulosidade. Maiores níveis de radiação mensurados por meio da carga térmica radiante ocasionam aumento nas variáveis termorreguladoras (SILVA et al., 2007).

Façanha et al. (2012), estudando as características termorreguladoras de cabras leiteiras em clima tropical, observaram CTR de 767,38 e ITGU de 89,86, valores

estes que foram superiores aos do presente estudo, e que nessas condições os autores observaram que os animais encontravam-se fora da sua zona de conforto térmico e precisaram de utilizar de ajustes fisiológicos de termorregulação para buscar seu equilíbrio térmico.

Os resultados para Frequência Respiratória, Temperatura Reta, Temperatura da Superfície da Pele e Temperatura da Pele nos diferentes turnos (manhã e tarde) dos animais suplementados ou não com selênio orgânico estão apresentados na Tabela 4.

Para frequência respiratória foi observada diferença ( $P < 0,01$ ) entre os tratamentos e turnos. Em ambos os turnos foi observada menor FR para os animais que receberam a suplementação com selênio, mesmo a temperatura ambiental e índices de conforto térmico estando elevados (Tabela 3), o que pode estar relacionado ao efeito antioxidante do selênio, pois temperaturas elevadas aumentam a produção de oxigênio celular derivado de radicais livres. Que possivelmente reduziu a necessidade dos animais de utilizar-se desse mecanismo para manter a sua homeotermia neste estudo.

Tabela 4. Frequência Respiratória (FR), Temperatura Retal (TR), Temperatura da Superfície da Pele (TSP) e Temperatura da Pele (TP) de cabras leiteiras suplementadas ou não com selênio orgânico, durante a fase experimental em diferentes turnos.

Variáveis	Tratamentos	Turno	
		Manhã	Tarde
FR	Sem Selênio	43,9 <sup>Ba</sup>	46,4 <sup>Bb</sup>
	Com Selênio	40,8 <sup>Aa</sup>	41,2 <sup>Aa</sup>
TR	Sem Selênio	38,6 <sup>Aa</sup>	38,9 <sup>Ab</sup>
	Com Selênio	38,7 <sup>Aa</sup>	38,9 <sup>Ab</sup>
TSP	Sem Selênio	33,5 <sup>Aa</sup>	35,3 <sup>Bb</sup>
	Com Selênio	33,5 <sup>Aa</sup>	34,9 <sup>Ab</sup>
TP	Sem Selênio	35,5 <sup>Aa</sup>	36,0 <sup>Ab</sup>
	Com Selênio	35,5 <sup>Aa</sup>	35,9 <sup>Ab</sup>

Médias na mesma linha, seguidas de letras minúsculas diferentes, apresentam diferença ( $P < 0,01$ ) pelo teste Tukey a 10% de probabilidade; Médias na mesma coluna, seguidas de letras maiúsculas diferentes, apresentam diferença ( $P < 0,01$ ).

No turno da tarde, em que as temperaturas apresentaram-se mais elevadas foi observada uma maior FR, pois os animais tendem a aumentar a frequência respiratória para eliminar calor em excesso a fim de evitar o aumento da temperatura retal para níveis fisiológicos fora do que é considerado normal. Segundo McManus et

al. (2011), a frequência respiratória juntamente com a temperatura retal são os mecanismos mais utilizados para identificar animais tolerantes ao calor, sendo os meios mais comuns de troca de calor entre o animal e o ambiente.

A frequência respiratória para animais em condições termoneutras é de 48 movimentos/minutos (HAMZAOUI et al., 2013). Os valores obtidos no presente estudo estavam dentro da normalidade, mesmo com a alta temperatura ambiente observada e mesmo os animais sendo criados em sistema semi-intensivo. Segundo Costa et al. (2015) em sistema de criação extensiva, os animais são expostos a radiação solar direta de ondas curtas o que aumenta a necessidade de termólise respiratória. Porém, o fato de os animais do presente estudo serem confinados no período da tarde, após retorno do pasto, pode ter amenizado a necessidade de utilização desse mecanismo, apesar do estoque térmico. Outro fator que contribuiu foi que os animais utilizados no estudo eram animais mestiços nascidos em ambiente semiárido, que segundo Façanha et al. (2012), uma característica importante dos animais criados em regiões tropicais é a tolerância ao calor, que pode ser adquirido ao longo das gerações.

Para TR, não houve diferença entre os tratamentos ( $P > 0,01$ ), porém entre os turnos diferiram ( $P < 0,01$ ), em que a tarde foi mais elevada. Segundo Medeiros et al. (2007), a temperatura retal normal para cabras leiteiras é de  $39^{\circ}\text{C}$ , e no presente estudo mesmo estando elevados no turno da tarde, não ultrapassou o considerado fisiologicamente normal. Porém, não se pode avaliar a temperatura corporal do animal unicamente como mecanismo de termorregulação. Segundo Façanha et al. (2013), os animais criados em clima quente utilizam-se de mecanismos para evitar a perda de água nas horas mais quentes do dia, acumulando calor, para evitar assim a termólise evaporativa. Portanto, esses animais tendem a aumentar a temperatura retal durante a tarde a fim de que reduza a frequência respiratória, para dessa forma entrar em equilíbrio com o ambiente.

