

ROGÉRIO OLIVEIRA PINHO

PARÂMETROS REPRODUTIVOS E METABÓLICOS DE CABRAS LEITEIRAS  
SUBMETIDAS A CONDIÇÕES BIOCLIMÁTICAS ARTIFICIAIS, SEMELHANTES À  
ZONA EQUATORIAL BRASILEIRA

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Medicina Veterinária, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

VIÇOSA  
MINAS GERAIS – BRASIL  
2007

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e  
Classificação da Biblioteca Central da UFV**

T

P654p  
2007

Pinho, Rogério Oliveira, 1981-

Parâmetros reprodutivos e metabólicos de cabras leiteiras submetidas a condições bioclimáticas artificiais, semelhantes à Zona Equatorial Brasileira / Rogério Oliveira Pinho. – Viçosa, MG, 2007.

xiii, 62f. : il. ; 29cm.

Orientador: José Domingos Guimarães.  
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.

Referências bibliográficas: f. 55-62.

1. Cabras - Reprodução. 2. Cabras - Fisiologia.  
3. Bioclimatologia animal. I. Universidade Federal de Viçosa. II. Título.

CDD 22.ed. 636.390824

ROGÉRIO OLIVEIRA PINHO

PARÂMETROS REPRODUTIVOS E METABÓLICOS DE CABRAS LEITEIRAS  
SUBMETIDAS A CONDIÇÕES BIOCLIMÁTICAS ARTIFICIAIS, SEMELHANTES À  
ZONA EQUATORIAL BRASILEIRA

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Medicina Veterinária, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 10 de agosto de 2007.

---

Prof<sup>a</sup>. Simone Eliza Facioni Guimarães

---

Prof. Marcelo Teixeira Rodrigues

---

Prof. José Dantas Ribeiro Filho

---

Prof. Haroldo Francisco L. Ribeiro

---

Prof. José Domingos Guimarães

(Orientador)

Aos meus pais, João e Nancy, pela educação, amor e incentivo que me deram.

Ao meu amor, Rafaela, pelo carinho e apoio incondicional, sempre.

*“O medo é temporário, o  
arrependimento pode ser para sempre.”*

(Autor desconhecido).

## AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, João e Nancy, pela criação, pelos conselhos, broncas e amor que me deram e que me tornaram um homem de bem.

Ao meu amor, Rafaela, por estar sempre ao meu lado em todos os momentos, sejam eles felizes ou tristes. Te amo!

À minha família, que apesar de distante, está sempre em meu coração e lembranças.

À família e amigos da minha namorada, pela confiança, amizade e por ter me dado uma nova família em Viçosa.

Ao orientador e amigo, José Domingos Guimarães (JD, como gosta de ser chamado), por acreditar no meu potencial e estar sempre disposto a ajudar e aconselhar. Obrigado por tudo!

À UFV e à Capes, pela oportunidade e concessão de bolsa de mestrado.

Aos sempre orientadores e amigos Haroldo Ribeiro, William Vale e Djacy Ribeiro, que me orientaram ao longo da graduação e me incentivaram a ingressar na pós-graduação.

Aos professores José Dantas Ribeiro Filho, Marcelo Teixeira Rodrigues, Paulo Hamakawa e Rita Flávia Miranda Oliveira, por terem contribuído para a realização do projeto.

Aos professores Cláudio Borela, Giovani Ribeiro, Eduardo Paulino e aos demais professores do DVT e do DZO.

A todos os funcionários dos setores de Caprinocultura, Equideocultura, Suinocultura e Bovinocultura de corte e de leite.

Aos funcionários do DVT e do DZO: Elísio, Seu Nenzinho (Bom dia!), Rose (sempre disposta a ajudar e resolver tudo), Zé Antônio e Zé Geraldo.

Aos amigos de Viçosa: Chico, Erick, Igor, Jeanne, Leonardo (valeu meu irmão), Miller, Morgana, Reno e Rogério Dias.

Aos amigos que ajudaram no experimento: Bruna, Elisa, Fábio (Bodão), Felipe (CL), Grazi, Kellice, Maurício (Japaman), Renan (Boca), Renan (Homer).

Aos eternos amigos de Belém: Camilo, Carneiro, Daniel, Dante, Jasmerys, Mário, Odonei, Sandro e Sebastião. E é claro aos meus grandes amigos e “irmãos” Augusto, Danilo e Fred, pelos longos anos de amizade. Apesar da distância, a amizade prevalece firme e forte.

A todas as outras pessoas que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho.

## SUMÁRIO

	Página
<b>LISTA DE FIGURAS.....</b>	vi
<b>LISTA DE TABELAS.....</b>	vii
<b>RESUMO.....</b>	x
<b>ABSTRACT.....</b>	xii
<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	1
<b>2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	3
<b>2.1. ESTACIONALIDADE E FOTOPERÍODO.....</b>	3
<b>2.1.1. Mecanismo de ação do fotoperíodo:.....</b>	6
<b>2.1.2. Fotoperíodo na fêmea:.....</b>	8
<b>2.1.3. Fotoperíodo artificial:.....</b>	10
<b>2.3. CONFORTO TÉRMICO:.....</b>	10
<b>2.2. CICLO ESTRAL:.....</b>	13
<b>2.3. DINÂMICA FOLICULAR:.....</b>	15
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS:.....</b>	23
<b>3.1. Câmara bioclimática e climatologia:.....</b>	23
<b>3.2. Animais, alimentação e sanidade:.....</b>	23
<b>3.3. Controle homeostático os animais:.....</b>	24
<b>3.4. Análises hormonais e perfil metabólico:.....</b>	24
<b>3.5. Dinâmica folicular:.....</b>	25
<b>3.6. Análises estatísticas:.....</b>	26
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO:.....</b>	27
<b>4.1. Dados climáticos:.....</b>	27
<b>4.2. Controle homeostático:.....</b>	29
<b>4.3. Análises hormonais e perfil metabólico:.....</b>	36
<b>4.4. Dinâmica folicular:.....</b>	44
<b>5. CONCLUSÃO:.....</b>	54
<b>6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:.....</b>	55

## LISTA DE FIGURAS

	Página	
Figura 1	Temperaturas críticas ambientais.	11
Figura 2	Distribuição das médias de temperatura e fotoperíodo ao longo do período experimental em cabras leiteiras submetidas a condições bioclimáticas artificiais (Grupo 1) semelhantes às da Zona Equatorial Brasileira, ou não (Grupo 2).	28
Figura 3	Padrão de ondas foliculares com 4 ondas para cabras leiteiras submetidas a condições bioclimáticas artificiais (Grupo 1) semelhantes às da Zona Equatorial Brasileira, ou não (Grupo 2).	47
Figura 4	Perfil de P4 e E2 ao longo do ciclo estral para cabras leiteiras submetidas a condições bioclimáticas artificiais (Grupo 1) semelhantes às da Zona Equatorial Brasileira, ou não (Grupo 2).	52



## LISTA DE TABELAS

	Página
Tabela 1 Médias e desvios padrão dos parâmetros climáticos dentro e fora da Câmara Bioclimática ao longo do período de adaptação e experimental em cabras leiteiras submetidas a condições bioclimáticas artificiais (Grupo 1) semelhantes às da Zona Equatorial Brasileira, ou não (Grupo 2).	27
Tabela 2 Médias e desvios padrão de consumo de água e ração, peso e escore de condição corporal (ECC) durante as fases de adaptação e experimental em cabras leiteiras submetidas a condições bioclimáticas artificiais (Grupo 1) semelhantes às da Zona Equatorial Brasileira, ou não (Grupo 2).	29
Tabela 3 Médias e desvios padrão do peso corporal e avaliações de escore de condição corporal (ECC) em cabras leiteiras submetidas a condições bioclimáticas artificiais (Grupo 1) semelhantes às da Zona Equatorial Brasileira, ou não (Grupo 2).	31
Tabela 4 Médias e desvios padrão de frequência respiratória (FR), frequência cardíaca (FC), temperatura retal (TR) e movimentos ruminais (MR) nos turnos da manhã e da tarde durante as fases de adaptação e experimental em cabras leiteiras submetidas a condições bioclimáticas artificiais (Grupo 1) semelhantes às da Zona Equatorial Brasileira, ou não (Grupo 2).	32
Tabela 5 Médias e desvios padrão das dosagens séricas de colesterol total,	

	proteínas totais (PT) e albumina (ALB) durante as fases de adaptação e experimental em cabras leiteiras submetidas a condições bioclimáticas artificiais (Grupo 1) semelhantes às da Zona Equatorial Brasileira, ou não (Grupo 2).	37
Tabela 6	Médias e desvios padrão das dosagens séricas de triiodotironina (T3), tiroxina (T4) e cortisol durante o período de adaptação (fase 1) em cabras leiteiras submetidas a condições bioclimáticas artificiais (Grupo 1) semelhantes às da Zona Equatorial Brasileira, ou não (Grupo 2).	39
Tabela 7	Médias e desvios padrão das dosagens séricas de triiodotironina (T3), tiroxina (T4) e cortisol durante o período experimental (fase 2) em cabras leiteiras submetidas a condições bioclimáticas artificiais (Grupo 1) semelhantes às da Zona Equatorial Brasileira, ou não (Grupo 2).	40
Tabela 8	Duração do ciclo estral e do estro durante a fase experimental em cabras leiteiras submetidas a condições bioclimáticas artificiais (Grupo 1) semelhantes às da Zona Equatorial Brasileira, ou não (Grupo 2).	44
Tabela 9	Número de folículos ovarianos no dia do estro e diâmetro do folículo ovulatório durante 3 estros em cabras leiteiras submetidas a condições bioclimáticas artificiais (Grupo 1) semelhantes às da Zona Equatorial Brasileira, ou não (Grupo 2).	46
Tabela 10	Intervalo entre a ovulação e a visualização do corpo lúteo (IOCL),	

período de visualização do corpo lúteo durante o ciclo estral (VCL), área do corpo lúteo (CLC) e maior diâmetro do corpo lúteo em relação ao ciclo estral (MDCL) em cabras leiteiras submetidas a condições bioclimáticas artificiais (Grupo 1) semelhantes às da Zona Equatorial Brasileira, ou não (Grupo 2).

49

Tabela 11 Médias e desvios padrão das dosagens séricas de progesterona (P4) e estrógeno (E2) de acordo com os dias do ciclo estral, durante o período experimental em cabras leiteiras submetidas a condições bioclimáticas artificiais (Grupo 1) semelhantes às da Zona Equatorial Brasileira, ou não (Grupo 2).

51

## RESUMO

PINHO, Rogério Oliveira, M.Sc. Universidade Federal de Viçosa, agosto, 2007. **Parâmetros reprodutivos e metabólicos de cabras leiteiras submetidas a condições bioclimáticas artificiais semelhantes à Zona Equatorial Brasileira.** Orientador: José Domingos Guimarães. Co-orientadores: Ciro Alexandre Alves Torres e Rita Flávia Miranda Oliveira.

Este trabalho estuda o comportamento reprodutivo de cabras das raças Alpina e Saanen submetidas a condições bioclimáticas artificiais semelhantes Zona Equatorial Brasileira, quando comparadas com cabras criadas em condições bioclimáticas normais típicas de regiões onde as mesmas demonstram comportamento poliéstrico estacional. O estudo foi conduzido durante a estação reprodutiva para a espécie caprina (abril a julho de 2007), consistindo de um período de adaptação de 30 dias (Fase 1), e período experimental (Fase 2) de 60 dias, na câmara bioclimática. Foram utilizados neste estudo, dois grupos de animais. O grupo 1 (n = 4) permaneceu na câmara bioclimática com controle da temperatura ambiente e umidade relativa do ar (8:00 - 12:00 horas – 30 °C; 12:00 - 18:00 – 36 °C; 18:00 - 8:00 – 26 °C; Umidade relativa (UR) média de 60 %; Fotoperíodo de 12 horas), simulando assim condições bioclimatológicas da Região Norte do Brasil (próxima à linha do Equador), enquanto que o grupo 2 (n = 4) foi mantido em gaiolas individuais com influência das variações climáticas naturais da estação. Foram mensurados parâmetros fisiológicos de frequências respiratória (FR) e cardíaca (FC), temperatura retal (TR) e movimentos ruminais (MR) duas vezes ao dia e acompanhamento diário da dinâmica folicular, além de coleta de sangue 2 vezes por semana para as dosagens de triiodotironina (T3), tiroxina (T4), cortisol, colesterol, proteínas totais (PT), albumina (ALB), progesterona (P4) e estrógeno (E2). Os valores médios para o consumo de água mostraram-se diferentes ( $p < 0,05$ ) tanto em função do grupo, quanto em função do tempo, sendo que os animais do grupo 1 consumiram mais do que o dobro de água (4.386,3 mL/dia) do que os animais do grupo 2 (1.663,2 mL/dia). Em relação ao consumo de ração, houve diferença entre grupos e fases (499,0 e 490,8 g/dia, para os grupos 1 e 2, respectivamente). Não houve variação nos valores médios para os parâmetros de peso corporal e escore de condição corporal (ECC) em função do tempo, no entanto durante a fase experimental houve diferença entre grupos no peso dos animais (50,5 e 41,5 kg, para os grupos 1 e 2, respectivamente). Durante a fase experimental, observou-se diferença ( $p < 0,05$ ) para os parâmetros fisiológicos estudados entre os turnos da manhã e tarde, sendo os valores da tarde sempre superiores aos da manhã. Com relação ao comportamento

concentrações de colesterol, ALB e PT em função dos dias, nos diferentes grupos e fases de adaptação e experimental, não se registrou nenhuma diferença nos valores médios obtidos durante todo o período de observação ( $p > 0,05$ ). Com relação ao comportamento das concentrações de T3, T4 e cortisol em função dos dias, nos diferentes grupos e fases de adaptação e experimental, não se registrou nenhuma diferença nos valores obtidos durante todo o período experimental ( $p > 0,05$ ). Não houve diferença ( $p > 0,05$ ) para as durações de ciclo estral e estro para os animais dos grupos 1 e 2. Não houve diferença ( $p > 0,05$ ) em relação ao número de folículos observados no dia do estro e diâmetro do folículo ovulatório, tanto em função dos grupos, quanto no número de estros avaliados, com valores médios de 4 e 3,5 no 1º estro, 5 e 3 no 2º estro, e 4 e 4,5 no 3º estro, para os grupos 1 e 2, respectivamente. O número de ondas foliculares observadas variou de 4 a 5 nos animais do grupo 1, e 2 a 4 ondas nos animais do grupo 2. O dia após a ovulação em que o corpo lúteo (CL) apresentou maior diâmetro foi  $5,2 \pm 2,0$ ;  $9,7 \pm 2,7$  e  $7,7 \pm 2,6$  para os 1º, 2º e 3º ciclos estrais, respectivamente, e a área do CL no dia de seu maior diâmetro foi de  $9,7 \pm 3,0$ ;  $12,1 \pm 4,4$  e  $7,0 \pm 1,3 \text{ mm}^3$  para os 1º, 2º e 3º ciclos estrais, respectivamente. Não houve diferença ( $p > 0,05$ ) em nenhum dos parâmetros reprodutivos estudados, tanto em função do grupo quanto dos estros. Apesar de os animais do grupo 1 terem demonstrado valores mais elevados de P4 e E2 em relação aos animais do grupo 2, o padrão de secreção endócrina desses hormônios mostrou-se semelhante para ambos os grupos em todos os ciclos estrais estudados, em função do tempo. Embora o número de animais avaliados em condições bioclimáticas semelhantes à Zona Equatorial Brasileira seja pequeno, os valores médios obtidos para os parâmetros fisiológicos, ingestão de alimentos e água, metabólicos e hormonal, indicaram que fêmeas caprinas podem ser criadas nas condições bioclimáticas propostas, sem que haja comprometimento nos referidos padrões fisiológicos.

## ABSTRACT

PINHO, Rogério Oliveira, M.Sc. Universidade Federal de Viçosa, august, 2007. **Reproductive and metabolic parameters of dairy goats submitted to artificial bioclimatic conditions similar to the Brazilian Equatorial Region.** Adviser: José Domingos Guimarães. Co-advisers: Ciro Alexandre Alves Torres and Rita Flávia Miranda Oliveira.

This work deals with the reproductive behavior of Alpine and Saanen female goats submitted to artificial bioclimatic conditions similar to those of the the Brazilian Equatorial Region, when compared to female goats raised under normal typical bioclimatic conditions of regions where they demonstrate seasonality. The study was conducted during the reproductive season for goats (April to July of 2007), consisting of an adaptation period of 30 days (Phase 1) and an experimental period (Phase 2) of 60 days, in the bioclimatic chamber. Two groups of animals were used in this study. Group 1 (n = 4) remained in the bioclimatic chamber with temperature and air humidity control (8:00 - 12:00 hours - 30 °C; 12:00 - 18:00 - 36 °C; 18:00 - 8:00 - 26 °C; with 60 % of average humidity; and a 12 hour fotoperiod), thus simulating bioclimatic conditions of the northern region of Brazil (next to the Equator line), whereas group 2 (n = 4) was kept under influence of the natural climatic variations of the season. The physiological parameters of respiratory (FR) and cardiac frequencies (FC), rectal temperature (TR) and rumination behavior (MR) were measured twice a day, with daily follicular dynamics accompaniment, besides blood collection twice a week for triiodotironine (T3), tiroxine (T4), cortisol, total cholesterol, total proteins (PT), albumine (ALB), progesterone (P4) and estrogen (E2) dosages. The average values for water consumption were different ( $p < 0.05$ ) as a function of group and time, showing that the animals of group 1 consumed more than the double (4,386.3 mL/day) than those of group 2 (1,663.2 mL/day). In relation to the ration consumption, there was a difference both between groups and periods (499.0 and 490.8 g/day, for groups 1 and 2, respectively). There was no variation in the average values for corporal weight and corporal score condition (ECC) as a function of time, however, during the experimental period, there was a difference in the weight of the animals between groups (50.5 and 41.5 kg, for groups 1 and 2, respectively). During the experimental period, a difference was observed ( $p < 0.05$ ) for the studied physiological parameters between the morning and the afternoon, being the afternoon values always higher than the ones in the morning. With regard to cholesterol, ALB and PT concentrations behavior as a function of the days, in the different groups and experimental and

adaptation periods, no difference was registered between the obtained average values during the observation period ( $p > 0.05$ ). With regard to T3, T4 and cortisol concentrations behavior as a function of the days, in the different groups and experimental and adaptation periods, no difference was registered between the obtained values during the experimental period ( $p > 0.05$ ). There was no difference ( $p > 0.05$ ) in the duration of estral cycle and estrus for the animals of groups 1 and 2. There was no difference ( $p > 0.05$ ) in relation to the number of follicles observed in the day of the estrus and to the ovulatory follicle diameter, as a function of the groups and number of estrus evaluated, with average values of 4 and 3.5 in the 1<sup>st</sup> estrus, 5 and 3 in the 2<sup>nd</sup> estrus, and 4 and 4.5 in the 3<sup>rd</sup> estrus, for groups 1 and 2, respectively. The number of follicular waves observed varied from 4 to 5 in group 1 and 2, to 4 waves in group 2. The day after the ovulation where the corpus luteum (CL) presented greater diameter was  $5.2 \pm 2.0$ ;  $9.7 \pm 2.7$  and  $7.7 \pm 2.6$  for the 1<sup>st</sup>, 2<sup>nd</sup> and 3<sup>rd</sup> estral cycles, respectively, and the CL area in the day of its higher diameter was  $9.7 \pm 3.0$ ;  $12.1 \pm 4.4$  and  $7.0 \pm 1.3 \text{ mm}^3$  for the 1<sup>st</sup>, 2<sup>nd</sup> and 3<sup>rd</sup> estral cycles, respectively. There was no difference ( $p > 0.05$ ) in any of the studied reproductive parameters, neither as a function of the group nor as of the estrus. Although the animals of group 1 demonstrated higher values of P4 and E2 in relation to the animals of group 2, the endocrine secretion standard of these hormones revealed to be similar for both groups in all the studied estral cycles, as a function of time. Although the number of animals observed in bioclimatic conditions similar to the Eastern Amazon was small, the average values obtained for the physiological parameters, food and water ingestion, metabolic and hormonal, indicated that female goats can be raised under bioclimatic conditions, without modifying the related physiological standards.

## 1. INTRODUÇÃO:

A caprinocultura nos últimos anos vem crescendo bastante devido à grande procura por produtos (carne, leite) destes animais e pela grande abertura dos mercados desse setor. Isto proporciona uma alternativa de desenvolvimento sócio-econômico real e coerente, com a possibilidade de melhoramento genético do rebanho nativo e incremento dos índices produtivos.

As biotécnicas da reprodução tais como a sincronização e/ou indução do estro, indução do cio e sincronização da ovulação, tecnologia do sêmen, inseminação artificial (IA) e transferência de embriões (TE) têm se constituído em valiosos instrumentos à disposição da cadeia produtiva. Entretanto, a sua utilização está condicionada ao desenvolvimento de outras técnicas complementares que possam fornecer informações adequadas ao sistema produtivo (CRUZ e FREITAS, 2001).

Diversos estudos têm sido conduzidos visando ao conhecimento do processo de crescimento folicular, bem como dos mecanismos envolvidos no recrutamento e na seleção do folículo ovulatório. A laparotomia, a exteriorização e a avaliação dos ovários provenientes de abatedouros não permitiram estabelecer a dinâmica folicular natural em cabras. A recente aplicação da ultra-sonografia via transretal, por ser uma técnica menos estressante, não invasiva e direta, não havendo a necessidade do uso de anestésicos ou sedativos e sucessivas observações, podem ser realizadas sem causar efeitos colaterais, tais como, aderências internas ou infecções (CHALHOUB et al., 2005). Permite freqüentes observações da estrutura ovariana, como a relação intraovariana entre folículos dominantes e subordinados e corpo lúteo (CL), além do monitoramento e da mensuração dos folículos, sendo utilizada para o estudo dos eventos reprodutivos em cabras, permitindo, assim, esclarecer aspectos básicos da fisiologia ovariana e maximização da eficiência reprodutiva (GONZALEZ-BULNES et al., 1999, 2004; TENÓRIO FILHO et al., 2007).

O conhecimento da dinâmica folicular aumentou a eficiência reprodutiva nos programas de IA e TE, facilitando o emprego de protocolos de indução/sincronização de estro e superovulação com melhores respostas.

Do ponto de vista bioclimático, as respostas do animal ao ambiente quente são relacionadas de várias formas e, evidentemente, envolvem os efeitos diretos da temperatura, alterando a regulação do sistema nervoso, o balanço hídrico, o nível hormonal, o balanço nutricional e o equilíbrio bioquímico (URIBE-VELÁSQUEZ et al., 2001). Apesar de os caprinos serem considerados animais rústicos, a associação entre elevadas temperaturas e



altas umidades do ar e radiação solar pode acarretar alterações comportamentais e fisiológicas, como aumento da temperatura da pele, elevação da temperatura retal, aumento da frequência respiratória, diminuição da ingestão de alimentos e redução do nível de produção (BRASIL et al., 2000).

Numerosos trabalhos de pesquisa e revisão têm demonstrado que o estresse térmico desencadeia alterações agudas e crônicas nas concentrações plasmáticas metabólicas e hormonais, como também pode acarretar alterações nas reações fisiológicas e comportamentais dos animais. Assim, temperaturas elevadas associadas à alta umidade relativa do ar e à radiação solar são os principais elementos climáticos estressantes que causam diminuição na taxa de crescimento, produção de leite e falhas na reprodução, incluindo estros curtos, ciclos estrais anormais, aumento da mortalidade embrionária e fetal ao início da gestação e diminuição da fertilidade dos rebanhos (URIBE-VELÁSQUEZ et al., 1998; 2001).

Poucas pesquisas têm sido direcionadas no sentido de comprovar a não sazonalidade de caprinos criados próximos à linha do Equador. Neste sentido, a Zona Equatorial Brasileira apresenta características climáticas ideais para a comprovação científica deste fato, uma vez que apresenta fotoperíodo e temperaturas estáveis durante o ano, oscilando apenas na pluviosidade mensal.

Desta forma, a criação de caprinos em câmaras bioclimáticas que busquem simular as condições bioclimáticas de regiões próximas à linha do Equador, pode vir a se tornar um avanço significativo na caprinocultura nacional, tornando possível a produção de cabritos ao longo de todo o ano, por meio de programas de inseminação artificial e transferência de embriões, com produção e criopreservação de maior quantidade de embriões ao longo de todo o ano.

Com base nestas informações, o presente estudo teve como objetivo principal comparar o comportamento reprodutivo de cabras submetidas a condições bioclimáticas artificiais semelhantes à Zona Equatorial Brasileira com cabras criadas em condições bioclimáticas normais, típicas de regiões onde as mesmas apresentam-se como poliéstricas estacionais.

## **2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA:**

### **2.1. ESTACIONALIDADE E FOTOPERÍODO:**

Existem várias respostas fisiológicas às mudanças ambientais (temperatura e disponibilidade de alimento), incluindo hibernação, modificação na pelagem, estoque de energia via depósitos de gordura e mudança na produção de calor pelo tecido adiposo marrom. Nos animais selvagens, um dos principais parâmetros comuns é o desenvolvimento da reprodução sazonal, de maneira a permitir o nascimento da cria numa época apropriada do ano, usualmente primavera, permitindo assim o seu crescimento sob condições favoráveis de temperatura e disponibilidade de alimento antes do próximo inverno (THIÉRY et al., 2002). Em caprinos, por serem uma espécie poliéstrica sazonal, os filhotes nascem na época mais favorável do ano (HAFEZ e HAFEZ, 2004).

O controle da estação reprodutiva depende da duração do período gestacional para que o parto venha a ocorrer na primavera. Assim, cabras e ovelhas, com período gestacional médio de 150 dias, são espécies reprodutivas de dias curtos (oito horas de luz por dia), e os eqüinos, com período médio de 330 dias de gestação, são espécies reprodutivas de dias longos (16 horas de luz por dia), sendo seguidos, respectivamente, por estimulação e inibição da atividade reprodutiva (ORTAVANT et al., 1985; CHEMINEAU et al., 1992a). A duração da estação reprodutiva varia com o comprimento do dia, raça e nutrição (HAFEZ e HAFEZ, 2004).

Todas as raças caprinas originárias de latitudes médias ou altas maiores que 30° segundo Lincoln (1992), ou maiores que 40° de acordo com Chemineau et al. (1992a), onde a amplitude das variações anuais no número de horas de luz diária é grande, apresentam variações sazonais na sua atividade reprodutiva em ambos os sexos (ORTAVANT et al., 1985).

Em regiões de clima temperado, a estacionalidade reprodutiva é bem definida em pequenos ruminantes, ou seja, a ciclicidade nas fêmeas é condicionada pelo fotoperíodo (duração de horas de luz/dia). Entretanto, em regiões de clima tropical, como as regiões Norte e Nordeste brasileiro, essas fêmeas ciclaram durante todo o ano (poliéstricas contínuas), ficando essa atividade reprodutiva mais relacionada com a disponibilidade de alimento, uma vez que a luminosidade não sofre grandes variações durante o ano (ESPECHIT, 1998; HAFEZ e HAFEZ, 2004). No entanto, caprinos provindos de clima temperado e transportados a regiões de clima tropical, continuam a exibir comportamento sexual estacional (CHEMINEAU et al., 1992a). Cabras das raças Saanen, Alpinas Francesas, Toggenburg e Anglo-Nubianas, quando

levadas as latitudes intermediárias (20° N), exibiram sazonalidade reprodutiva marcante. Na região Nordeste brasileira (14° S), cabras da raça Saanen exibiram um período de anestro no verão (CRUZ et al., 2005).

O comportamento reprodutivo dos caprinos, particularmente das raças leiteiras de origem européia é caracterizado por estacionalidade na apresentação dos estros e, conseqüentemente, dos partos. Embora relacionado às características ambientais das regiões de origem desses animais de clima temperado, com inverno rigoroso e estações do ano bem definidas, este comportamento se mantém quando esses animais são levados para outras regiões, como as regiões Sudeste e Sul do Brasil. Esta estacionalidade é modulada pelo fotoperíodo, com a atividade cíclica começando quando o período em que a duração da luz diária começa a diminuir, estimulando secreção de melatonina, que atua no eixo hipotálamo-hipofisário, desencadeando variações nos níveis plasmáticos de gonadotrofinas e prolactina e, conseqüentemente, retorno do ciclo estral (BETTENCOURT, 1999).

Todavia, quanto maior a distância da linha do Equador, as estações do ano são bem diferenciadas e a estação de monta coincide com a época em que se observam diminuição da duração da luz do dia e declínio da temperatura (JARDIM, 1986).

O anestro sazonal tem o objetivo de prevenir que fêmeas venham a conceber durante períodos do ano quando a sobrevivência do embrião e do neonato estaria comprometida, variando de intensidade e duração em função da latitude, raça, linhagem dentro de uma mesma raça, dos fatores climáticos, genéticos, sociais, do estágio da lactação e das práticas de manejo como os níveis nutricionais a que os animais são submetidos. O anestro é caracterizado pela baixa funcionalidade hipotalâmica quanto à secreção de hormônio liberador de gonadotrofinas (GnRH). Antes de a estação reprodutiva começar, o hipotálamo deve ser capaz de liberar GnRH em quantidades suficientes para estimular a resposta pelas células basófilas da hipófise anterior, liberando hormônio folículo estimulante (FSH) e hormônio luteinizante (LH) em concentrações suficientes para manter o desenvolvimento folicular e ser capaz de levar o folículo dominante à ovulação (ESPESCHIT, 1998; BETTENCOURT, 1999).

O genótipo influencia na estação sexual. Cabras leiteiras das raças Toggenburg, Saanen, Alpina Francesa e LaMancha apresentam estação sexual restrita entre os meses de agosto e fevereiro na maioria das regiões da América do Norte. A raça Anglo-Nubiana, desenvolvida na Inglaterra pelo acasalamento de cabras inglesas com bodes da Núbia no Alto Egito e Etiópia, é menos restrita à estação do outono, embora sua atividade sexual seja maior durante essa estação. A estação sexual da cabra leiteira da raça Alpina pode ser estendida sob

manejo intenso, porém, nunca além de abril. No sul dos Estados Unidos (30° N de latitude), as cabras com aptidão para carne ficam em anestro entre março e maio (HAFEZ e HAFEZ, 2004).

O conhecimento dos inúmeros aspectos que influenciam a duração da estação reprodutiva e a sua manipulação permite melhorar a eficácia reprodutiva na caprinocultura. Pode-se agrupá-los nos seguintes fatores ambientais, segundo Gordon (1997) e Guido (2000):

- *Fotoperíodo e Estação do Ano* – Os caprinos são designados como reprodutores de “dias curtos”. Assim, enquanto a exposição a dias longos durante o verão inibe a transição do anestro sazonal para a estação reprodutiva, a subsequente exposição a dias curtos induz o aparecimento e manutenção da atividade reprodutiva, fatores inerentes ao próprio animal e fatores sociais.
- *Localização Geográfica* – Tem efeito marcante na duração da estação reprodutiva, verificando-se que animais explorados em latitudes maiores, em virtude da maior amplitude de variação do fotoperíodo, apresentam sazonalidade mais marcada comparativamente a animais localizados na região equatorial.
- *Temperatura* – A interpretação do efeito da temperatura na atividade reprodutiva torna-se complicada, na medida em que é difícil diferenciar o efeito desta, do efeito do fotoperíodo, bem como das conseqüentes alterações de comportamento alimentar, as quais induzem, por si, alterações da função reprodutiva. Outros fatores tais como umidade, ventilação e radiação solar inter-atuam com as variações de temperatura. A temperatura não parece ter um papel importante diretamente na ciclicidade reprodutiva, mas afeta diretamente a sobrevivência embrionária.

Temperaturas elevadas associadas a altas umidades do ar e radiação solar são os principais elementos climáticos estressantes que causam diminuição na taxa de crescimento, na produção de leite e nas falhas de reprodução, diminuindo o índice de fertilidade dos rebanhos (URIBE-VELASQUEZ et al., 1998). Espera-se então, que animais mais adaptados às condições inerentes ao clima tropical tenham melhor produtividade, por possuírem características fisiológicas, morfológicas e comportamentais mais adequadas a esse ambiente (STARLING et al., 2005).

Animais expostos a temperaturas ambientes elevadas, acima da temperatura crítica superior, estão sujeitos à hipertermia, em que os processos termorreguladores de perda de calor são requeridos para manter a homeostase. A partir desse ponto, infere-se que o animal

está sob estresse climático, podendo incluir temperatura e umidade relativa do ar, velocidade do vento e intensidade da radiação solar (BLIGH e JOHNSON, 1973).

O estudo de algumas reações fisiológicas de cabras adultas Saanen-Nativas secas em câmara climática, realizado por GAYÃO et al. (1991), mostrou que pela manhã (9 horas), a frequência respiratória e a temperatura da pele foram mais elevadas no grupo estressado que no grupo controle, não havendo diferença entre grupos quanto à temperatura retal. À tarde (15 horas), a frequência respiratória e a temperatura retal foram significativamente mais elevadas no grupo estressado do que no grupo controle. Respostas termorreguladoras de cabras Alpinas não-lactantes, em câmara climática, mostraram maiores frequência respiratória, volume-respiratório por minuto, e maiores termólise-evaporativa respiratória e temperatura retal nos animais sob estresse do que os animais em condições termoneutras.

Baccari Jr. et al. (1996) mostraram que cabras da raça Saanen submetidas à temperatura de 32,5 °C em câmara bioclimática, reduziram o consumo de matéria seca e aumentaram o consumo diário de água, mas a produção de leite foi semelhante à de suas companheiras em condições de conforto térmico.

### **2.1.1. Mecanismo de ação do fotoperíodo:**

A resposta reprodutiva ao fotoperíodo é mediada pela glândula pineal pelo padrão circadiano de secreção de melatonina (YELLON et al., 1992).

A pineal é um órgão de caráter endócrino, cuja produção hormonal é controlada pelo ciclo de iluminação ambiental característico do dia e da noite. Esse controle é tal que a produção de melatonina é exclusivamente noturna e a magnitude e duração de sua concentração no meio extracelular está na estrita dependência da duração do período de escuro (MARKUS et al., 2001).

Histologicamente a pineal é formada por vários tipos de células, dentre as quais se destacam os pinealócitos, onde ocorre a síntese de melatonina. A síntese de melatonina, que é deflagrada na fase de escuro, depende necessariamente de uma ativação do sistema nervoso autônomo na sua divisão simpática e conseqüente liberação de noradrenalina pelos terminais que inervam a glândula. A noradrenalina, interagindo com os receptores pós-sinápticos dos tipos  $\beta_1$  e  $\alpha_1$ -adrenérgicos presentes nos pinealócitos, desencadeia uma série de eventos bioquímicos intracelulares que levam à síntese de melatonina (MALPAUX, 1999; MARKUS et al., 2001), sintetizada a partir do aminoácido triptofano, e as enzimas envolvidas são produzidas na pineal, com regulação adrenérgica por meio da noraepinefrina, liberada das

fibras pós-ganglionares do gânglio cervical superior, durante a escuridão (OBERST & JOBIM, 1998).

O fotoperíodo exerce ação direta sobre o eixo hipotalâmico-hipofisário e uma modificação simultânea na sensibilidade do sistema nervoso central para o *feedback* negativo dos esteróides. As secreções de prolactina e tiroxina também são reguladas pelo fotoperíodo que interferem com a função gonadotrófica ou com a capacidade de resposta das gônadas (GUIDO, 2000).

Os mecanismos fisiológicos envolvidos na tradução dos efeitos do fotoperíodo englobam um sistema que converte a informação referente à duração do período de luz num sinal hormonal. Esse sistema engloba fotorreceptores da retina, o núcleo supraquiasmático (NSQ) e a glândula pineal. O núcleo supraquiasmático funciona como um relógio biológico interno, o qual regula os ritmos circadianos endógenos (LINCOLN, 1992). A grande importância da interação melatonina/NSQ está na freqüente conexão eferente com outros centros hipotalâmicos especializados envolvidos no controle da função reprodutiva, como a área pré-óptica e o núcleo arqueado (KENNAWAY e HUGEL, 1992). Por outro lado, a glândula pineal funciona como “tradutor”, convertendo a informação neurológica, tendo em conta a duração do fotoperíodo, em informação hormonal, por meio da variação do tempo de secreção da melatonina (CUNNINGHAM, 1997).

A luz recebida pela retina dos olhos e pelo nervo óptico envia uma mensagem, por meio de estímulo nervoso, até a glândula pineal. Esta produz a melatonina que, por sua vez, estimula o hipotálamo, a hipófise e os ovários (ou os testículos) ao retorno da atividade reprodutiva (TRALDI, 1994). A luz suprime a síntese de melatonina pela modulação da atividade da enzima biossintética (N-acetiltransferase – NAT). A melatonina, conseqüentemente, segue um ritmo circadiano e é liberada em grandes quantidades durante as horas de escuridão. A duração de sua secreção diária é negativamente correlacionada com o tempo de exposição do animal à luz do dia. O aumento no período diário de secreção desse hormônio está associado à estimulação de liberação do GnRH, em espécies reprodutivas de dias curtos, promovendo então a ciclicidade (CHEMINEAU et al., 1992b).

Watson et al. (1983) indicam a existência de um ritmo circadiano inato de sensibilidade, o qual é regulado por ciclo de luz/escuridão, respondendo às alterações do fotoperíodo quando o sinal de melatonina coincide com o período sensível. Alternativamente, os autores Carter e Goldman (1983) e Wayne et. al (1988) corroboram a hipótese de que a resposta do animal ao fotoperíodo é dependente da duração da exposição ao sinal contínuo de melatonina, independentemente se esta ocorrer durante o dia ou noite. Assim, ovelhas

pinealectomizadas respondem a infusões de melatonina independentemente do momento da sua administração, ao longo de um período de 24 horas.

Verifica-se, no entanto, que cabras submetidas a estímulos de luz constante ficam refratárias à luz, ou seja, perdem a capacidade de responder ao estímulo de luz, entrando em anestro (BETTENCOURT, 1999). No entanto, Fontelles (2000) submeteu cabras à “dias longos” permanentemente, após determinado período, reduzindo a atividade reprodutiva das fêmeas.

O aumento noturno da melatonina vai modular o efeito “inibidor” dos dias longos, bem como o efeito “indutor” dos dias curtos. Assim, durante os dias curtos, a melatonina induz o pulso gerador de LH a ser mais resistente ao efeito inibidor do estradiol (E2), enquanto que o efeito supressor da melatonina, durante os dias longos, diminui o pulso gerador de LH, sensibilizando-o à ação inibidora do E2 (THIÉRY et al., 1992; REECE, 1996; HAFEZ e HAFEZ, 2004).

O anestro sazonal pode ser caracterizado como período durante o qual o eixo hipotálamo-hipofisário fica altamente sensível aos efeitos de *feedback* negativo do E2, mantendo baixa a secreção tônica de LH, bem como as concentrações séricas de progesterona (P4). Não se observam os picos pré-ovulatórios de LH e FSH, não ocorrendo as fases finais do crescimento e maturação folicular e conseqüente ovulação (TARTAGLIONE, 2003).

A secreção tônica de FSH se mantém normal durante o período de anestro, não desempenhando aparentemente papel importante no controle do anestro sazonal, o qual parece dever-se, na cabra, apenas à inadequada secreção episódica de LH (CUNNINGHAM, 1997; TARTAGLIONE, 2003).

Segundo Bettencourt (1999) as concentrações sanguíneas de prolactina apresentam sazonalidade marcada, sendo superiores durante os dias longos em relação aos dias curtos. No entanto, não pode ser associada com o início e a duração da estação reprodutiva, de modo que, durante o anestro sazonal, as concentrações de prolactina não parecem intervir diretamente com o crescimento folicular.

### **2.1.2. Fotoperíodo na fêmea:**

Na cabra há uma estação reprodutiva na qual se observam ciclos estrais regulares, e outra estação, caracterizada pelo anestro sazonal ou inatividade sexual. Ovulações não acompanhadas de estro exteriorizado ocorrem geralmente no início da estação reprodutiva como conseqüência da ausência da elevação prévia dos níveis séricos de P4, a qual é indispensável para a manifestação do comportamento de estro, já que o *feedback* negativo do

E2 é potencializado pela P4, visto que durante a fase luteínica os níveis elevados de P4, atuando no hipotálamo, induzem a baixa frequência de GnRH e, conseqüentemente, de LH. Por outro lado, as concentrações basais de E2 atuam na adenohipófise, diminuindo a sua capacidade de resposta ao GnRH e na síntese de gonadotrofinas (BETTENCOURT, 1999).

Nas zonas tropicais, onde o efeito do fotoperíodo é menor, a tendência dos caprinos é de se reproduzir durante o ano todo. Por este motivo, quando raças da zona temperada são introduzidas nos trópicos, elas perdem essa estacionalidade gradualmente e adquirem os padrões de reprodução característicos do novo ambiente. A alta temperatura ambiental e a falta de alimentos podem restringir a atividade sexual durante alguns meses do ano nos trópicos; porém, logo após o início da estação chuvosa, essa atividade aumenta. (HAFEZ e HAFEZ, 2004).