Para temperatura da superfície da pele e temperatura da pele houve diferença ( $P < 0,01$ ) entre os turnos, sendo que no turno da tarde apresentaram-se mais altas em relação ao turno matutino. Foi observada correlação positiva moderada ( $r = 0,48$ ) entre a temperatura da superfície da pele e a CTR. Essa correlação pode ser justificada pelo fato que no período seco do ano a energia e radiação solar tem maior absorção pela superfície da pele, e em situações como ocorreu no turno da tarde em que a temperatura ambiente se aproxima da temperatura da superfície da pele, o animal

passa a ganhar calor por convecção, como ocorreu no turno da tarde nesta pesquisa, em que a temperatura ambiente se aproxima da temperatura da superfície da pele.

O pelame separa o corpo dos animais do ambiente e têm influência direta com as trocas térmicas (FAÇANHA et al., 2010). Segundo Silva et al. (2010), quando a temperatura ambiente excede 30°C a evaporação de forma cutânea é responsável por cerca de 80% da perda de calor latente.

Entre os tratamentos observou-se diferença ( $P < 0,01$ ) apenas no turno da tarde para temperatura da superfície da pele, sendo que no tratamento com selênio verificou-se menor temperatura. Mesmo sendo no turno da tarde onde as temperaturas e índices de conforto térmico foram maiores, esse fato pode estar relacionado ao selênio apresentar características antioxidantes que reduzem as células de oxigênio gerado por radicais livres por meio de altas temperaturas, mostrando a sua eficiência na termorregulação dos animais criados em clima quente.

As dosagens dos hormônios triiodotironina ( $T_3$ ) e tiroxina ( $T_4$ ) não diferiram ( $P > 0,01$ ) para os diferentes tratamentos testados e coletas antes e a cada 21 dias após a suplementação Tabela 5. Os níveis de  $T_3$  e  $T_4$  foram de 1,49 ng / mL e 2,44 ng / mL respectivamente, sendo considerados valores baixos para cabra (CHADIO et al., 2002). Em ambientes quentes os níveis de  $T_3$  e  $T_4$  se reduzem com a finalidade de diminuir o calor metabólico melhorando os processos de termorregulação, porém a redução dessas taxas metabólicas como consequência reduzem a produção de leite (FAÇANHA et al., 2013).

Tabela 5. Dosagem dos hormônios triiodotironina ( $T_3$ ), e tiroxina ( $T_4$ ), em quatro coletas, a cada 21 dias, durante o período experimental.

Tratamentos	Variáveis	
	$T_3$ (ng/mL)	$T_4$ (ng/mL)
Sem Selênio	0,74 <sup>A</sup>	0,82 <sup>A</sup>
Com Selênio	0,72 <sup>A</sup>	0,76 <sup>A</sup>
<b>Significância</b>	ns	Ns
<b>Período (dias)</b>		
0	0,81 <sup>A</sup>	0,64 <sup>A</sup>
21	0,67 <sup>A</sup>	0,74 <sup>A</sup>
42	0,68 <sup>A</sup>	0,83 <sup>A</sup>
63	0,78 <sup>A</sup>	0,96 <sup>A</sup>
<b>Significância</b>	ns	Ns
<b>Tratamento x Período</b>	0,94	0,53

Médias na mesma coluna, seguidas de letras diferentes, apresentam diferença ( $P < 0,01$ ) pelo teste Tukey a 10% de probabilidade;

O selênio por sua vez, por meio da selenoproteína tem a capacidade de converter hormônios inativos de  $T_4$  em hormônios ativos de  $T_3$  em casos de estresse térmico por frio (EBRAHIMI; TOWHIDI; NIKKAHAH, 2009). Esse mecanismo é vantajoso para condições de estresse em altas temperaturas, pois como esses hormônios se reduzem podendo prejudicar o desenvolvimento e produção do animal, o selênio faz com que esses hormônios se elevem de maneira com que não prejudiquem a termorregulação e nem a produção. Porém, no presente estudo esse processo de conversão de  $T_4$  em  $T_3$  não pode ser observado, provavelmente devido ao pasto nativo presente em ambos os tratamentos possuírem quantidade de selênio (0,51 mg/kg), sendo maior do que o fornecido no tratamento com a suplementação, dificultando a resposta do tratamento com adição do micromineral para os hormônios  $T_3$  e  $T_4$ .

#### **4. CONCLUSÃO**

A adição de selênio orgânico na dieta de cabras leiteiras teve efeito benéfico nos parâmetros termorreguladores, frequência respiratória e temperatura da superfície da pele.

#### **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A suplementação com selênio orgânico após 60 dias mostrou-se promissor para a redução de incidência de mastite subclínica em caprinos leiteiros, o que indica que o seu efeito em longo prazo pode beneficiar a redução da contagem de células somáticas, melhorando conseqüentemente, a qualidade do leite.

Em adição, observou-se que os animais durante o período experimental conseguiram manter a sua homeotermia dentro da zona de neutralidade, e que a utilização do selênio orgânico teve efeito benéfico em parâmetros de termorregulação evaporativos.