Vários estudos têm demonstrado que o estresse térmico desencadeia alterações agudas e crônicas nas concentrações plasmáticas de E2 e P4, como também pode acarretar alterações nas reações fisiológicas e comportamentais dos animais. Assim, temperaturas elevadas associadas a altas umidades do ar e a radiação solar são os principais elementos climáticos estressantes que causam diminuição na taxa de crescimento, produção de leite e falhas na reprodução, incluindo estros curtos, ciclos estrais anormais, diminuição da fertilidade ao parto dos rebanhos e aumento da mortalidade embrionária e fetal ao início da gestação (URIBE-VELASQUEZ et al., 2001).

Quando submetidas ao controle do fotoperíodo, as cabras apresentam duas estações de monta anuais. Esses animais, na maioria das vezes, parem durante a época do ano em que o fotoperíodo está começando a interromper a atividade cíclica ovariana, seguindo um período de anestro lactacional pós-parto de um mês e meio (GUIDO, 2000).

Fontelles (2000) avaliou a eficácia do fotoperíodo na indução do estro em cabras leiteiras durante o período de anestro fisiológico. Quando se comparou a distribuição das inseminações nos dois grupos, evidenciou-se maior sincronização do estro no grupo tratado, em relação ao grupo controle. Esse resultado provavelmente deve-se à grande diferença entre o tempo de luz durante e imediatamente após o fim do tratamento luminoso para o grupo controle.

Em caprinos de raças leiteiras na região Sudeste do Brasil, segundo Espeschit (1998), têm sido observados estros principalmente do verão ao inverno, com maior incidência no mês de abril, variando de fevereiro a julho. Já em cabras nativas do Nordeste Brasileiro, por exemplo, não se observou qualquer variação na manifestação dos estros, os quais ocorrem durante todo o ano.



### **2.1.3. Fotoperíodo artificial:**

Dias curtos estimulam a atividade sexual nas cabras, mas por um período longo, a atividade pode cessar pela refratariedade ao estímulo dos dias curtos. Essa perda da capacidade de responder ao estímulo é temporária e pode ser readquirida pela exposição dos animais novamente aos dias longos. Da mesma forma, quando as fêmeas são expostas ao fotoperíodo artificial de dias longos por mais que sete meses, as cabras reassumem a atividade reprodutiva espontaneamente. No entanto, diferentes estudos sugerem aumento da luminosidade de forma a garantir o ciclo luminosidade/escuro da ordem de no mínimo, 2:1; ou seja, 16 horas de luz para 8 horas de escuro. Foi determinado que o início e o fim do tratamento devem ser de forma abrupta, sem acréscimo ou decréscimo gradual do fotoperíodo e o retorno a ciclicidade é esperado em cerca de 60 a 90 dias após o final do tratamento (FONTELLES, 2000).

Embora o fotoperíodo artificial mais recomendado seja o fornecimento de luz por 60 dias, quando se comparou o fornecimento de fotoperíodo artificial por períodos de 30, 60 ou 90 dias não foi observada diferença quanto ao intervalo do final dos tratamentos e o aparecimento dos estros, fertilidade ou prolificidade dos estros induzidos (RODRIGUES, 1992).

A manipulação do fotoperíodo é uma técnica simples, podendo ser utilizada em criatórios com um mínimo de investimento. Quando se compararam os custos da indução por fotoperíodo artificial com duração de quatro meses e esponjas de progestágenos associadas a hormônios, verificou-se vantagem econômica para o tratamento com luz, cujo custo por cabra foi menor. Como vantagens podem-se citar ainda a possibilidade de repetição do método no mesmo animal sem diminuição da fertilidade, ausência de seqüelas e efeitos colaterais, prolificidade normal e suporte técnico desnecessário (RODRIGUES, 1992; DUENHAS et al, 2002). Adicionalmente, mesmo quando cabras gestantes foram submetidas ao fotoperíodo artificial, observou-se antecipação da estação de reprodução, diminuindo o intervalo de partos (RODRIGUES, 1992). No entanto, a duração do estro induzido por manipulação do fotoperíodo é menor (26 a 28 horas), podendo ser pouco evidente e de difícil diagnóstico, sendo aconselhado o uso de um bode ou rufião para auxiliar na detecção (ESPECHIT, 1998).

## **2.2. CONFORTO TÉRMICO:**

Segundo Baêta e Souza (1997) os animais para terem máxima produtividade, dependem de uma faixa de temperatura adequada, denominada zona de conforto térmico

(figura 1), em que há gasto mínimo de energia para manter a homeotermia, ou seja, é a faixa de temperatura ambiente onde a taxa metabólica é mínima e a energia de produção é máxima. Tal condição metabólica é a condição para uma temperatura relativamente constante no centro de um organismo animal, onde os órgãos vitais residem. Nesta zona (variável de acordo com a fase, manejo, ambiente), o animal alcança seu potencial máximo, e a temperatura corporal é mantida com mínima utilização de mecanismos termorreguladores (CURTIS, 1983).

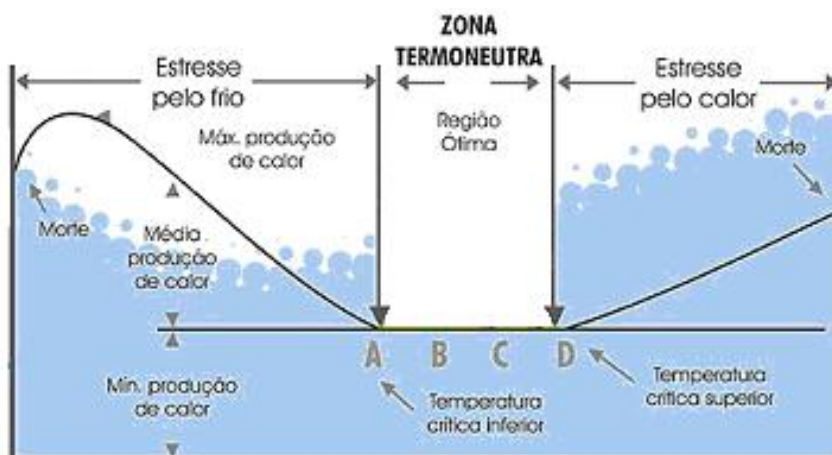


Figura 1: Temperaturas críticas ambientais. FONTE: SOUSA, 2005.

Do ponto de vista produtivo, este aspecto reveste-se de importância, pelo fato de que, dentro desses limites, os nutrientes ingeridos pelos animais serão quase na totalidade utilizados para desenvolvimento das funções produtivas e, posteriormente, reprodutivas (BAÊTA e SOUZA, 1997).

A definição de conforto e bem-estar baseada apenas no contexto de ambiente tem sido adotada pelos especialistas em ambiência quando se analisa as características do micro-ambiente que oferece conforto térmico, ou se adapta à temperatura do meio em função da zona de conforto térmico da espécie. A zona de conforto é aquela em que a resposta animal ao ambiente é positiva e a demanda ambiental (perda de calor por convecção, radiação e evaporação em regime inerte) é conciliada com a produção basal, acrescida da produção de calor equivalente à atividade normal e do incremento calórico da alimentação. A energia líquida resultante é suficiente para a manutenção, e os suprimentos adicionais levam ao ganho de peso (SOUSA, 2005).

A umidade atmosférica é outra variável que influencia o balanço calórico em ambientes quentes em que a perda de calor por evaporação é crucial à homeotermia, sendo que uma maior pressão de vapor, devido à alta umidade do ar, conduz à menor evaporação da

água contida no animal para o meio, tornando o resfriamento do animal mais lento (NEIVA et al., 2004).

A importância da umidade atmosférica é tanto maior quanto mais o organismo depende de processos evaporativos para a termorregulação. Em um ambiente quente e muito úmido, a evaporação se processa lentamente, reduzindo a termólise e aumentando o estresse de calor, principalmente porque a termólise por convecção é ineficaz quando diminui o diferencial de temperatura entre a superfície do corpo e a atmosfera (SILVA, 2000).

A zona de termoneutralidade define limites de temperatura: temperatura crítica superior e inferior. Acima da temperatura crítica superior, os animais entram em estresse pela temperatura elevada e abaixo da temperatura crítica inferior sofrem estresse pelo frio. Animais expostos a temperaturas ambientes elevadas e estressantes estão sujeitos à hipertermia, em que os processos termorreguladores de perda de calor são requeridos para manter a homeostase. A partir desse ponto, infere-se que o animal está sob estresse climático, podendo incluir temperatura e umidade relativa do ar, velocidade do vento e intensidade da radiação solar. Um aumento de temperatura ambiente acima da crítica superior desencadeia reações ou respostas fisiológicas, tais como: aumento da temperatura da pele, aumento da TR, aumento da FR, diminuição da ingestão de alimentos e diminuição do nível de produção (LU, 1989; MARAI et al., 2006).

De acordo com Curtis (1983) as formas de termorregulação podem ser físicas (alterações no fluxo sanguíneo, isolamento da camada de cobertura, sudorese/transpiração e ofegação) ou químicas (respostas músculo-esqueléticas involuntárias, respostas metabólicas, por meio dos hormônios da tireóide, glicocorticóides e hormônio do crescimento, e respostas simpato-adrenais, com liberação de catecolaminas).

Anderson (1996) e Reece (1996) relatam que em animais que são normalmente ativos durante o dia, há uma variação normal da temperatura corporal que é mínima pela manhã e máxima no período da tarde. No entanto, sob estresse, notadamente no período da tarde, esta variação é muito marcante, evidenciando nesse período uma hipertermia.

De acordo com Santos et al. (2005) os critérios de tolerância e adaptação dos animais são determinados pelas medidas fisiológicas da FR, FC e temperatura corporal. A adaptação fisiológica, dada principalmente por meio das alterações do equilíbrio térmico e a adaptabilidade de um rendimento, que descreve as modificações desse rendimento quando o animal é submetido a altas temperaturas, são as duas classes principais de avaliação da adequação a ambientes quentes.

As respostas ao estresse pelo calor podem ser evidenciadas pela diminuição das taxas metabólicas como o declínio na produção hormonal, processos de dissipação de calor como a sudorese (até certa temperatura) e ofegação (estado mais crítico). Com base em tais eventos, pode-se concluir que o animal é mais tolerante ao estresse pelo frio do que ao estresse pelo calor, visto que suporta variações climáticas de até aproximadamente 20 °C abaixo da sua T corpórea e somente em até 5 °C no máximo, acima da T corpórea normal (CURTIS, 1983; SILVA, 2000).

A manutenção da temperatura corporal é determinada pelo equilíbrio entre a perda e o ganho de calor, sendo a referência fisiológica mais precisa para a termorregulação obtida mediante a TR (SILVA et al., 2006). Um aumento na TR significa que o animal está estocando calor, e se este não é dissipado, o estresse calórico manifesta-se. A FR é também usada como parâmetro para medir o estresse calórico. Assim, se uma FR alta for observada e o animal foi eficiente em eliminar o calor, poderá não ocorrer o estresse calórico (SOUZA et. al, 2005; MARAI et al., 2006).

### **2.3. CICLO ESTRAL:**

De acordo com Cunningham (1997) o ciclo ovariano é definido como o intervalo de ovulações sucessivas. O padrão de atividade cíclica é dividido em quatro fases: o proestro geralmente dura um dia e é o período quando o macho ou rufião segue a fêmea, mas a mesma não está receptiva à monta; o estro é o período de aceitação de monta e ocorrência de ovulação; o metaestro é o momento em que a fêmea não aceita mais o macho, período também quando ocorre a formação de um ou mais corpos lúteos (CL); e o diestro, período do CL funcional, constituindo-se na fase mais longa do ciclo (SMITH, 1986).

A duração do ciclo estral é de 21 dias (18 a 22), embora haja considerável variação devido a diferenças raciais, estágio da estação de monta e estresse ambiental. A duração dos ciclos estrais ocorre a intervalos mais ou menos regulares (média de 21 dias). Para Hafez e Hafez (2004), cerca de 77 % dos ciclos estrais são normais (17 - 25 dias); 14 %, curtos (< 17 dias); e 9 %, longos (> 25 dias).

Os ciclos excessivamente curtos (5 a 7 dias) são comuns durante períodos de transição reprodutiva, especialmente em animais jovens, mas podem ser observados precocemente na estação de monta, estando associados com CL com regressão prematura ou ciclos anovulatórios (SMITH, 1986; GORDON, 1997; MORAES, 2004).

A duração de comportamento do estro (período fértil) pode ser de: 40 h (RIBEIRO, 1997); 16 –50 h (EVANS E MAXWELL, 1990); 12-24 h (SMITH, 1986) e se apresenta na última metade da fase folicular, onde a fêmea manifesta exaltação dos instintos sexuais. A ovulação é espontânea e normalmente acontece cerca de 24 a 36 h (HAFEZ e HAFEZ, 2004); 30-36 h (EVANS e MAXWELL, 1990); 12 a 36 h (SMITH, 1986) após o início do estro.

A raça, a idade, a estação e a presença do macho influenciam na duração do estro. Cabras da raça Angorá têm duração de estro mais curta (22 horas) do que as raças de leite. O estro é de duração mais curta no início e no fim da estação de monta, na presença do macho e na primeira estação de monta de fêmeas jovens (SMITH, 1986; HAFEZ e HAFEZ, 2004).

O estro é mais curto nos animais jovens e em fêmeas que estão em contato com o macho. Tem-se demonstrado que fêmeas com período estral mais curto (< 24h) são menos férteis que aquelas que apresentam estro mais longo (GORDON, 1997). Os ciclos excessivamente curtos (5 a 7 dias) são comuns durante períodos de transição reprodutiva, especialmente em animais jovens, mas podem ser observados precocemente na estação de monta, estando associados com CL com regressão prematura ou ciclos anovulatórios (SMITH, 1986; MORAES, 2004). Segundo Evans e Maxwell (1990) isto pode estar relacionado com o número de ovulações, já que os animais com períodos mais curtos de estro raramente apresentam ovulações duplas.

Um número elevado de ovulações é uma importante característica, pois determina o número de ovócitos liberados e, eventualmente, pode determinar o número de crias nascidas (GREYLIN, 2000). Ovulações múltiplas melhoram os índices de concepção e podem ser influenciadas por fatores genéticos, peso e idade do animal, estado nutricional e estação do ano. Não está clara a influência do peso corporal sobre o grau de ovulação. Geralmente, as fêmeas mais pesadas do rebanho têm um número de ovulações mais alto do que as menos pesadas. O número de ovulações aumenta com a idade, apresentando pico máximo aos 3 a 5 anos (EVANS e MAXWELL, 1990). A maioria das ovulações duplas aparece como sendo da mesma onda folicular, mas existem casos que aparecem de ondas diferentes e as duplas ovulações ocorrem na maioria dos ciclos (GINTHER e KOT, 1994; EVANS, 2003).

A cabra em estro fica inquieta (aumento no estado de alerta), vocaliza com maior frequência e intensidade, pode ter o apetite reduzido e uma diminuição da produção de leite. A vulva pode ficar edemaciada e um corrimento mucoso pela vagina pode ser evidente. Ocasionalmente, a cabra pode demonstrar comportamento homossexual. Normalmente, as fêmeas desempenham forte comportamento de busca ao macho, permanecendo muito juntas a ele; contudo, sem a presença do macho, a detecção do estro é difícil (SMITH, 1986;

GORDON, 1997; HAFEZ e HAFEZ, 2004). Apresentam batimento lateral da cauda que vai de -60 a +35 horas em relação ao período de estro; e aumenta a -12 horas, atingindo o pico no estro. O batimento da cauda é uma das melhores características para a identificação de animais em estro, que é definitivamente evidenciado pela imobilidade da fêmea à monta (GORDON, 1997).

A introdução do bode no meio de um rebanho de cabras leiteiras em anestro estacional não apenas pode antecipar o início da estação de monta, como também sincronizá-las efetivamente. No início da estação reprodutiva, a maioria das cabras em anestro é detectada em estro dentro de 6 dias após a introdução do bode, seguida por ovulação e função normal do CL (SMITH, 1986).

As fêmeas da maioria das raças caprinas ovulam entre 24 e 36 horas após o início do estro, mas a cabra da raça Nubiana ovula mais tarde, possivelmente devido ao ciclo estral mais longo dessa raça. Ovulação sem estro ocorre durante o período de transição, ou seja, antes do início da estação de monta na raça Nubiana e outras raças caprinas (HAFEZ e HAFEZ, 2004).

As fêmeas normalmente apresentam de 2 a 3 ovulações por ciclo. Dentre os fatores ambientais que influenciam a taxa de ovulação, são importantes a estação e o nível de nutrição. Geralmente, as taxas de ovulação são maiores no início da estação de monta; porém, fatores como o tamanho corporal, o peso, a condição e o genótipo também podem contribuir para o aumento da taxa de ovulação (CUNINGHAM, 1997; HAFEZ e HAFEZ, 2004).

Durante o estro e o anestro, a concentração de P4 plasmática é menor do que 1 ng/mL, enquanto que na fase luteal tais valores são variáveis e dependem do número de corpos lúteos e do procedimento do teste utilizado, podendo variar de 4 a 8 ng/mL e caindo aproximadamente 3 dias antes do início de novo estro. Durante os últimos 2 dias do ciclo, o 17- $\beta$  E2 aumenta de uma concentração basal de 8 a 10 ng/mL para até 32 ng/mL no início do estro e retornando a concentrações basais 12 horas mais tarde. O pico das concentrações plasmáticas de LH, FSH e prolactina são observados durante o estro, poucas horas após o pico de E2. Um segundo pico de FSH têm sido detectadas 48 horas após o primeiro (SMITH, 1986; SANGHA, 2002).

#### **2.4. DINÂMICA FOLICULAR:**

A dinâmica folicular é o processo contínuo de crescimento e regressão dos folículos, caracterizado pela emergência de ondas sucessivas, sendo que cada onda de crescimento

folicular consiste em um grupo de folículos recrutados de um "pool" de folículos antrais gonodotropina dependentes, levando ao seu desenvolvimento pré-ovulatório no ovário. O crescimento folicular envolve o desenvolvimento sincrônico de um grupo de folículos, denominando onda folicular, e em cada onda podem ser identificadas as fases de emergência, divergência, dominância folicular e atresia folicular (GINTHER, 2000). Normalmente, podem ocorrer de uma a quatro ondas foliculares durante o ciclo estral (GINTHER e KOT, 1994; De CASTRO et al., 1999; ALVES et al., 2005b).

O surgimento da 1<sup>a</sup> a 4<sup>a</sup> ondas ocorre nos dias 0, 5 - 6, 10 - 11 e 15, pós-ovulação, respectivamente. Algumas características são observadas nas ondas foliculares: o diâmetro do folículo maior difere entre ondas; dois ou mais folículos por onda frequentemente atingem cinco ou mais milímetros de diâmetro (GINTHER & KOT, 1994; SCHWARZ & WIERZCHOS, 2000; ALVES et al., 2005b); a taxa de crescimento do dia em que o folículo atinge 3 mm e o dia do diâmetro máximo é de aproximadamente 1mm por dia (GINTHER & KOT, 1994; GONZALEZ-BULNES et al., 1999; SCHWARZ & WIERZCHOS, 2000).

Com a progressão da fase luteal, os intervalos das ondas são mais curtas do que durante o início do ciclo estral; a maioria dos folículos ovulatórios são grandes no dia da luteólise (GINTHER & KOT, 1994; De CASTRO et al., 1999); a maioria das ovulações duplas aparecem como sendo da mesma onda folicular, mas existem casos em que aparecem de ondas diferentes e as duplas ovulações ocorrem na maioria dos ciclos (GINTHER & KOT, 1994; EVANS, 2003).

A grande incidência de ciclos poliovulatórios em cabras, quando comparado a vacas, conduz à introdução do conceito de co-dominância para explicar a presença de dois folículos grandes em cada onda de desenvolvimento folicular (CUETO et al., 2006). No entanto, existem ciclos onde alguns folículos ovulatórios emergem posteriormente, crescem e ocorrem ovulações subseqüentes desses folículos, mesmo na presença de folículos ovulatórios que emergiram previamente (EVANS, 2003; GONZALEZ-BULNES et al., 2004; CUETO et al., 2006).

Dentro de uma onda folicular ocorrem três fases: emergência (recrutamento), seleção (desvio) e dominância foliculares. Estas fases são controladas pelas gonadotropinas hipofisárias, FSH e LH. Do ponto de vista hormonal relatam-se quatro estádios, de acordo com a atividade hormonal predominante: gonadotropina independente, FSH predominante, FSH – LH dependente e LH predominante (GINTHER e KOT, 1994; HAFEZ e HAFEZ, 2004).