#### **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- AOAC. **Official Methods of Analysis**. 15.ed. Rev. Gaithersburg, Maryland, USA, 1990.
- BAÊTA, F.C.; SOUZA, C. **Ambiência em edificações rurais: conforto animal**. Viçosa: UFV, 246 p. 1997.
- BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Instituto Nacional de Meteorologia (INMET)**. Disponível em:

- <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=estacoes/estacoesautomaticas>. Acesso em: 10 de jan. 2017.
- BUFFINGTON, D. E. et al. Black globe-humidity index (BGHI) as comfort equation for dairy cows. **Transactions of the ASAE**, v. 24, n. 3, p. 711-714, 1981.
- CHADIO, S. E. Pituitary responsiveness to gonadotropin- and thyrotropin-releasing hormones in goats treated with recombinant bovine somatotropin. **Small Ruminant Research**. v.46, n. 2-3, p. 149-157, 2002.
- COSTA, W. P. et al. Thermoregulatory responses and blood parameters of locally adapted ewes under natural weather conditions of Brazilian semiarid region. **Ciências Agrárias**, v. 36, n. 6, p. 4589-4600, 2015.
- EBRAHIMI, M.; TOWHIDI, A.; NIKKAHAH, A. Effect of organic selenium (Sel-Plex) on thermometabolism, blood chemical composition and weight gain in Holstein suckling calves. *Asian/Aust. Journal of Animal Science*, v.22, n.7, p.984-922, 2009.
- FAÇANHA D. A. E. et al. Variação Anual de características morfológicas e da temperatura de superfície do pelame de vacas da raça Holandesa em ambiente semiárido. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.4, p. 837-844, 2010.
- FAÇANHA, D. A. E. et al. Características termorreguladoras e desempenho de cabras leiteiras no terço inicial da lactação em clima tropical. **Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias**, v. 111, n.583-584, p.151-156, 2012.
- FAÇANHA, D. A. E. et al. Tendências metodológicas para avaliação da adaptabilidade ao ambiente tropical. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**. v.14, n.1, p.91-103, 2013.
- HAMZAOUI, S. et al. Physiological responses and lactational performances of late-lactation dairy goats under heat stress conditions. **Journal of Dairy Science**, v. 96, n. 10, p. 6355–6365, 2013.
- MAYNARD, L.A.; LOOSLI, B.S.; HINTZ, H.F. et al. (Eds). **Nutrição Animal**. 3.ed. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 726p. 1984.
- MCMANUS C. et al. Skin and coat traits in sheep in Brazil and their relation with heat tolerance. **Tropical Animal Health and Production**. v. 43, n.1, p. 121-126, 2011.
- MEDEIROS L.F.D. et al. Avaliação de parâmetros fisiológicos de caprinos SPRD (sem padrão racial definido) pretos e brancos de diferentes idades, no Município do Rio de Janeiro, RJ. **Boletim de Indústria Animal**, v. 64, n. 4, p. 275-285, 2007.
- MEDEIROS, L. F.D. et al. Determinação dos parâmetros fisiológicos, gradiente térmico e índice de tolerância ao calor em diferentes raças de caprinos. **Revista Brasileira de Medicina Veterinária**, v. 37, n. 4, p. 275-285, 2015.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient requerimentos of dairy cattle**. 7ed. Washington, D.C.: National Academy Press, 381p. 2001.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of small ruminants**. 1. ed. Washington, DC, USA: National Academy Press, 2007.

- PINHEIRO, M. G. et al. Efeito do ambiente pré-ordenha (sala de espera) sobre a temperatura da pele, a temperatura retal e a produção de leite de bovinos da raça Jersey. **Revista Portuguesa de Zootecnia**. v.12, n.2, p.37-43, 2005.
- SALAMA, A. A. K. et al. Different levels of response to heat stress in dairy goats. **Small Ruminant Research**, v. 121, n. 1, p. 73-79, 2014.
- SENGER, C.C.D.; KOZLOSKI, G.V. SANCHEZ, L.M.B. et al. Evaluation of autoclave procedures for fiber analysis in forage and concentrate feedstuffs. **Animal Feed Science Technology**. v.146, n.1-2, p.169–174, 2008.
- SILVA, J. F. C.; LEÃO, M.I. (Ed). **Fundamentos da nutrição de ruminantes**. 1.ed. Piracicaba: Livroceres, 380p. 1979.
- SILVA, R. G.; FAÇANHA-MORAIS D. A. E.; GUILHERMINO, M. M. Evaluation of thermal stress indexes for dairy cows in tropical regions. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n. 4, p. 1192–1198, 2007.
- SILVA, R. G.; GUILHERMINO, M. M.; FAÇANHA-MORAIS D. A. E. Thermal radiation absorbed by dairy cows in pasture. **International Journal of Biometeorology**. v.54, n.1, p. 5-11, 2010.
- VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, v.74, n.10, p.3583-3597, 1991.
- VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2.ed. Ithaca, New York (USA): Cornell University Press, 476p, 1994.