O período “gonadotrofina independente”, controlado por peptídeos intraovarianos, vai próximo à emergência folicular. O surgimento de receptores de FSH durante a foliculogênese pré-antral tem sido reconhecido como fundamental no desenvolvimento folicular subsequente. Neste ponto, descobriu-se que a ativina, um peptídeo sintetizado pelas células da granulosa folicular, possui a habilidade de induzir a formação de mRNA para receptores de FSH (NAKAMURA et al., 1995).

No recrutamento há a emergência de um grupo de folículos, com estimulação gonadotrófica hipofisária suficiente (FSH predominante) para prosseguir seu caminho no sentido da ovulação ou atresia (GINTHER, 2000).

Na fase de seleção, um ou dois folículos são escolhidos e continuam a se desenvolver, com potencial para ovular (FSH – LH predominante). Este(s) folículo(s) selecionado(s) só irá(ão) ovular se os níveis de P4 diminuírem, o que permitirá estabelecer o *feedback* positivo entre o maior folículo e o eixo hipotalâmico-hipofisário (GINTHER, 2000; RUBIANES e MENCHACA, 2003).

A fase de dominância folicular é o meio pelo qual o folículo selecionado domina os demais folículos da mesma onda, de forma a impedir o seu desenvolvimento (fase LH predominante) (GINTHER, 2000). Embora a existência de dominância folicular em pequenos ruminantes tenha permanecido não elucidado por muitos anos (DRIANCOURT et al., 1991), atualmente, a maioria das informações sugere que a dominância ocorre principalmente na 1ª onda folicular e na onda ovulatória do ciclo estral de caprinos (ALVES et al., 2005b).

O recrutamento e a seleção levam ao desenvolvimento do número de folículos ovulatórios característicos de cada espécie. O processo que determina o desenvolvimento e a seleção do folículo ovulatório envolve mecanismos endócrinos, parácrinos e autócrinos (CUNNINGHAM, 1997). Uma onda folicular envolve a emergência de um grupo de pequenos folículos antrais (fase dependente de FSH) dos quais comumente um ou dois folículos serão selecionados a crescer para mais que 5 mm em diâmetro (fase dependente de LH) (RUBIANES e MENCHACA, 2003). Este folículo selecionado só irá ovular se os níveis de P4 diminuírem, o que permitirá o estabelecimento do *feedback* positivo entre o maior folículo e o eixo hipotalâmico-hipofisário (MENCHACA et al., 2002). A diminuição nas concentrações de P4 na regressão luteal reduz a inibição tônica do LH, resultando em aumento na liberação pulsátil do LH e o aumento da secreção do E2 pelos folículos pré-ovulatórios (LEITE, 2004).

O folículo em crescimento contém duas populações de células secretoras de esteróides, as células da teca interna e as células da granulosa. As da teca interna apresentam receptores



específicos para LH e respondem a esta gonadotrofina pela síntese de andrógenos que se difundem para a camada de células da granulosa. Durante os estágios iniciais da foliculogênese, as células da granulosa possuem receptores para FSH, respondendo a esta gonadotrofina pela conversão de andrógenos tecais a E2. À medida que o folículo se desenvolve sob a influência do FSH e do E2, as células da granulosa adquirem maior número de receptores para FSH e E2 e o fluido folicular aumenta sua concentração destes dois hormônios. O E2 folicular passa à circulação e alcança concentrações suficientemente altas para exercer o *feedback* positivo no eixo hipotalâmico-hipofisário (GINHTER et al., 1995; De CASTRO et al., 1998).

O estresse calórico, devido a um atraso na seleção folicular e prolongamento da onda folicular, reduzem a eleição de um folículo dominante, o que pode ser encarado como uma redução na capacidade esteroidogênica das células da teca e granulosa e queda das concentrações sanguíneas de E2. Os níveis de P4 podem aumentar ou diminuir dependendo da intensidade do estresse e do estado metabólico do animal. Estas alterações endócrinas reduzem a atividade folicular e alteram o mecanismo ovulatório, promovendo uma diminuição na qualidade do oócito e do embrião (RENSIS e SCARAMUZZI, 2003).

Com o aumento na frequência de pulsos geradores de GnRH, a sensibilidade da adeno-hipófise a este hormônio é aumentada e a hipófise libera uma onda pré-ovulatória de LH. Neste momento, o FSH induz o aparecimento de receptores para LH na membrana celular das células da granulosa, próximas à membrana do folículo, que respondem à onda de LH. Essa resposta é tanto morfológica (ovulação, formação do CL) como secretória (produção de P4) (RUBIANES e MENCHACA, 2003).

As concentrações de E2 atingem o pico dois dias antes da ovulação e as mudanças na sua concentração estão relacionadas à dinâmica folicular. Durante a fase luteal, as mudanças da concentração de E2 sérico são exclusivas do desenvolvimento da primeira onda, de onde se conclui que a primeira onda folicular e a onda ovulatória são ativas produtoras de E2 (De CASTRO et al., 1999).

As concentrações plasmáticas de E2 estão reduzidas pelo estresse calórico. Estudos demonstram que as concentrações plasmáticas de P4 são afetadas de forma variável pelo calor. No entanto, o mecanismo pelo qual o estresse calórico afeta as concentrações dos hormônios reprodutivos não é conhecido. Sugere-se que o aumento da secreção de corticosteróides iniba o GnRH e LH. O estresse inibe a secreção de gonadotropinas de forma mais severa em animais com baixas concentrações plasmáticas de estradiol. Isto indica que o

mecanismo neuroendócrino é mais sensível ao estresse calórico quando os níveis de estradiol são altos (RENSIS e SCARAMUZZI, 2003).

Segundo Ginther e Kot (1994) em ciclo estral com quatro ondas, o folículo maior atinge o diâmetro máximo maior durante a primeira e a quarta ondas, quando comparado às segunda e terceira ondas, provavelmente devido às altas concentrações de P4. Adicionalmente, a dominância foi mais evidente durante a primeira e quarta ondas (ondas ovulatórias) que durante a segunda e terceira ondas.

Concentrações de P4 menores de 1 ng/mL obtidas em duas diferentes coletas com intervalo de 8 - 11 dias são suficientes para confirmar um estado fisiológico de anestro em cabras (CRUZ et al., 2005). De acordo com Menchaca e Rubianes (2002) altas concentrações de P4 no início do ciclo estral possivelmente suprimem os pulsos de LH hipofisários e/ou atuam inibindo diretamente a secreção folicular pelo maior folículo da primeira onda folicular. Esta inibição prematura da atividade folicular pode suprimir o feedback negativo sobre a liberação de FSH hipofisário e uma nova liberação de FSH pode antecipar a emergência de uma nova onda folicular.

Ginther e Kot (1994) verificaram que o fenômeno da dominância foi de difícil determinação em caprinos, por causa da sua aparente presença em algumas ondas e ausência durante outras e em razão de dois folículos dominantes por onda serem uma ocorrência comum, como indicado pela alta taxa de dupla ovulação (70 %). A dominância folicular ocorreu em cabras durante a maioria das ondas foliculares e especialmente durante a primeira e quarta ondas. As duplas ovulações são originárias de folículos derivados de uma mesma onda, mas podem derivar de duas ondas foliculares consecutivas. Estes autores afirmaram ainda que o estágio da estação reprodutiva possa afetar o número de ondas, pois durante a transição do anestro sazonal o comprimento do ciclo interovulatório e o número de ondas foliculares são mais variáveis.

O folículo ovulatório é formado a partir da última onda folicular do ciclo estral, ao passo que folículos dominantes de ondas anteriores entram em processo de atresia. Esta atresia é determinada pela presença de um CL ativo no ovário, com produção de P4, que exerce efeito de retro-alimentação negativa sobre o eixo hipotálamo-hipófise-ovariano, reduzindo a amplitude e frequência dos pulsos de LH, inviabilizando os processos de maturação final do folículo e ovulação (GINTHER e KOT, 1994; GINTHER, 2000; ALVES et al., 2005a).

Gonzalez-Bulnes et al. (2004) caracterizaram por meio de um estudo ultrassonográfico, a imagem de folículos pré-ovulatórios e ovulatórios e determinaram o tempo de

ovulação. Os folículos pré-ovulatórios tiveram em média o diâmetro de  $7,8 \pm 0,4$  mm. Quando comparados a outros folículos grandes não-ovulatórios, os folículos pré-ovulatórios apresentam contorno irregular com presença de artefatos e descontinuidade nos limites do tecido ovarianos, sendo que a imagem do antro não é absolutamente anecóica, e sim hipoecóica heterogênea com reflexão de artefatos ecóicos.

O desaparecimento do folículo pré-ovulatório e a visualização do aumento da ecogenicidade heterogênea, confirma a ovulação. O corpo hemorrágico (CH) consiste em uma estrutura heterogênea, com alta ecogenicidade e um diâmetro máximo de  $8,6 \pm 0,3$  mm (GONZALEZ-BULNES et al., 1999; CRUZ et al., 2005; TENÓRIO FILHO et al., 2007). Posteriormente ocorre a estruturação bioquímica e morfológica do CH, formando o CL, que é uma glândula endócrina transitória (FIELDS e FIELDS, 1996).

Embora o CL não seja formado até que a ovulação tenha ocorrido, eventos de desenvolvimento que transcorrem durante a fase FSH-dependente são essenciais para o funcionamento apropriado do CL subsequente. Dentre estas, a diferenciação das células da granulosa dependente de FSH é responsável não somente pela produção de E2 pelo folículo em maturação, mas também pela preparação das células da granulosa folicular para iniciarem rapidamente a produção de P4 após a ovulação. De acordo com Moraes (2004) seguindo-se ao estímulo ovulatório, antes da ovulação, há uma hipertrofia das células da granulosa e ativação nuclear.

A luteinização ocorre como resultado de grande elevação na concentração sérica de LH (secreção pré-ovulatória), culminando na ovulação. Com o rompimento da membrana basal após a ovulação, os vasos sangüíneos, oriundos da teca interna proliferam, alcançando a cavidade do folículo rompido, irrigando as células da granulosa, antes avascularizadas. A neovascularização é tão extensa que as células luteais parecem estar em justaposição com um capilar sangüíneo (FIELDS e FIELDS, 1996), fenômeno já evidenciado em caprinos (SHARMA e SHARMA, 1998). Com isto, as células da teca interna e da granulosa diferenciam-se em células luteais pequenas e grandes, respectivamente (FIELDS e FIELDS, 1996).

Ginther e Kot (1994), utilizando avaliações ultra-sonográficas diárias em cabras, observaram a emergência de quatro ondas foliculares, com início nos dias 0, 4, 8 e 14 do período interovulatório.

De Castro et al. (1999) registraram resultados semelhantes, com variação de duas a quatro ondas foliculares, sendo que o intervalo de emergência da primeira e da onda ovulatória variou de 14 dias e o intervalo médio da emergência do folículo ovulatório à

ovulação foi de seis dias, com intervalo interovulatório de  $20,8 \pm 0,4$  dias, a média do intervalo interestros de  $20,9 \pm 0,4$  dias, e o intervalo do dia do início do estro e ovulação de  $1,4 \pm 0,2$ . Registraram ainda taxa de crescimento de 0,5 a 0,7 mm/dia. Na onda ovulatória, o diâmetro do folículo foi de  $7,0 \pm 0,5$  mm. O CL foi observado três dias após a ovulação entre os dias 8 e 14 do ciclo estral. A luteólise iniciou no dia  $16,3 \pm 0,3$  com diminuição na concentração de P4 de  $6,6 \pm 0,5$  ng/mL para  $3,7 \pm 0,6$  ng/mL no dias 15 e 17, respectivamente. O estudo mostrou que durante a fase luteal o E2 foi produzido somente pelo folículo dominante da primeira onda, mas quando o folículo atingiu o diâmetro máximo a produção de E2 parou. A dissociação entre as concentrações de E2 e o crescimento do folículo dominante está associada ao aumento dos níveis de P4.

Menchaca e Rubianes (2002) por meio da comparação de ciclos de três e quatro ondas foliculares, concluíram que não houve diferenças nos intervalos interestros ( $20,4 \pm 0,3$  e  $20,3 \pm 0,8$  dias), intervalo interovulatório ( $20,0 \pm 0,0$  e  $19,9 \pm 0,6$  dias) e na duração da fase luteal ( $18,3 \pm 0,6$  e  $17,3 \pm 0,9$  dias). Em ciclos com três a quatro ondas, as concentrações de P4 foram altas ( $2,2 \pm 1,1$  e  $4,1 \pm 0,7$  ng/mL, respectivamente) e E2 também foram altas ( $4,4 \pm 0,9$  e  $1,6 \pm 0,2$  pg/mL, respectivamente), mostrando que existe relação de altas concentrações de P4 durante a fase luteal, com o retorno folicular. Desse modo, altas concentrações de P4 no segundo dia e no terceiro dia e baixa concentração de E2, foram registradas no grupo de animais com quatro ondas foliculares quando comparado com o grupo de três ondas foliculares.

Rubianes e Menchaca (2003) também observaram a frequência de quatro ondas; no entanto, com surgimento nos dias 0, 5 - 6, 10 - 11 e 15 pós-ovulação, sendo que nas cabras que apresentaram três ondas foliculares, a segunda onda emergiu de um e dois dias mais tarde e a emergência da onda ovulatória, um a dois dias mais cedo que as cabras que exibiram quatro ondas foliculares.

Cruz et al. (2005) realizando estudo pioneiro sobre dinâmica folicular em cabras em anestro, confirmaram a ocorrência de um período de anestro durante o verão para cabras das raças Saanen e Anglo-Nubiana, criadas em condições de clima tropical, registrando emergência de 3 a 4 ondas foliculares, corroborando com os estudos de Ghinter e Kot (1994), De Castro et al. (1999) e Menchaca e Rubianes (2002), onde foram registradas ocorrências de 2 a 5 ondas. No entanto, há predominância de 4 ondas foliculares em cabras da raça Anglo-Nubiana.

Tenório Filho et al. (2007), em estudo demonstrativo de parâmetros de ondas foliculares no desenvolvimento folicular em cabras da raça Anglo-Nubiana, criadas em

condições tropicais, registraram entre 2 e 6 ondas. No entanto, em cabras com período interovulatório normal (19 - 22 dias), o número predominante de ondas foi de quatro ondas foliculares (GINTHER e KOT, 1994; De CASTRO et al., 1999; SCHWARZ e WIERZCHOS, 2000; TENÓRIO FILHO et al., 2007).

### **3. MATERIAL E MÉTODOS:**

O estudo foi conduzido durante a estação reprodutiva para a espécie caprina (abril a julho de 2007), consistindo de um período de adaptação de 30 dias (Fase 1) e período experimental de 60 dias (Fase 2), na câmara Bioclimática do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa (DZO-UFV), situada no município de Viçosa, região da Zona da Mata do Estado de Minas Gerais, Brasil. O município é localizado a 20°45'45" de latitude Sul e 42°52'04" a Oeste de Greenwich, com altitude média de 752 m, temperatura média anual de 20,9 °C, índice pluviométrico anual de 1.203 mm e clima do tipo CWA (inverno seco e verão chuvoso) pela classificação de Köppen.

Os dados meteorológicos da localidade de Viçosa-MG utilizados para realização do experimento foram obtidos junto ao 5° Distrito de Meteorologia, pertencente ao Instituto Nacional de Meteorologia.

#### **3.1. Câmara bioclimática e climatologia:**

A câmara bioclimática tem 20 m<sup>2</sup> de área e 2,10 metros de pé direito, e as baias de ferro galvanizado, têm 1,46 m de comprimento, 0,75 m de largura e 1,37 m de altura.

Os animais foram submetidos a três diferentes desafios térmicos durante os períodos de adaptação e experimental: 1) 8:00 – 12:00 horas, temperatura de 30 °C; 2) 12:00 – 18:00, temperatura de 35 °C; 3) 18:00 – 8:00, temperatura de 26 °C, com umidade relativa do ar média de 60 % ao longo do dia; sendo, 12 horas de luz diária – 6:00 – 18:00 horas, simulando assim condições bioclimatológicas da Região Norte do Brasil (próximo à linha do Equador). A temperatura ambiente e a umidade relativa do ar foram monitoradas diariamente.

#### **3.2. Animais, alimentação e sanidade:**

Foram utilizados neste estudo dois grupos de animais. O grupo 1 (n = 4) permaneceu na câmara bioclimática com controle da temperatura ambiente e umidade relativa do ar, enquanto o grupo 2 (n = 4) foi mantido em gaiolas individuais na área de experimentação animal do DZO-UFV, onde tiveram influência das variações climáticas naturais da estação.

Ambos os grupos tiveram o mesmo tratamento no que concerne à alimentação, sanidade, controle homeostático, análise hormonal e metabólica, e dinâmica folicular.

Foram utilizadas cabras não-gestantes das raças Alpina e Saanen, com boa condição corporal, em idade reprodutiva, com faixa etária de 1 a 7 anos.

A composição da dieta dos animais foi feita com base na porcentagem de proteína bruta (PB = 16,15 %) do feno de Tifton (*Cynodon spp.*), sendo 34,91 % de farelo de trigo, 63,13 % de milho triturado e 1,96 % de mistura mineral, a qual foi oferecida duas vezes ao dia (manhã e final da tarde) com 500 g/dia de concentrado, e suplementados com feno e sal mineral “ad libitum”. A água foi oferecida em valor fixo de 6 L/dia, para que se pudesse estimar o consumo diário de água, além do consumo de concentrado.

Um rufião foi utilizado no experimento para identificação do estro nas fêmeas, sempre pelo turno da manhã.

Mensalmente os animais foram pesados individualmente em balança apropriada e aferido o seu escore de condição corporal (ECC), de acordo com método preconizado por Ribeiro (1997), baseando-se na palpação das regiões lombar e esternal, atribuindo valores numa escala de 0 a 5, sendo o ECC do animal a média entre os dois pontos.

Antes de iniciar a fase de adaptação, foram avaliadas as condições sanitárias dos animais com exame clínico negativo para artrite encefalite caprina e exame de fezes, além de vermifugações (duas aplicações com intervalos de 21 dias de 7,5 mg/kg de Fosfato de Levamisol/Protall VR – Vallée), hemograma completo e vacinações contra raiva, brucelose, febre aftosa e clostridioses.

Os animais foram selecionados de acordo com as condições clínicas reprodutivas por meio de exame ginecológico, auxiliado por exames ultra-sonográficos, e as fêmeas que demonstraram qualquer alteração clínica foram excluídas do grupo experimental.

### **3.3. Controle homeostático dos animais:**

No intuito de acompanhar a condição de adaptação dos animais ao clima e local, foram avaliados os seguintes parâmetros clínicos: temperatura retal (TR), movimentos ruminais (MR), frequências respiratória (FR) e cardíaca (FC); os quais foram mensurados duas vezes ao dia, pela manhã e pela tarde, durante o período de adaptação e experimental.

### **3.4. Análises hormonais e perfil metabólico:**

Durante todas as fases de adaptação e experimental, as coletas de sangue para as dosagens hormonais e metabólicas foram realizadas duas vezes por semana (segundas e quintas-feiras), sempre no turno da tarde.

Foram coletados sete mL de sangue por meio de punção da veia jugular em tubos de *vacutaineer* e imediatamente centrifugadas a 600 G por 10 minutos, para obtenção do soro sanguíneo. Posteriormente as amostras de soro foram divididas em duas alíquotas, uma para

as dosagens hormonais e outra para as dosagens metabólicas, e devidamente identificadas e estocadas em tubos de polietileno (ependorff) a  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$  até o dia do processamento (dosagem hormonal e metabólica).

Para a dosagem hormonal, foram avaliadas as concentrações séricas de progesterona (P4), estrógeno (E2), triiodotironina ( $T_3$ ), tiroxina ( $T_4$ ) e cortisol (CORT) durante os períodos de adaptação e experimental. As concentrações hormonais foram mensuradas pelo método de quimioluminescência indireta por meio de *kits* comerciais (Access – Beckman Coulter), de acordo com o protocolo preconizado pela empresa fornecedora dos respectivos *kits*. As dosagens metabólicas foram mensuradas por espectrofotometria por meio de *kits* comerciais: albumina – ALB (Alizé – Biomérieux), proteínas totais – PT (Alizé – Biomérieux), e colesterol total (Bioclin – Quibasa Química Básica Ltda); empregando-se a metodologia enzimática, seguindo-se as recomendações dos fabricantes.

As análises laboratoriais foram realizadas pela empresa Scanlab – BH –MG e no setor de Biofármacos – UFV.

### **3.5. Dinâmica folicular:**

O crescimento folicular foi monitorado diariamente durante o período experimental (pela manhã) por meio de exames ultra-sonográficos por via transretal, com auxílio de Ultra-som (marca Pie-Medical, modelo VET 200, acoplado ao transdutor de 5/7,5 MHz), onde todas as estruturas ovarianas foram registradas e determinados os seguintes parâmetros:

- a) Comprimento do ciclo estral (definido como período interovulatório de dois estros consecutivos), detectando a ovulação no primeiro dia em que há desaparecimento dos maiores folículos;
- b) Duração do estro (definida como intervalo do início da aceitação do rufião pela fêmea até o início da rejeição ao macho);
- c) Período de ovulação (definido como intervalo do início do estro – aceitação do rufião – até a ovulação);
- d) Número de ondas de crescimento folicular, pelo acompanhamento de crescimento e atresia de *pools* de folículos a partir de 3 mm de diâmetro;
- e) Diâmetro do 1º e 2º maiores folículos, onde foram mensurados considerando-se a média da máxima área transversal da altura e da largura da imagem ultra-sonográfica “congelada” dos folículos no monitor. Os dois maiores folículos foram desenhados de acordo com sua localização obtida na imagem ultra-sonográfica, para que se pudesse manter sua individualidade até sua ovulação, atresia ou luteinização;



- f) Dia do ciclo estral em que o corpo lúteo apresentou maior diâmetro. Da mesma forma, o diâmetro do mesmo foi determinado pela média da altura e largura da máxima área transversal de seu corpo.

### **3.6. Análises estatísticas:**

Para análise dos dados obtidos no experimento foi empregado o programa estatístico SAEG-9.1 (UFV, 2007).

Estatística descritiva (média, desvio padrão) foi utilizada para todas as variáveis estudadas (dinâmica folicular, concentração hormonal, controle homeostático e perfil metabólico).

As características hormonais e perfis metabólicos foram avaliados pelas análises de variância e regressão em função do ciclo estral; dentro e entre animais experimentais.

Para a característica de dinâmica folicular (duração do estro, duração do ciclo estral e diâmetro folicular) utilizou-se análise de variância para verificar o efeito do animal e ciclos estrais. Para as características que demonstraram efeito significativo pelo teste F, quando necessário (entre dias de coleta), realizou-se comparação da média pelo teste de Tukey, com probabilidade de 5 % de erro.

Os parâmetros adquiridos no controle homeostático foram avaliados pela análise de variância, para verificar o efeito do período do dia (nos horários estabelecidos no experimento). Para as características que apresentaram efeito significativo pelo teste F, realizou-se comparação de médias pelos testes de Tukey, com probabilidade de erro de 5 %.

Para os dados que não atenderam às premissas de análise de variância pelos testes de Lilliefors e Cochran e Bartlett (normalidade dos dados e homogeneidade de variância), os mesmos foram avaliados pela análise não-paramétrica (Wilcoxon).

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO:

### 4.1. Dados climáticos:

As médias das temperaturas, umidade relativa do ar e fotoperíodo, observadas nos turnos da manhã e da tarde nas fases de adaptação e experimental estão descritas na Tabela 1.

Tabela 1: Médias e desvios padrão dos parâmetros climáticos dentro e fora da Câmara Bioclimática ao longo do período de adaptação e experimental em cabras leiteiras submetidas a condições bioclimáticas artificiais (Grupo 1) semelhantes às da Zona Equatorial Brasileira, ou não (Grupo 2).

Parâmetros	Turno	Grupo 1		Grupo 2	
		Adaptação	Experimental	Adaptação	Experimental
Temp (°C)	Manhã	30,0 ± 0,0 <sup>aAC</sup>	30,0 ± 0,0 <sup>aAC</sup>	20,9 ± 1,7 <sup>aBC</sup>	18,7 ± 1,8 <sup>bBC</sup>
	Tarde	35,0 ± 0,0 <sup>aAD</sup>	35,0 ± 0,0 <sup>aAD</sup>	23,1 ± 2,7 <sup>aBCE</sup>	21,6 ± 1,7 <sup>bBD</sup>
	Noite	26,0 ± 0,0 <sup>aAE</sup>	26,0 ± 0,0 <sup>aAE</sup>	16,1 ± 2,2 <sup>aBDF</sup>	13,3 ± 2,1 <sup>bBE</sup>
UR (%)	Manhã	61,8 ± 2,3 <sup>aAC</sup>	64,2 ± 1,3 <sup>bAC</sup>	72,4 ± 5,9 <sup>aBC</sup>	72,4 ± 7,5 <sup>aBC</sup>
	Tarde	56,3 ± 3,1 <sup>aADE</sup>	51,9 ± 2,6 <sup>bADE</sup>	62,2 ± 9,8 <sup>aBD</sup>	58,6 ± 7,2 <sup>bBD</sup>
	Noite	62,3 ± 2,6 <sup>aACF</sup>	63,7 ± 2,2 <sup>bACF</sup>	89,6 ± 3,3 <sup>aBE</sup>	90,2 ± 2,4 <sup>aBE</sup>
Fotop. (hs)	Diário	12,0 ± 0,0 <sup>aA</sup>	12,0 ± 0,0 <sup>aA</sup>	11,3 ± 1,5 <sup>aB</sup>	10,9 ± 0,6 <sup>bB</sup>

<sup>a,b</sup> = Valores médios, seguidos por letras minúsculas diferentes na mesma linha dentro do mesmo grupo, diferem entre si pelo teste F ( $p < 0,05$ ).

<sup>A,B</sup> = Valores médios, seguidos por letras maiúsculas diferentes na mesma linha e entre grupos, diferem entre si pelo teste F ( $p < 0,05$ ).

<sup>C,D,E,F</sup> = Valores médios de um mesmo parâmetro, seguidos de letras maiúsculas na mesma coluna, diferem entre si pelo teste F ( $p < 0,05$ ).

No município de Viçosa, onde foi realizado o experimento, de acordo com estudo de Allen et al. (1998), a variação da luminosidade solar ao longo do ano é pequena, variando de 13,2 horas (dia mais longo do ano) a 10,7 horas (dia mais curto do ano). Segundo Curtis (1983), o que leva as fêmeas caprinas a iniciar e manter uma atividade cíclica ovariana é a percepção de uma luminosidade diária decrescente, como se observou durante toda a execução do presente estudo, onde houve discreta redução no número de horas de luz diárias (de 11,3 para 10,9 horas) (figura 2).

Segundo Santos et al. (2005) raças de caprinos exóticas (criadas em regiões diferentes daquela de sua origem) demonstram certa adaptabilidade, quando introduzidas em regiões que

apresentem condições climáticas semelhantes. As duas raças utilizadas neste experimento (Saanen e Alpina) são de origem europeia e, certamente não têm problemas de adaptação às temperaturas de outono e inverno do sudeste brasileiro, bem como às temperaturas de intenso estresse térmico das regiões próximas à linha do Equador, às quais foram submetidos artificialmente os animais, conforme os resultados do presente estudo.

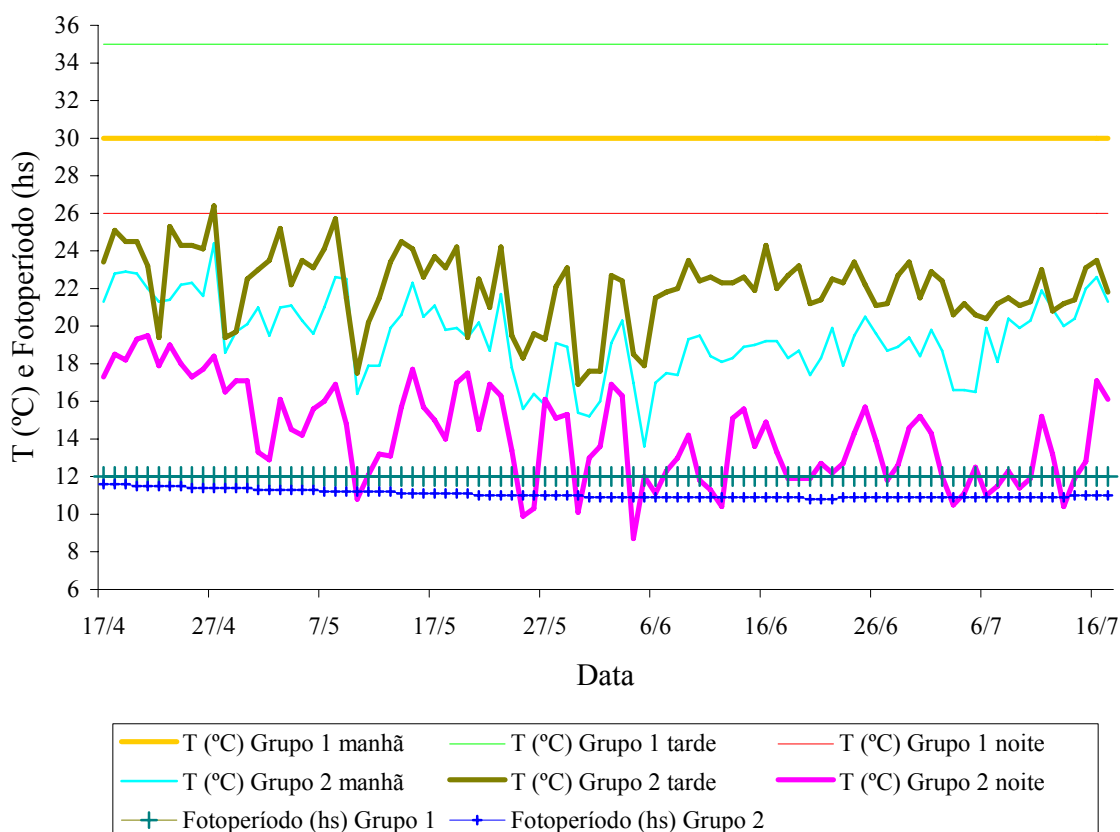


Figura 2: Valores médios de temperatura e fotoperíodo ao longo do período experimental em cabras leiteiras submetidas a condições bioclimáticas artificiais (Grupo 1) semelhantes às da Zona Equatorial Brasileira, ou não (Grupo 2).

A média de temperatura ambiente onde os animais do grupo 2 foram manejados apresentou-se dentro da zona de conforto térmico para caprinos (20 a 30 °C) recomendada por Baêta e Souza (1997), ficando um pouco abaixo somente durante o período noturno ao longo do experimento (13,3 °C) e no período da manhã (18,7 °C) durante a fase experimental. No entanto, para os animais do grupo 1, a temperatura durante os turnos da noite (26 °C) e manhã (30 °C) manteve-se dentro da zona de conforto térmico, sendo ultrapassada somente no turno da tarde (35 °C) (tabela 1 e figura 2).

## 4.2. Controle homeostático:

Os valores médios de consumo diário de ração e água, além da pesagem e ECC, estão sumariados na tabela 2.

Tabela 2: Médias e desvios padrão de consumo de água e ração, peso e escore de condição corporal (ECC) durante as fases de adaptação e experimental em cabras leiteiras submetidas a condições bioclimáticas artificiais (Grupo 1) semelhantes às da Zona Equatorial Brasileira, ou não (Grupo 2).

Parâmetros	Grupo 1		Grupo 2	
	Adaptação	Experimental	Adaptação	Experimental
Água (mL)	5519,0 ± 540,3 <sup>aA</sup>	4386,3 ± 1154,1 <sup>bA</sup>	2524,0 ± 783,2 <sup>aB</sup>	1663,2 ± 977,9 <sup>bB</sup>
Ração (g)*	482,3 ± 61,1 <sup>aA</sup>	499,0 ± 8,3 <sup>bA</sup>	488,7 ± 45,8 <sup>aA</sup>	490,8 ± 4,6 <sup>bB</sup>
Peso (kg)	52,4 ± 6,3 <sup>aA</sup>	50,5 ± 4,2 <sup>aA</sup>	41,4 ± 7,5 <sup>aA</sup>	41,5 ± 5,6 <sup>aB</sup>
ECC (0-5)	2,4 ± 0,1 <sup>aA</sup>	2,2 ± 0,2 <sup>aA</sup>	2,2 ± 0,3 <sup>aA</sup>	2,2 ± 0,3 <sup>aA</sup>

<sup>a,b</sup> = Valores médios, seguidos por letras minúsculas diferentes na mesma linha dentro do mesmo grupo, diferem entre si pelo teste F ( $p < 0,05$ ).

<sup>A,B</sup> = Valores médios, seguidos por letras maiúsculas diferentes na mesma linha e entre grupos, diferem entre si pelo teste F ( $p < 0,05$ ).

\* = Análise não paramétrica pelo teste de Wilcoxon ( $p < 0,05$ ).

Os valores médios para o consumo de água mostraram-se diferentes ( $p < 0,05$ ) tanto em função do grupo, quanto em função do tempo, sendo que os animais do grupo 1 consumiram mais do que o dobro de água do que os animais do grupo 2.

Em relação ao consumo de ração, houve diferença entre valores médios registrados para os grupos e durante o período experimental ( $p < 0,05$ ), com exceção da fase de adaptação, onde não houve diferença entre grupos ( $p > 0,05$ ).

Para os animais dos grupos 1 e 2, não houve variação nos valores médios para os parâmetros de peso e ECC em função do tempo ( $p > 0,05$ ). No entanto, durante a fase experimental houve diferença entre grupo no peso dos animais, sendo maiores nos animais mantidos em câmara bioclimática ( $p < 0,05$ ) (tabela 2).

O maior consumo de água para os animais do grupo 1 reflete a necessidade de resfriar o organismo por condução e repor a água evaporada pelas vias respiratória e cutânea. Neste aspecto, Baccari Jr. et al. (1996) verificaram que cabras da raça Saanen submetidas à temperatura de 32,5 °C em câmara bioclimática, reduziram o consumo de matéria seca e

aumentaram o consumo diário de água, conforme resultados observados no presente estudo (tabela 2), com exceção do consumo de ração, que não apresentou alteração para os animais submetidos a estresse térmico.

O consumo diário de ração e a conversão alimentar foram reduzidos para animais sob condições climáticas quentes (30,5 °C), quando comparado a animais criados à sombra (19,3 °C) em estudo realizado por Pádua e Silva (1996), corroborando Brasil et al. (2000), onde as cabras estressadas apresentaram perda de peso, redução de consumo de matéria seca e duplicação do consumo de água, sendo que os animais estressados consumiram 62,5 % menos feno no período diurno e durante a noite esta diferença caiu para 16,0 %, observando-se efeito compensatório parcial da ingestão de alimentos, que não foi suficiente para alcançar o consumo das cabras não-estressadas.

Marai et al. (2006) trabalhando com ovinos, afirmam que o consumo de água equivale a 9 a 11 % do peso corporal durante o inverno, e 19 a 25 % durante o verão. Portanto, a exposição dos animais a ambientes quentes induz a um aumento exagerado do consumo de água, o qual foi maior em horários mais quentes (11:00 às 15:00 horas e 15:00 às 19:00 horas) do que em horários mais frios (7:00 às 11:00 horas), e maior também durante o verão do que durante o inverno.

Hirayama et al. (2004) trabalhando com animais sob estresse térmico (35 °C) também observaram aumento no consumo de água para os animais estressados (2,4 L/dia contra 1,9 L/dia nos animais do grupo controle); porém, com consumo de ração aproximadamente 48 % menor do que para os animais sem influências climáticas estressantes.

Assim como no presente estudo, Neiva et al. (2004) submetendo ovinos da raça Santa Inês a estresse térmico de aproximadamente 31,6 °C durante o turno da tarde, durante 17 dias, não registraram diferença no consumo de ração. Adicionalmente, os autores verificaram aumento de consumo de água nos animais submetidos ao estresse térmico, provavelmente como resposta à alta taxa de evaporação de água dos tecidos do animal, consequência das trocas de calor entre o animal e o ambiente.

Os resultados das análises de regressão para peso e ECC encontram-se sumariados na tabela 3. Em relação ao ganho de peso, assim como o ECC, não houve diferença dos animais do grupo 1 em relação aos do grupo 2 ( $p > 0,05$ ). A leve perda de peso dos animais na fase de adaptação deve-se principalmente ao estresse ao qual todos os animais foram submetidos devido à mudança de ambiente, mas que foi recuperado e mantido constante ao longo da fase experimental. Esses resultados estão de acordo com os observados por Pádua e Silva (1996) e Dixon et al. (1999) que não observaram diferenças entre os ganhos de peso devido ao efeito

do ambiente. No entanto, diferem dos resultados de Neiva et al. (2004), onde os animais submetidos a estresse térmico, apresentaram ganho de peso inferior em relação aos mantidos sob sombra (122 e 174 g/dia, respectivamente).

Tabela 3: Médias e desvios padrão do peso corporal e avaliações de escore de condição corporal (ECC) em cabras leiteiras submetidas a condições bioclimáticas artificiais (Grupo 1) semelhantes às da Zona Equatorial Brasileira, ou não (Grupo 2).

Data	Grupo 1		Grupo 2	
	Peso (kg)	ECC	Peso (kg)	ECC
1*	52,4 ± 6,3	2,4 ± 0,1	41,4 ± 7,5	2,2 ± 0,3
2	51,0 ± 4,6	2,2 ± 0,2	40,5 ± 7,0	2,2 ± 0,3
3	49,7 ± 5,2	2,2 ± 0,2	40,9 ± 5,0	2,2 ± 0,3
4	50,6 ± 4,1	2,2 ± 0,2	43,3 ± 6,0	2,3 ± 0,4

Análise pelo teste F ( $p > 0,05$ ).

\* = Fase de adaptação dos animais.

Durante a fase de adaptação, não houve diferença entre os valores médios para os parâmetros de FR, FC, TR e MR para os animais do grupo 1 em ambos os turnos de mensuração em função do tempo ( $p > 0,05$ ), com exceção da FC no turno da manhã, que apresentou aumento em função do tempo ( $p < 0,05$ ). Os animais do grupo 2 não demonstraram diferença entre os valores médios de TR em ambos os turnos de mensuração e para os valores de FR no turno da manhã em função do tempo ( $p > 0,05$ ). No entanto, os valores de FC e MR em ambos os turnos, e de FR para o turno da tarde, demonstraram diferença em função do tempo ( $p < 0,05$ ) (tabela 4).

Tabela 4: Médias e desvios padrão de frequência respiratória (FR), frequência cardíaca (FC), temperatura retal (TR) e movimentos ruminais (MR) nos turnos da manhã e da tarde durante as fases de adaptação e experimental em cabras leiteiras submetidas a condições bioclimáticas artificiais (Grupo 1) semelhantes às da Zona Equatorial Brasileira, ou não (Grupo 2).

Parâmetros	Turno	Grupo 1		Grupo 2	
		Adaptação	Experimental	Adaptação	Experimental
FR (mov/min)*	Manhã	43,4 ± 19,4 <sup>aAC</sup>	34,5 ± 16,6 <sup>bAC</sup>	28,8 ± 12,4 <sup>aBC</sup>	24,3 ± 10,5 <sup>bBC</sup>
	Tarde	87,4 ± 34,8 <sup>aAD</sup>	72,1 ± 23,1 <sup>bAD</sup>	32,5 ± 13,7 <sup>aBD</sup>	33,3 ± 18,5 <sup>aBD</sup>
FC (bat/min)	Manhã	71,9 ± 21,4 <sup>aAC</sup>	60,2 ± 11,6 <sup>bAC</sup>	84,1 ± 20,7 <sup>aBC</sup>	73,1 ± 16,8 <sup>bBC</sup>
	Tarde	74,2 ± 19,3 <sup>aAC</sup>	66,1 ± 11,8 <sup>bAD</sup>	83,5 ± 17,9 <sup>aBC</sup>	77,5 ± 14,1 <sup>bBD</sup>
TR(°C)*	Manhã	38,6 ± 0,3 <sup>aAC</sup>	38,4 ± 0,3 <sup>aAC</sup>	38,2 ± 0,3 <sup>aBC</sup>	38,1 ± 0,4 <sup>bBC</sup>
	Tarde	39,2 ± 0,2 <sup>aAD</sup>	39,1 ± 0,2 <sup>bAD</sup>	38,8 ± 0,3 <sup>aBD</sup>	38,6 ± 2,3 <sup>aBD</sup>
MR (mov/5min)	Manhã	2,4 ± 1,1 <sup>aAC</sup>	3,0 ± 1,3 <sup>bAC</sup>	3,3 ± 1,6 <sup>aBC</sup>	3,4 ± 1,6 <sup>aBC</sup>
	Tarde	3,6 ± 1,3 <sup>aAD</sup>	3,7 ± 1,4 <sup>aAD</sup>	3,9 ± 1,8 <sup>aAD</sup>	4,7 ± 1,9 <sup>bBD</sup>

<sup>a,b</sup> = Valores médios, seguidos por letras minúsculas diferentes na mesma linha dentro do mesmo grupo, diferem entre si pelo teste F ( $p < 0,05$ ).

<sup>A,B</sup> = Valores médios, seguidos por letras maiúsculas diferentes na mesma linha e entre grupos, diferem entre si pelo teste F ( $p < 0,05$ ).

<sup>C,D</sup> = Valores médios de um mesmo parâmetro, seguidos de letras maiúsculas na mesma coluna, diferem entre si pelo teste F ( $p < 0,05$ ).

\* = Análise não paramétrica pelo teste de Wilcoxon ( $p < 0,05$ ).

Na fase experimental, não houve alterações de comportamento dos valores médios para os parâmetros de TR em ambos os turnos, de MR pela manhã, e de FC e FR no turno da tarde, para os animais do grupo 1 ( $p > 0,05$ ). Porém, a FR e a FC pelo turno da manhã, e MR durante a tarde, apresentaram diferença de comportamento em função do tempo experimental ( $p < 0,05$ ). Os animais do grupo 2 não demonstraram diferença entre os valores médios para os parâmetros de FR e TR no turno da tarde ( $p > 0,05$ ). Os valores de FC e MR apresentaram alterações em ambos os turnos, e os valores de FR e TR apresentaram alterações somente pelo turno da manhã em função do tempo experimental ( $p < 0,05$ ).

Durante a fase experimental, observou-se diferença ( $p < 0,05$ ) para os parâmetros estudados (tabela 4) entre os turnos da manhã e tarde, sendo os valores mensurados nas tardes

sempre superiores aos das manhas, o que pode ser explicado pelos valores mais elevados dos parâmetros térmicos estudados neste período. Brasil et al. (2000) relataram que cabras da raça Alpina, tanto em condições de termoneutralidade como sob estresse térmico, apresentaram TR superior no turno da tarde. Segundo os autores, isto ocorre em função das temperaturas serem mais elevadas nesse período e do próprio ciclo metabólico dos animais.

É importante ressaltar que os parâmetros estudados durante a fase experimental demonstraram uma diminuição em relação à fase de adaptação, com exceção do MR, que não apresentou diferença durante os horários mais quentes (tarde) ( $p > 0,05$ ), sendo diferente apenas durante o turno da manhã, onde se apresentou pouco aumentado durante a fase experimental ( $p < 0,05$ ) (tabela 4). Tal fato evidencia a capacidade de adaptação desses animais ao clima quente ao qual foram submetidos.

No presente estudo, a TR elevou-se nos animais de ambos os grupos no turno da tarde (39,1 e 38,6 °C, para os grupos 1 e 2, respectivamente) em relação ao turno da manhã (38,4 e 38,1 °C para os grupos 1 e 2, respectivamente) ( $p < 0,05$ ) (tabela 4), apesar de os animais do grupo 1 terem sido submetidos no turno da tarde a uma temperatura 5 °C acima da temperatura de conforto térmico. Vale ressaltar que a TR manteve-se dentro dos limites normais estabelecidos por Baccari Jr. et al. (1996) que varia entre 38,5 a 40,0 °C em caprinos adultos. Já Brasil et al. (2000) observaram hipertermia (40,7 °C) nos animais sob estresse térmico durante o período da tarde e TR um pouco mais baixa (39,1 °C) durante o período da manhã, porém com valores muito elevados quando comparados com os resultados do presente estudo.

Um fato importante a ser ressaltado é que os trabalhos citados pelos diversos autores utilizam temperaturas únicas e elevadas dentro de câmaras bioclimáticas, durante um curto período de dias ou durante apenas algumas horas durante o dia, enquanto que o presente estudo trabalhou com uma variação de três temperaturas ao longo do dia, simulando condições bioclimáticas naturais da Zona Equatorial Brasileira.

Com o objetivo de estudar reações fisiológicas de cabras da raça Saanen adultas, submetidas às condições ambientais de 36,8 °C; 63 % de umidade relativa e índice de temperatura e umidade (THI) de 90, com radiação solar simulada em câmara climática, Gayão et al. (1991) verificaram que pela manhã (9 horas) não houve diferença entre grupo não-estressado e estressado com relação à TR. À tarde (15 horas) a TR foi mais elevada para os animais sob estresse térmico, quando comparado ao grupo controle (40,7 vs 39,6 °C), concordando com as observações de Emesih et al. (1995), os quais, trabalhando com dois grupos de fêmeas caprinas submetidas a estresse térmico pelo calor, controle (21 °C) e o



grupo estressado (37 °C, 12 horas/dia e 30 °C, 12 horas/dia), reportaram aumento da temperatura retal dos animais submetidos ao estresse, quando comparado ao grupo controle (39,6 vs 38,9 °C, respectivamente).

Uribe-Velásquez et al. (2001) relataram que cabras da raça Alpina, tanto em condições de termoneutralidade como sob influência de estresse em câmara bioclimatológica, apresentaram médias de TR, no turno da tarde (40,7 e 39,2 °C para os grupos sob estresse térmico e termoneutralidade, respectivamente), superiores às do período da manhã (39,2 e 39,0 °C para os grupos sob estresse térmico e termoneutralidade, respectivamente) sendo que nos animais sob estresse os valores da TR foram superiores, devido a uma hipertermia temporária nesses animais.

Neiva et al. (2004) ao avaliarem o efeito do estresse climático sobre os parâmetros produtivos e fisiológicos de ovinos da raça Santa Inês, também observaram elevação da TR no turno da tarde, demonstrando que a elevação da temperatura ambiente exerceu efeito sobre a TR dos animais.

A elevação da TR observada no presente experimento no turno da tarde é evidenciada principalmente pelo aumento da temperatura ambiente, demonstrando que o animal está necessitando de uma forma mais eficaz de perda de calor para o ambiente, como a sudorese e aumento da FR. Portanto, em condições de estresse térmico, os animais exibiram taquipnéia, tanto pela manhã como à tarde.

A FR em caprinos apresenta valor médio de 25 movimentos respiratórios por minuto, variando entre 20 e 34 movimentos, podendo esses valores ser influenciados pelo trabalho muscular, temperatura ambiente, ingestão de alimentos, gestação, idade e tamanho do animal (ANDERSON, 1996). No presente estudo, apesar da alta temperatura no turno da tarde, o excesso de calor armazenado no decorrer do dia foi dissipado durante a noite, devido à variações de temperaturas às quais o grupo 1 foi submetido ao longo do dia, ficando evidente a adaptabilidade desses animais a às temperaturas em que foram submetidas (tabela 4). No entanto, ressalta-se que a FR para os animais do grupo 1 apresentou-se acima da considerada fisiológica para a espécie (tabela 4), demonstrando que, a temperatura elevada, principalmente no turno da tarde, interferiu, ativando o sistema termorregulatório, promovendo maior perda de calor, pela forma evaporativa por meio da respiração.

Silva et al. (2006) verificaram que, quando ocorre elevação acentuada da temperatura ambiente, os mecanismos termorregulatórios são acionados aumentando a perda de calor na forma latente, por meio do aumento da FR e/ou da sudorese, na tentativa de manter a temperatura corporal dentro dos limites normais evitando a hipertermia.

Em estudo realizado por Marai et al. (2006) os animais perderam cerca de 20% do calor corporal por meio da FR em ambientes termoneutros, enquanto que em ambientes sob estresse térmico essa perda aumentou para 60%.

O impacto do calor sobre as variáveis fisiológicas resulta em um aumento percentual de 3,3 na TR e 194 na FR, com alterações, respectivamente, de 38,6° para 39,9 °C e de 32 para 94 mov/min (SOUZA et al., 2005). Já no presente estudo, este impacto calórico resultou em um aumento de 1,8% na TR e 109% na FR para os animais do grupo 1, enquanto que os animais do grupo 2 obtiveram aumento um pouco menor de 1,4% na TR e 36,6% na FR (tabela 4). A FR alta pode ser uma maneira eficiente de perder calor por curtos períodos, mas caso mantida por várias horas, poderá resultar em sérios problemas para os animais. A respiração acelerada e contínua pode interferir na ingestão de alimentos e ruminação, adicionar calor endógeno a partir da atividade muscular e desviar a energia que poderia estar sendo utilizada em outros processos metabólicos e produtivos (ANDERSON, 1996).

Brasil et al. (2000) trabalhando com caprinos em condições de termoneutralidade e sob estresse térmico, verificaram que houve variação da FR com relação ao período do dia, para os animais em condições de estresse térmico, sendo a média no turno da tarde (173,8 mov/min) superior ao turno da manhã (80,0 mov/min).

Os dados de FC na literatura científica, na maioria das vezes, são discrepantes, devido às diferentes condições ambientais em que foram obtidas. A ingestão de grandes quantidades de alimento causa aumento considerável na FC, e a ruminação altera a frequência cardíaca em 3%. Nos caprinos hígidos, a frequência cardíaca varia entre 70 a 90 bat/min (ANDERSON, 1996). No presente estudo, a FC para os animais do grupo 2 se manteve sempre mais elevada do que para os animais do grupo 1, provavelmente devido a uma maior quantidade de MR dos animais do grupo 2 em relação aos do grupo 1 em ambos os turnos (3,4 e 3,0 mov/5min para os animais dos grupos 2 e 1, respectivamente, no turno da manhã e 4,7 e 3,7 mov/5min para os animais dos grupos 2 e 1, respectivamente, no turno da tarde) (tabela 4), além do estresse a que os animais do grupo 2 eram submetidos devido manejo, sofrendo influências de fatores externos, o que os animais do grupo 1 não tinham, já que se encontravam isolados dentro da câmara bioclimática durante todo o período de adaptação e experimental.

Shinde et al. (2002) registraram aumento da FC de 57,8 para 90,6 bat/min nos turnos da manhã e tarde, respectivamente em animais submetidos a estresse térmico. Em parte, isto ocorre para aumentar a circulação para a pele, melhorando a eficácia da evaporação pela pele, podendo ser ainda explicado para aumentar o aporte sanguíneo para os músculos respiratórios para satisfazer a maior energia requerida.

Souza et al. (2005) não registraram diferenças em relação à FC para animais nativos e exóticos criados no semi-árido Paraibano, porém com valores médios muito mais elevados (128,0 e 125,2 bat/min nos turnos da manhã e tarde, respectivamente) do que os registrados no presente estudo, que foram de 60,2 e 73,1 bat/min no turno da manhã, e 66,1 e 77,5 bat/min no turno da tarde, para os grupos 1 e 2, respectivamente, onde houve diferença entre os turnos ( $p < 0,05$ ).

Em ambientes com elevadas temperaturas, apesar de ocorrer um decréscimo no consumo alimentar, com conseqüente diminuição na contração ruminal, a digestibilidade tende a ficar inalterada ou a aumentar, devido, provavelmente, a uma forma de suprir a diminuição da energia absorvida sob estresse térmico. Tais adaptações ao calor estão relacionadas à produção dos animais e parecem ser resultado de adaptação endócrina, cujos mecanismos ainda não estão bem esclarecidos (HIRAYAMA et al., 2004). Segundo SILVA (2000), variações no ambiente térmico induzem respostas fisiológicas específicas no sistema digestivo, como diminuição no fluxo sanguíneo para o rúmen (76% sob estresse severo e 32% sob estresse moderado), redução da motilidade ruminal e da atividade ruminatória. Já Ohsiro et al. (1996) observaram que grande parte da ruminação ocorre durante os períodos escuros, ou durante a noite, e que quando os animais estão se alimentando, há uma diminuição no comportamento de ruminação.

Hirayama et al. (2004) registraram valores médios para MR de 4,9 mov / 5 min e 5,7 mov / 5 min para os grupos estressado e não-estressado, respectivamente, sendo pouco superiores aos registrados no presente estudo (3,0 e 3,4, e 3,7 e 4,7 para os animais do grupo 1 e 2, nos turnos da manhã e tarde, respectivamente, sendo observada diferença entre os grupos em ambos os turnos, na mensuração do MR ( $p < 0,05$ ). Tal decréscimo provavelmente se deve, em parte, ao mecanismo de controle da termogênese, afim de manter a homeostase corporal.

#### **4.3. Análises hormonais e perfil metabólico:**

Com relação ao comportamento dos parâmetros de colesterol, ALB e PT em função dos dias, nos diferentes grupos e fases, não se registrou nenhuma diferença ( $p > 0,05$ ) nos valores médios obtidos durante todo o período experimental (tabela 5).

Tabela 5: Médias e desvios padrão das dosagens séricas de colesterol total, proteínas totais (PT) e albumina (ALB) durante as fases de adaptação e experimental em cabras leiteiras submetidas a condições bioclimáticas artificiais (Grupo 1) semelhantes às da Zona Equatorial Brasileira, ou não (Grupo 2)..

Parâmetros	Grupo 1		Grupo 2	
	Adaptação	Experimental	Adaptação	Experimental
Colesterol (mg/dL)	81,8 ± 20,6 <sup>aA</sup>	95,6 ± 27,8 <sup>bA</sup>	90,1 ± 16,4 <sup>aA</sup>	107,1 ± 24,1 <sup>bB</sup>
PT (g/dL)	8,6 ± 0,9 <sup>aA</sup>	9,1 ± 1,6 <sup>aA</sup>	7,8 ± 0,6 <sup>aB</sup>	8,1 ± 1,4 <sup>aB</sup>
ALB (g/dL)	3,0 ± 0,3 <sup>aA</sup>	3,2 ± 0,4 <sup>bA</sup>	3,2 ± 0,3 <sup>aB</sup>	3,4 ± 0,3 <sup>bB</sup>

<sup>a,b</sup> = Valores médios, seguidos por letras minúsculas diferentes na mesma linha dentro do mesmo grupo, diferem entre si pelo teste F (p<0,05).

<sup>A,B</sup> = Valores médios, seguidos por letras maiúsculas diferentes na mesma linha e entre grupos, diferem entre si pelo teste F (p<0,05).

Valores de referência das concentrações séricas de colesterol têm sido referidos em caprinos por diversos pesquisadores, com limites mínimo e máximo variando respectivamente, de 105,3 a 139,8 mg/dL (SINGH e PRASAD, 1985; URIBE-VELÁSQUEZ, 1997) e 80 a 130 mg/dL (KANEKO et al., 1997). Uribe-Velásquez et al. (1998) registraram valores de 86,9 ± 12,1 ng/mL para animais sob estresse térmico e 87,8 ± 11,7 mg/dL, para animais em condições de termoneutralidade, sem diferença entre eles. Já no presente estudo, os animais do grupo 2 demonstraram valores médios de 107,1 ng/mL, dentro dos limites considerados fisiológicos, e diferentes dos valores registrados para os animais do grupo 1 (95,6 ng/mL) (tabela 5; p < 0,05), estando em contradição com os estudos feitos por Nazifi et al. (2003), que registraram maiores valores de colesterol para animais submetidos a estresse pelo frio (185 ng/mL) do que em condições de termoneutralidade (142 ng/mL) e estresse calórico (146 ng/mL). Vale ressaltar que para os animais do grupo 2, apesar de estarem sob condições naturais de criação, durante o turno da noite, observou-se que foram submetidos a estresse pelo frio (tabela 1), daí os valores mais elevados para as concentrações de colesterol em relação ao grupo 1.

Entretanto, pouca atenção tem sido dada ao estudo dos possíveis efeitos das temperaturas ambientes efetivas elevadas, nos climas tropicais e subtropicais, sobre as concentrações séricas de colesterol e lipoproteínas de alta densidade (HDL). Fatores como o número de dias após o parto, número de lactações, idade, nível de produção leiteira, estresse

térmico e estação do ano podem acarretar alterações nas concentrações plasmáticas de colesterol (URIBE-VELASQUEZ et al., 1998).

A concentração de PT está relacionada com o estado de desidratação, as infecções e alterações na ingestão de alimentos (provocando desnutrição), além de serem carreadores de hormônios, sendo a ALB um dos principais carreadores de hormônios esteróides do organismo (KANEKO et al., 1997; NAZIFI et al., 2003; HAFEZ e HAFEZ, 2004).

Valores de referência para os valores de PT (6,4 a 9,0 g/dL) e ALB (2,7 a 3,9 g/dL) foram estipulados por Kaneko et al. (1997), estando os valores observados no presente estudo dentro dos limites preconizados pelos autores, sendo: PT de 9,1 e 8,1 g/dL e ALB de 3,2 e 3,4 g/dL, para os grupos 1 e 2, respectivamente (tabela 5). Adicionalmente, verificou-se valores médios menores ( $p < 0,05$ ) para a concentração de colesterol e albumina nos animais submetidos ao estresse térmico (Grupo 1), do que os valores registrados nos animais não estressados (Grupo 2). Porém, a concentração de PT mostrou-se maior para os animais do grupo 1 (tabela 5;  $p < 0,05$ ). No entanto, Nazifi et al. (2003), em estudo comparativo dos parâmetros bioquímicos sanguíneos para ovelhas submetidas a estresse térmico, observaram alteração nos valores de PT para os animais submetidos a estresse pelo frio (6,2 g/dL) em relação aos animais em condições de termoneutralidade (5,5 g/dL) e estresse calórico (5,7 ng/mL).

O cortisol plasmático é amplamente ligado a proteínas que regulam sua biodisponibilidade, restringindo sua saída dos capilares. As concentrações dessas proteínas podem ser influenciados por vários fatores, incluindo o estresse, e este fato pode interferir na quantidade de cortisol liberado pelas células. Se não houvesse variação nessas proteínas, como demonstram os valores da tabela 5, para PT e ALB, sua consideração na interpretação do cortisol total seria irrelevante (RENSIS e SCARAMUZZI, 2003).

Os resultados referentes às concentrações séricas de T3, T4 e cortisol estão sumariados nas tabelas 6 e 7.

Tabela 6: Médias e desvios padrão das dosagens séricas de triiodotironina (T3), tiroxina (T4) e cortisol durante o período de adaptação (fase 1) em cabras leiteiras submetidas a condições bioclimáticas artificiais (Grupo 1) semelhantes às da Zona Equatorial Brasileira, ou não (Grupo 2).

Coletas	Dias de fase 1	T3 (ng/mL)		T4 (ng/mL)		Cortisol (ng/mL)	
		Grupo 1	Grupo 2	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 1	Grupo 2
1	6	1,0 ± 0,7	1,0 ± 0,7	45,9 ± 31,7	77,3 ± 19,4	7,2 ± 1,7	4,4 ± 4,2
2	9	1,3 ± 1,7	0,7 ± 0,5	50,8 ± 34,8	78,7 ± 24,1	5,0 ± 2,9	7,4 ± 5,2
3	13	0,9 ± 1,0	0,6 ± 0,4	62,5 ± 11,1	77,1 ± 13,6	5,9 ± 3,1	4,1 ± 2,2
4	16	0,9 ± 1,1	0,6 ± 0,3	51,3 ± 32,8	70,1 ± 11,1	5,8 ± 2,6	6,1 ± 3,1
5	20	1,1 ± 1,1	0,6 ± 0,3	35,7 ± 41,3	71,2 ± 12,4	6,5 ± 4,1	6,4 ± 4,0
6	23	1,11 ± 1,18	0,7 ± 0,5	55,3 ± 26,2	76,7 ± 19,8	5,3 ± 0,6	7,8 ± 4,7
7	27	*2,4 ± 3,8	0,6 ± 0,4	61,8 ± 9,1	65,5 ± 15,5	5,6 ± 1,6	11,4 ± 8,3
8	30	*2,3 ± 3,8	0,6 ± 0,4	59,2 ± 14,2	66,9 ± 14,3	8,7 ± 2,7	5,3 ± 2,2

\* Análise não paramétrica pelo teste de Wilcoxon ( $p > 0,05$ ).

Valores médios de parâmetros na mesma linha ou mesma coluna não diferem entre si pelo Teste F ( $p > 0,05$ ).

Obs.: Nenhum dos parâmetros estudados apresenta alterações comportamentais em função do período experimental.

O aumento na concentração plasmática de cortisol, como resposta ao estresse pelo calor, é atribuído, em parte, à reação não-específica, a qual se manifesta em resposta à ampla variedade de fatores estressantes. Sob condições aparentes de estresse, apresenta-se aumento da função adrenocortical, resultando em ativação dos mecanismos liberadores de ACTH no hipotálamo (URIBE-VELÁSQUEZ et al., 1998). A elevação do cortisol plasmático inibe a atividade de hipotálamo e hipófise, produzindo estímulo negativo à manutenção da resposta orgânica ao estresse (RENSIS e SCARAMUZZI, 2003).

Sob altas temperaturas, na fase aguda do estresse térmico, ocorre elevação da concentração sanguínea de cortisol e redução na concentração dos hormônios tireoideanos, diminuindo a taxa de produção de calor metabólico (STARLING et al., 2005), concentrações estas que permaneceram constantes tanto nos animais do grupo 1 como do grupo 2 (tabelas 6 e 7).

Tabela 7: Médias e desvios padrão das dosagens séricas de triiodotironina (T3), tiroxina (T4) e cortisol durante o período experimental (fase 2) em cabras leiteiras submetidas a condições bioclimáticas artificiais (Grupo 1) semelhantes às da Zona Equatorial Brasileira, ou não (Grupo 2).

Coletas	Dias de fase 2	T3 (ng/mL)		T4 (ng/mL)		Cortisol (ng/mL)	
		Grupo 1	Grupo 2	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 1	Grupo 2
9	34	*2,3 ± 3,8 <sup>a</sup>	0,9 ± 0,5 <sup>a</sup>	61,3 ± 7,1 <sup>a</sup>	79,6 ± 12,7 <sup>b</sup>	9,6 ± 4,6 <sup>a</sup>	7,4 ± 2,6 <sup>a</sup>
10	37	*2,3 ± 3,8 <sup>a</sup>	0,9 ± 0,4 <sup>a</sup>	54,0 ± 28,3 <sup>a</sup>	85,6 ± 14,1 <sup>a</sup>	9,3 ± 1,7 <sup>a</sup>	10,0 ± 1,7 <sup>a</sup>
11	41	*2,6 ± 3,6 <sup>a</sup>	0,6 ± 0,3 <sup>a</sup>	61,3 ± 20,9 <sup>a</sup>	72,6 ± 2,6 <sup>a</sup>	8,5 ± 1,5 <sup>a</sup>	12,3 ± 9,8 <sup>a</sup>
12	44	0,9 ± 1,0 <sup>a</sup>	0,9 ± 0,6 <sup>a</sup>	60,3 ± 12,9 <sup>a</sup>	83,4 ± 13,8 <sup>b</sup>	6,7 ± 4,3 <sup>a</sup>	20,0 ± 27,6 <sup>a</sup>
13	48	0,4 ± 0,1 <sup>a</sup>	0,6 ± 0,3 <sup>a</sup>	44,7 ± 29,9 <sup>a</sup>	74,0 ± 14,6 <sup>a</sup>	5,5 ± 3,2 <sup>a</sup>	12,2 ± 14,5 <sup>a</sup>
14	51	0,4 ± 0,1 <sup>a</sup>	0,6 ± 0,4 <sup>a</sup>	63,4 ± 15,5 <sup>a</sup>	64,0 ± 14,2 <sup>a</sup>	4,7 ± 1,6 <sup>a</sup>	15,5 ± 12,2 <sup>a</sup>
15	55	0,7 ± 0,4 <sup>a</sup>	0,6 ± 0,4 <sup>a</sup>	60,9 ± 6,2 <sup>a</sup>	71,6 ± 12,7 <sup>a</sup>	*4,1 ± 2,0 <sup>a</sup>	18,3 ± 25,1 <sup>a</sup>
16	58	0,6 ± 0,4 <sup>a</sup>	0,6 ± 0,2 <sup>a</sup>	59,6 ± 16,5 <sup>a</sup>	77,4 ± 19,8 <sup>a</sup>	*4,9 ± 3,2 <sup>a</sup>	20,0 ± 30,0 <sup>a</sup>
17	62	0,6 ± 0,3 <sup>a</sup>	0,5 ± 0,2 <sup>a</sup>	65,0 ± 18,4 <sup>a</sup>	75,2 ± 27,2 <sup>a</sup>	*7,6 ± 1,5 <sup>a</sup>	22,3 ± 23,0 <sup>a</sup>
18	65	0,8 ± 0,3 <sup>a</sup>	0,7 ± 0,3 <sup>a</sup>	57,5 ± 20,6 <sup>a</sup>	82,7 ± 15,2 <sup>a</sup>	*6,9 ± 4,9 <sup>a</sup>	18,2 ± 18,3 <sup>a</sup>
19	69	0,7 ± 0,2 <sup>a</sup>	0,8 ± 0,5 <sup>a</sup>	52,7 ± 18,9 <sup>a</sup>	72,3 ± 12,0 <sup>a</sup>	4,4 ± 2,6 <sup>a</sup>	20,4 ± 15,4 <sup>a</sup>
20	72	0,8 ± 0,4 <sup>a</sup>	0,7 ± 0,5 <sup>a</sup>	62,1 ± 24,4 <sup>a</sup>	60,7 ± 5,3 <sup>a</sup>	5,3 ± 3,5 <sup>a</sup>	14,7 ± 16,8 <sup>a</sup>
21	76	0,5 ± 0,2 <sup>a</sup>	0,8 ± 0,2 <sup>a</sup>	60,1 ± 17,5 <sup>a</sup>	86,5 ± 26,0 <sup>a</sup>	6,7 ± 5,0 <sup>a</sup>	10,1 ± 5,9 <sup>a</sup>
22	79	1,0 ± 0,4 <sup>a</sup>	0,8 ± 0,2 <sup>a</sup>	52,2 ± 21,9 <sup>a</sup>	81,1 ± 7,6 <sup>b</sup>	*5,7 ± 1,7 <sup>a</sup>	14,8 ± 13,2 <sup>a</sup>
23	83	0,7 ± 0,6 <sup>a</sup>	0,7 ± 0,2 <sup>a</sup>	71,2 ± 21,9 <sup>a</sup>	84,0 ± 14,5 <sup>a</sup>	8,4 ± 2,4 <sup>a</sup>	9,2 ± 3,5 <sup>a</sup>
24	86	0,4 ± 0,1 <sup>a</sup>	0,6 ± 0,2 <sup>a</sup>	64,6 ± 13,5 <sup>a</sup>	81,7 ± 10,0 <sup>a</sup>	4,6 ± 3,3 <sup>a</sup>	14,4 ± 20,1 <sup>a</sup>
25	90	0,6 ± 0,3 <sup>a</sup>	0,6 ± 0,1 <sup>a</sup>	56,5 ± 32,8 <sup>a</sup>	77,5 ± 13,1 <sup>a</sup>	6,7 ± 5,8 <sup>a</sup>	9,1 ± 6,0 <sup>a</sup>

\* Análise não paramétrica pelo teste de Wilcoxon ( $p > 0,05$ ).

<sup>a, b</sup> = Valores médios, seguidos por letras minúsculas diferentes na mesma linha dentro do mesmo parâmetro ou grupo, diferem entre si pelo Teste F ( $p < 0,05$ ).

Obs.: Nenhum dos parâmetros estudados apresentou alterações comportamentais em função do período experimental.

Com relação ao comportamento dos parâmetros de T3, T4 e cortisol em função dos dias, nos diferentes grupos e fases (adaptação e experimental), não se registrou nenhuma diferença nos valores obtidos durante todo o período experimental (tabelas 6 e 7;  $p > 0,05$ ).

Em carneiros da raça Corriedale, Chahal e Rattan (1983) observaram variações sazonais dos valores médios nas concentrações plasmáticas de cortisol, sendo mais elevados no inverno e verão em relação à primavera e ao outono (9,5 e 9,0; 6,7; e 5,9 ng/mL, respectivamente), porém não-significativas.

Concentrações plasmáticas de cortisol de cabras em lactação de uma raça indiana, e seus cruzamentos foram determinadas por Ludri e Sarma (1985) durante diferentes meses do ano, os quais reportaram valores médios mais elevados no mês de maio (35,4 °C;  $8,8 \pm 2,6$  ng/mL), sugerindo que o estresse térmico pelo calor pode influir nas concentrações de cortisol no sangue.

Em estudo de Nazifi et al (2003), os níveis de cortisol mantiveram-se alterados para animais em condições de estresse pelo frio (16,6 ng/mL) e estresse calórico (19,3 ng/mL), em relação a animais em condições de termoneutralidade (10,8 ng/mL), porém dentro dos valores aceitáveis de Kaneko et al. (1997).

Starling et al. (2005) estudando a variação estacional de T3, T4 e cortisol em ovinos em ambiente tropical, registraram maiores médias do cortisol na primavera e no verão, com valores maiores (15,2 e 15,4 ng/mL) que os registrados no outono e inverno (12,3 e 12,3 ng/mL) ( $p < 0,05$ ). Durante essas estações, ocorrem as maiores médias de temperatura do ar e de pressão parcial de vapor, o que poderia ter influenciado a concentração sanguínea de cortisol, pois a alta umidade do ar, associada à sua alta temperatura, dificulta o processo de termólise nos animais.

De acordo com os valores de referência de cortisol (5 a 15 ng/mL) recomendados por Kaneko et al. (1997), pode-se dizer que tanto os animais do grupo 1 como os do grupo 2, mostraram-se adaptados às condições impostas e, apesar de os valores para o grupo 2 serem maiores do que os do grupo 1 (tabela 7), não houve diferença entre eles ( $p > 0,05$ ). Tal fato deve-se, provavelmente, a alguma resposta individual dos animais do grupo 2, que passaram por alguns fatores estressantes externos devido ao manejo, bem como o estresse induzido pelo frio durante o período noturno (tabela 1), o que os animais do grupo 1 não tiveram, já que se encontravam isolados dentro da câmara bioclimática durante todo o período experimental.

A acomodação do organismo animal ao estresse de calor implica em alterações metabólicas, de modo a se equilibrarem certas funções orgânicas relacionadas à termólise, ao metabolismo da água e à termogênese. Modificações desse tipo sem dúvida alteram direta ou indiretamente o controle e a secreção de hormônios relacionados com a reprodução. A interferência negativa do estresse pelo calor sobre o ganho de peso e o desenvolvimento corporal tem origem direta na alteração quantitativa e qualitativa na ingestão de alimento e na alteração no metabolismo, principalmente por meio do controle endócrino (T3 e T4) (MULLER, 1982), sendo que tais características, no presente estudo, não se mostraram alteradas em função dos grupos e do tempo do experimento (tabela 7), concordando com os valores de ingestão de alimento e do ganho de peso corporal registrados durante as fases de



adaptação e experimental (tabelas 2 e 3), onde não se observou diferença em função do período de estudo ( $p > 0,05$ ).

Provavelmente, as temperaturas na câmara bioclimática, às quais os animais foram submetidos, não foram suficientes para induzir alterações orgânicas, de modo que os mesmos mostraram-se satisfatoriamente adaptados, como registrado pela secreção dos hormônios tireoideanos, corroborando assim, com as observações de Webster et al. (1991) que verificaram que as glândulas adrenais e a tireóide desempenham importantes funções nesse mecanismo de adaptação, e animais bem adaptados, respondem rapidamente às mudanças ambientais, proporcionando os ajustes fisiológicos necessários.

Quando comparado com o calor, o estresse também altera as variadas respostas da glândula adrenal. Dickson (1996) afirma que ocorre redução na atividade tireoideana em resposta ao incremento da carga térmica sobre os animais, ao mesmo tempo em que aumenta a concentração de cortisol. A variação das concentrações de T3 está diretamente relacionada à temperatura ambiente e à taxa de produção de calor metabólico, caracterizando uma situação de estresse calórico.

Valores mais elevados de hormônios tireoideanos durante o inverno devem-se ao aumento do metabolismo oxidativo e à produção de calor, enquanto uma diminuição dos hormônios circulantes no verão habilita a compensarem a quantidade de calor ambiental (URIBE-VELASQUEZ et al., 1997). Adicionalmente, os hormônios tireoideanos aumentam a síntese de colesterol e seu metabolismo (BHATTACHARYYA et al., 1995), fato verificado no presente estudo, visto que, apesar de não haver diferença entre os grupos ( $p > 0,05$ ), os valores de cortisol e T4 mostraram-se, em números absolutos, pouco maiores nos animais do grupo 2, o que pode ter refletido na maior concentração de colesterol observada para os animais deste grupo (tabela 5).

A diminuição nas concentrações de hormônios tireoideanos em animais submetidos a estresse de calor seria resultado de uma redução na liberação de hormônio tireotrófico pela hipófise. A manutenção de um nível adequado de termogênese obrigatória, mediada pelos hormônios da tireóide, constitui uma base indispensável para a termogênese facultativa, por meio da sua influência na capacidade de resposta dos tecidos (especialmente o tecido adiposo marrom) aos estímulos respectivos. Trata-se, nesses casos, de um efeito permissivo, na ausência do quais os animais sob estresse de temperatura fria não podem responder satisfatoriamente em termos de produção de calor, ocasionando a sua morte (SILVA, 2000).

Em espécies estacionalmente reprodutivas, os hormônios tireoideanos têm apresentado papel importante na regulação da atividade neuroendócrina, permitindo a transição

característica da ciclicidade estral ao anestro estacional (WEBSTER et al., 1991; URIBE-VELASQUEZ et al., 1997). Portanto, os hormônios tireoideanos estão relacionados às mudanças na atividade neuroendócrina, ocasionando o término da ciclicidade estral na ovelha, os quais estão significativamente aumentados no sangue ao início do estro e, segundo O'Callaghan et al. (1993), a glândula tireóide parece ter influência específica na regulação da transição da estação reprodutiva para o anestro, devido ao papel da glândula associada com os padrões de secreção do GnRH, e no *feedback* negativo do estradiol, permitindo a diminuição na secreção do GnRH estacional.

Webster et al. (1991) monitoraram o ritmo circadiano de T4 em ovelhas intactas durante dois anos consecutivos, obtendo valor sérico mínimo de T4 de  $39 \pm 1,6$  ng/mL entre a primavera e o verão, atingindo picos no final do outono e no início da primavera de  $52 \pm 2,2$  ng/mL. Esse trabalho confirmou o conceito de que a tireóide desempenha papel fundamental durante o período estacional na ovelha, evidenciando que o aumento na secreção de T4 ao final da estação reprodutiva é requerido para gerar mudanças endógenas no eixo neuroendócrino, permitindo a ação de feedback negativo de E2, desencadeando o início do anestro.

Bhattacharyya et al. (1995) observaram concentrações de T3 e T4 em cabras durante o inverno e o verão de  $0,9 \pm 0,1$  e  $62,8 \pm 0,1$  ng/mL;  $0,7 \pm 0,1$  e  $57,7 \pm 4,4$  ng/mL, respectivamente, sendo diferentes somente as concentrações de T3. Corroborando, Nascimento (1996) registrou valores médios menores da concentração de T3 ( $0,8$  ng/mL) ao verificar a ação do estresse calórico em ovinos adultos da raça Corriedale, mantidos em câmara bioclimática à temperatura de  $45^{\circ}\text{C}$ . Da mesma forma, Baccari Jr. et al. (1996) também não registraram diferenças entre as concentrações plasmáticas de T4 em cabras leiteiras, quando submetidas a estresse de  $38,4^{\circ}\text{C}$  em câmara bioclimática ( $62,8$  vs  $58,9$  ng/mL), concordando com os resultados obtidos no presente estudo (tabela 7).

Uribe-Velásquez et al. (1998) verificaram que não houve diferença nas concentrações plasmáticas para T3 e T4 analisadas nos animais submetidos a estresse térmico ou à termoneutralidade, cujos valores foram de  $1,8 \pm 0,8$  vs  $1,8 \pm 0,4$  ng/mL e  $102,9 \pm 47,4$  vs  $93,9 \pm 46,2$  ng/mL, respectivamente. Durante o estresse térmico, foi observado leve aumento não-significativo da atividade tireoideana, com diminuição do consumo de alimento, sugerindo que alguns dos efeitos do estresse na atividade tireoideana estiveram associados à redução do consumo da matéria seca pelos animais submetidos ao estresse, e também, provavelmente, em virtude da grande variação no ritmo circadiano da liberação desses hormônios, ou da possível aclimação das cabras durante o período experimental.

Nazifi et al. (2003) observaram valores maiores de T3 e T4 para animais submetidos a estresse pelo frio (1,4 e 59,5 ng/mL, respectivamente) do que para animais sob condições ótimas de termoneutralidade (1,3 e 49,5 ng/mL, respectivamente) e estresse calórico (1,0 e 42,4 ng/mL, respectivamente).

Starling et al. (2005) registraram no inverno e no outono menores médias de temperatura e de umidade do ar e, conseqüentemente, foram observadas as maiores concentrações médias de T3 (2,0 e 2,2 ng/mL, respectivamente). Observou-se assim, uma resposta termogênica desse hormônio às temperaturas do ar mais amenas ocorridas durante essas estações. Conseqüentemente, no inverno, com a maior demanda do T3 houve maior conversão do T4 em T3, ocorrendo redução na concentração média do T4 de 63,1 para 47,0 ng/mL.

#### 4.4. Dinâmica folicular:

Os valores obtidos para todos os parâmetros de ciclo estral, estro e dinâmica folicular sumariados nas tabelas 8, 9 e 10 podem ser considerados apenas como um indicativo da capacidade reprodutiva, visto que o número de animais utilizados no presente estudo foi muito baixo (n = 8), além do que dois animais (um de cada grupo) apresentaram, no decorrer do experimento, cisto folicular unilateral afuncional; um dos animais do grupo 1 apresentou ciclo anovulatório e outro animal apresentou somente um estro, entrando em anestro em seguida.

Tabela 8: Duração do ciclo estral e do estro durante a fase experimental em cabras leiteiras submetidas a condições bioclimáticas artificiais (Grupo 1) semelhantes às da Zona Equatorial Brasileira, ou não (Grupo 2).

Grupos	Duração do ciclo estral (dias)		Duração do estro (dias)		
	1º Ciclo	2º Ciclo	1º Estro	2º Estro	3º Estro
1	21,5 ± 0,7 (2)	21,5 ± 2,1 (2)	3,0 ± 1,0 (3)	4,0 ± 1,4 (2)	6,0 ± 1,4 (2)
2	15,5 ± 6,7 (4)	20,7 ± 2,1 (3)	2,5 ± 0,6 (4)	2,5 ± 0,6 (4)	4,5 ± 2,1 (2)
Média	17,5 ± 6,1 (6)	21,0 ± 1,9 (5)	2,7 ± 0,8 (7)	3,0 ± 1,1 (6)	5,2 ± 1,7 (4)

Análise pelo teste F (p>0,05).

Média±dp( ) = Média, desvio padrão e número de animais, respectivamente.

Nos dois ciclos estrais acompanhados, a média de sua duração foi de 21,5 e 15,5 dias no 1º ciclo, e 21,5 e 20,7 dias no 2º ciclo, para os grupos 1 e 2, respectivamente. Já a duração

dos estros foi de 3 e 2,5 dias no 1º estro, 4 e 2,5 dias no 2º estro, e 6 e 4,5 dias no 3º estro , para os grupos 1 e 2, respectivamente. Alguns valores, como a duração do 1º ciclo para os animais do grupo 2, apresentam alto coeficiente de variação, devido à individualidade de um animal que apresentou ciclo estral curto, de 8 dias. Contudo, não houve diferença para as durações de ciclo estral e estro para os animais dos grupos 1 e 2 ( $p > 0,05$ ).

Camp et al. (1983) estudaram o comportamento cíclico e comportamental de um grupo de 10 fêmeas múltiparas. Um total de 48 ciclos estrais foram acompanhados e destes, 21 caracterizaram ciclos curtos com médias de 6,5 dias, enquanto a duração dos ciclos normais (27 ciclos) foi de 21,5 dias. Entretanto, não houve diferença entre os dois tipos de ciclos no que diz respeito ao comprimento do estro, que foi de aproximadamente 2,9 dias para ciclos curtos e 2,8 dias para ciclos normais, valores um pouco mais baixos dos registrados no presente estudo (tabela 8). Nesse trabalho, os autores caracterizaram a ocorrência de ciclos estrais de comprimentos variados e determinaram que ciclos estrais curtos fossem observados com mais frequência no início da estação reprodutiva, e geralmente estão associados com regressão prematura do CL ou ciclos não ovulatórios.

No presente estudo, dos 11 ciclos estrais estudados, apenas um (9%) mostrou-se irregular, corroborando os estudos de Ginther e Kot (1994), que em estudo pioneiro do desenvolvimento folicular em cabras, estudaram 20 ciclos estrais, com 15 (75%) deles classificados como regulares (21,1 dias) e os outros 5 (25%) como irregulares (29,4 dias).

De Castro et al. (1999) observaram comportamento de ciclo estral de  $20,8 \pm 0,4$  dias, contra  $22 \pm 5$  dias em estudo realizado por Gonzalez-Bulnes et al. (1999), e 20,4 dias em estudo de Menchaca e Rubianes (2002), enquanto que Tenório Filho et al. (2007) registraram período interovulatório de 19 a 22 dias, valores estes corroborados no presente estudo (tabela 8).

Segundo Greylin (2000) os ciclos estrais são significativamente mais curtos nos períodos do ano com condições climáticas moderadas, comparados com climas frio-seco e quente-úmido. O autor registrou duração do ciclo estral em fêmeas da raça Boer de  $20,7 \pm 0,7$  dias, com alta incidência de ciclos curtos ( $< 13$  dias) e longos ( $> 25$  dias). De acordo com o autor, esta variação de comprimento do ciclo estral pôde ser verificada nas estações do ano e estágios pós-parto. A duração do estro natural em cabras da raça Boer foi de  $37,4 \pm 8,6$  h, com uma variação de 24 -56 h entre indivíduos. Nenhuma diferença foi reportada entre fêmeas múltiparas ou primíparas (38,2 e 38,6 h respectivamente). Já no presente estudo, a média de duração dos estros variou de 2,7 a 5,2 dias (tabela 8).

Um fato relevante é que no final do período experimental, os animais estavam em fase de transição para a espécie caprina na região, o que pode ter influenciado na apresentação dos ciclos estrais curtos e da longa duração dos estros registrados, principalmente no 3º estro observado, para ambos os grupos. Portanto, o tempo de exposição às condições bioclimáticas artificiais pode não ter sido suficiente para a eliminação desse fator (transição dos animais da fase reprodutiva para a fase de anestro estacional), embora se tenha sido verificado estro em cabras até o último dia do período experimental.

O número de folículos e o diâmetro dos folículos ovulatórios observados ao longo do período experimental encontram-se sumariados na tabela 9.

Tabela 9: Número de folículos ovarianos no dia do estro e diâmetro do folículo ovulatório durante 3 estros em cabras leiteiras submetidas a condições bioclimáticas artificiais (Grupo 1) semelhantes às da Zona Equatorial Brasileira, ou não (Grupo 2).

<b>Grupos</b>	<b>Estros</b>	<b>Nº folículos no ovário esquerdo</b>	<b>Nº folículos no ovário direito</b>	<b>Total de folículos</b>	<b>Diâmetro folículo ovulatório (mm)</b>
1	1º	2,5 ± 0,7 (2)	2,3 ± 0,6 (3)	4,0 ± 1,0 (3)	8,2 ± 1,5 (3)
	2º	3,0 ± 0,0 (1)	3,5 ± 0,7 (2)	5,0 ± 2,8 (2)	6,3 ± 0,7 (2)
	3º	1,0 ± 0,0 (1)	3,5 ± 2,1 (2)	4,0 ± 2,8 (2)	7,3 ± 1,5 (2)
2	1º	2,0 ± 0,0 (1)	2,5 ± 0,7 (2)	3,5 ± 2,1 (2)	6,6 ± 0,6 (3)
	2º	1,7 ± 1,1 (3)	1,7 ± 0,5 (4)	3,0 ± 1,4 (4)	7,3 ± 0,9 (4)
	3º	3,0 ± 2,8 (2)	1,5 ± 2,2 (2)	4,5 ± 4,9 (2)	6,1 ± 0,0 (1)
Média	1º	2,3 ± 0,6 (3)	2,4 ± 0,5 (5)	3,8 ± 1,3 (5)	7,4 ± 1,3 (6)
	2º	2,0 ± 1,1 (4)	2,3 ± 1,0 (6)	3,7 ± 2,0 (6)	7,0 ± 0,9 (6)
	3º	2,3 ± 2,3 (3)	2,5 ± 2,1 (4)	4,2 ± 3,3 (4)	7,1 ± 1,1 (3)

Análise pelo teste F ( $p > 0,05$ ).

Média±dp( ) = Média, desvio padrão e número de animais, respectivamente.

Não houve diferença ( $p > 0,05$ ) em relação à quantidade de folículos observados no dia do estro e no diâmetro do folículo ovulatório, tanto em função dos grupos, como dos estros acompanhados, sendo que o número médio de folículos observados no 1º estro foi de 4 e 3,5; 5 e 3 no 2º estro; e 4 e 4,5 no 3º estro, para os grupos 1 e 2, respectivamente (tabela 9).

Ginther e Kot (1994) detectaram 5,2 a 7 folículos com diâmetro  $\geq 4$  mm e 2,5 a 3,5 folículos com diâmetro  $\geq 6$  mm por onda folicular. Durante o ciclo estral, o número médio de folículos com 3, 4, 5, 6, 7 ou maiores que 8 mm de diâmetro foi de 122,9; 21,2; 7,2; 4,4; 3,2; e 3,8, respectivamente. Schwarz e Wierzchos (2000) obtiveram resultados semelhantes, com  $5,8 \pm 1,0$  e  $29,8 \pm 4,9$  folículos com diâmetro superior a 4 mm por onda e por ciclo estral, respectivamente.

O modelo de dinâmica de crescimento folicular na cabra foi estudado por Gonzalez-Bulnes et al. (1999). Os autores utilizaram 6 cabras, e o comportamento dos ciclos estrais foi de  $22 \pm 5$  dias e  $103,5 \pm 9,4$  folículos  $\geq 2$ mm emergiram, em média, por ciclo. Deste total, apenas 23,5 alcançaram um tamanho  $\geq 4$ mm e  $6,5 \geq 6$  mm; os demais entraram em atresia. O folículo pré-ovulatório alcançou tamanho máximo de  $7,4 \pm 0,4$  mm no momento da ovulação.

A média do diâmetro dos folículos ovulatórios foi de 8,2 e 6,6 no 1º estro; 6,3 e 7,3 no 2º estro; e 7,3 e 6,1 no 3º estro, para os grupos 1 e 2, respectivamente, não diferindo entre grupo e estro ( $p > 0,05$ ) (tabela 9), sendo estes valores semelhantes aos registrados por De Castro et al. (1999) e Gonzalez-Bulnes et al. (2004).

O número de ondas foliculares observadas variou de 4 a 5 nos animais do grupo 1, e 2 a 4 ondas foliculares nos animais do grupo 2 (figura 3), valores estes que corroboram os de Ginther e Kot (1994) que utilizando avaliações ultra-sonográficas diárias em cabras, observaram a média de quatro ondas foliculares, e com De Castro et al. (1999) que registraram uma variação de duas a quatro ondas foliculares para cabras da raça Saanen, com intervalo interovulatório de  $20,8 \pm 0,4$  dias, média do intervalo interestros de  $20,9 \pm 0,4$  dias, e intervalo do dia do início do estro e ovulação de  $1,4 \pm 0,2$ .

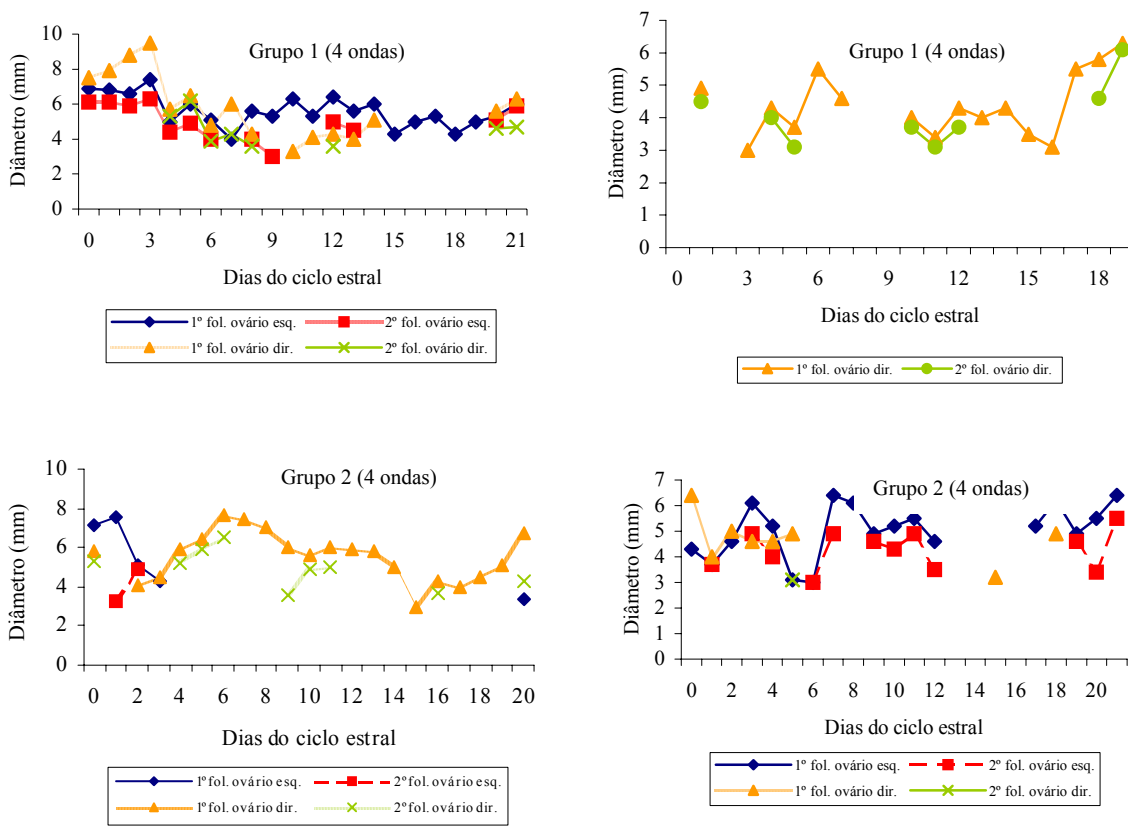


Figura 3: Padrão de ondas foliculares com 4 ondas para cabras leiteiras submetidas a condições bioclimáticas artificiais (Grupo 1) semelhantes às da Zona Equatorial Brasileira, ou não (Grupo 2).

Adicionalmente, em cabras da raça Polish, dentro da estação reprodutiva natural para a espécie, Schwarz e Wierzchos (2000) registraram a ocorrência de 4 ondas em 4 ciclos, 5 ondas em 5 ciclos e 6 ondas em 2 ciclos, com média de 4,8 ondas por ciclo estral. Já Rubianes e Menchaca (2003) observaram a frequência de quatro ondas foliculares. No entanto, Tenório Filho et al. (2007) trabalhando com cabras da raça Anglo-Nubiana criadas em condições tropicais, registraram entre 2 a 6 ondas, sendo que, em cabras com período interovulatório normal (19-22 dias), o número predominante foi de quatro ondas foliculares.

Os valores médios relacionados às avaliações do CL encontram-se sumariados na tabela 10.

Tabela 10: Intervalo da ovulação à visualização do corpo lúteo (IOCL), período de visualização do corpo lúteo durante o ciclo estral (VCL), área do corpo lúteo (CLC) e dia do maior diâmetro do corpo lúteo em relação ao ciclo estral (MDCL) em cabras leiteiras submetidas a condições bioclimáticas artificiais (Grupo 1) semelhantes às Zona Equatorial Brasileira, ou não (Grupo 2).

<b>Parâmetros</b>	<b>Grupo 1</b>	<b>Grupo 2</b>	<b>Geral</b>
IOCLC1 (dias)	2,7 ± 0,6 (3)	3,0 ± 0,0 (2)	2,8 ± 0,4 (5)
IOCLC2 (dias)	2,5 ± 0,7 (2)	2,0 ± 1,4 (2)	2,2 ± 1,2 (6)
IOCLC3 (dias)	2,0 ± 0,0 (1)	2,0 ± 0,0 (1)	2,0 ± 0,0 (1)
VCLC1 (dias)	9,7 ± 3,5 (3)	13,0 ± 7,2 (3)	11,3 ± 5,4 (6)
VCLC2 (dias)	14,0 ± 2,8 (2)	17,7 ± 2,5 (3)	16,2 ± 3,0 (5)
VCLC3 (dias)	7,0 ± 0,0 (1)	–	7,0 ± 0,0 (1)
MDCLC1 (dias)	5,0 ± 2,0 (3)	5,3 ± 2,5 (3)	5,2 ± 2,0 (6)
MDCLC2 (dias)	10,0 ± 1,4 (2)	9,5 ± 3,3 (4)	9,7 ± 2,7 (6)
MDCLC3 (dias)	5,0 ± 0,0 (1)	9,0 ± 1,4 (2)	7,7 ± 2,6 (3)
CLC1 (mm <sup>3</sup> )	10,3 ± 3,6 (3)	9,1 ± 3,0 (3)	9,7 ± 3,0 (6)
CLC2 (mm <sup>3</sup> )	12,1 ± 0,6 (2)	12,1 ± 4,4 (4)	12,1 ± 4,4 (6)
CLC3 (mm <sup>3</sup> )	5,9 ± 0,0 (1)	7,5 ± 1,3 (2)	7,0 ± 1,3 (3)

Análise pelo teste F ( $p > 0,05$ ).

Média±dp( ) = Média, desvio padrão e número de observações, respectivamente.

IOCLC1,2 e 3= Intervalo da ovulação à primeira visualização do corpo lúteo em dias no 1º, 2º e 3º estros, respectivamente; VCLC1,2 e 3= Tempo de visualização do CL em dias no 1º, 2º e 3º estros, respectivamente; MDCLC1,2 e 3= Dias após ovulação com maior área do corpo lúteo dias no 1º, 2º e 3º estros, respectivamente; CLC1, 2 e 3= Área do corpo lúteo no dia de seu maior diâmetro dias no 1º, 2º e 3º estros, respectivamente.

A média para o intervalo da ovulação à primeira visualização do CL entre grupos foi de 2,8 ± 0,4; 2,2 ± 1,2 e 2,0 ± 0,0 dias para o 1º, 2º e 3º estros, respectivamente. O tempo de visualização do CL foi de 11,3 ± 5,4; 16,2 ± 3,0 e 7,0 ± 0,0 dias para o 1º, 2º e 3º estros, respectivamente. O dia após a ovulação em que o CL apresentou maior diâmetro foi 5,2 ± 2,0; 9,7 ± 2,7 e 7,7 ± 2,6 dias para o 1º, 2º e 3º estros, respectivamente, e a área do CL no dia de seu maior diâmetro foi de 9,7 ± 3,0; 12,1 ± 4,4 e 7,0 ± 1,3 mm<sup>3</sup> para o 1º, 2º e 3º estros, respectivamente, não havendo diferença ( $p > 0,05$ ) em nenhum dos parâmetros estudados, tanto em função do grupo quanto dos estros (tabela 10), corroborando com De Castro et al (1999) que observaram o CL três dias após a ovulação e diâmetro máximo de 13,5 mm entre o



dia 8 e 14 do ciclo estral, com a luteólise iniciando no dia  $16,3 \pm 0,3$ , com diminuição na concentração de P4 de  $6,6 \pm 0,5$  ng/mL para  $3,7 \pm 0,6$  ng/mL no dias 15 e 17, respectivamente. Esse estudo mostrou que durante a fase luteal, o E2 foi produzido somente pelos folículos dominantes da primeira onda, mas quando o folículo dominante atingiu o diâmetro máximo, a produção de E2 parou. A dissociação entre as concentrações de E2 e o crescimento do folículo dominante está associada ao aumento das concentrações de P4.

Menchaca e Rubianes (2002) comparando ciclos de três e quatro ondas foliculares, concluíram que não houve diferenças nos intervalos interestros ( $20,4 \pm 0,3$  e  $20,3 \pm 0,8$  dias), intervalo interovulatório ( $20,0 \pm 0,0$  e  $19,9 \pm 0,6$  dias) e na duração da fase luteal ( $18,3 \pm 0,6$  e  $17,3 \pm 0,9$  dias).

Rensis e Scaramuzzi (2003) afirmam que as concentrações plasmáticas de E2 são reduzidas pelo estresse calórico, provavelmente devido a um atraso na seleção folicular e prolongamento da onda folicular, retarda a seleção do folículo dominante, refletindo uma redução na capacidade esteroidogênica das células da teca e granulosa e queda das concentrações sanguíneas de E2. Os níveis de P4 podem aumentar ou diminuir, dependendo da intensidade do estresse e do estado metabólico do animal. Estas alterações endócrinas reduzem a atividade folicular e alteram o mecanismo ovulatório, promovendo diminuição na qualidade do oócito e do embrião. Portanto, o estresse aumenta a secreção de corticosteróides e inibe a síntese e secreção de GnRH e LH, sendo mais acentuada em animais apresentando baixas concentrações plasmáticas de estradiol.

Na tabela 11 encontram-se sumariadas as médias das concentrações de P4 e E2, durante o período experimental, ao longo dos dias do ciclo estral nos grupos estudados.

Tabela 11: Médias e desvios padrão das dosagens séricas de progesterona (P4) e estrógeno (E2) de acordo com os dias do ciclo estral, durante o período experimental em cabras leiteiras submetidas a condições bioclimáticas artificiais (Grupo 1) semelhantes às Zona Equatorial Brasileira, ou não (Grupo 2).

Dias do ciclo estral	Grupo 1		Grupo 2	
	P4 (ng/mL)	E2 (pg/mL)	P4 (ng/mL)	E2 (pg/mL)
0	3,4 ± 0,0	17,0 ± 0,0	0,1 ± 0,0	18,0 ± 0,0
1	0,4 ± 0,0	13,0 ± 0,0	0,5 ± 0,0	0,0 ± 0,0
2	0,7 ± 1,0	15,0 ± 7,1	0,6 ± 0,0	0,0 ± 0,0
3	7,9 ± 0,0	19,0 ± 0,0	0,4 ± 0,2	7,0 ± 9,9
4	-	-	1,5 ± 1,5	0,0 ± 0,0
5	2,3 ± 0,0	11,0 ± 0,0	-	-
6	4,1 ± 2,2	23,5 ± 0,7	4,8 ± 3,0	3,7 ± 6,3
7	4,8 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,2 ± 0,0	1,0 ± 0,0
8	2,5 ± 0,0	17,0 ± 0,0	2,9 ± 3,5	3,0 ± 4,2
9	6,1 ± 3,5	29,5 ± 17,7	11,5 ± 0,0	0,0 ± 0,0
10	12,5 ± 0,0	18,0 ± 0,0	5,3 ± 0,1	5,0 ± 7,1
11	-	-	1,9 ± 2,6	0,0 ± 0,0
12	3,5 ± 0,0	18,0 ± 0,0	-	-
13	6,8 ± 0,0	19,0 ± 8,5	5,8 ± 2,7	3,3 ± 5,8
14	13,5 ± 0,0	25,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0
15	4,1 ± 0,0	13,0 ± 0,0	3,4 ± 0,0	0,0 ± 0,0
16	5,7 ± 0,0	15,5 ± 0,7	6,9 ± 0,0	0,0 ± 0,0
17	6,5 ± 0,0	25,0 ± 0,0	3,1 ± 0,5	5,0 ± 7,1
18	-	-	0,1 ± 0,0	6,0 ± 8,5
19	0,1 ± 0,0	11,0 ± 0,0	-	-
20	0,9 ± 0,0	31,0 ± 0,0	0,2 ± 0,3	8,0 ± 9,9
21	0,9 ± 0,0	22,0 ± 0,0	0,1 ± 0,0	15,0 ± 0,0
Média	4,6 ± 3,8 <sup>A</sup>	16,1 ± 6,7 <sup>A</sup>	2,7 ± 3,0 <sup>B</sup>	3,7 ± 5,9 <sup>B</sup>

<sup>A,B</sup>= Valores médios seguidos de letras diferentes na mesma linha e mesmo parâmetro, diferem entre si pelo teste F (p<0,05).

Os animais do grupo 1 demonstraram valores médios mais elevados de P4 e E2 em relação aos animais do grupo 2 ( $p < 0,05$ ). Para ambos os grupos não se observaram diferença nas concentrações de P4 e E2 entre os ciclos estrais ( $p > 0,05$ ) (tabela 11). Já o padrão de secreção da P4 mostrou-se semelhante para ambos os grupos em todos os ciclos estrais estudados, de acordo com os dias do ciclo estral (figura 4), sendo o comportamento quadrático para ambos os grupos, com  $\hat{Y} = 0,0665 + 1,2431X - 0,0573X^2$  ( $p < 0,003$ ;  $R^2 = 0,31$ ) para o grupo 1, e  $\hat{Y} = -1,1147 + 1,0595X - 0,0494X^2$  ( $p < 0,0004$ ;  $R^2 = 0,32$ ) para grupo 2. Já com relação às concentrações de E2, não se observaram diferenças entre os ciclos estrais e dias de coleta durante o ciclo estral ( $p > 0,05$ ).

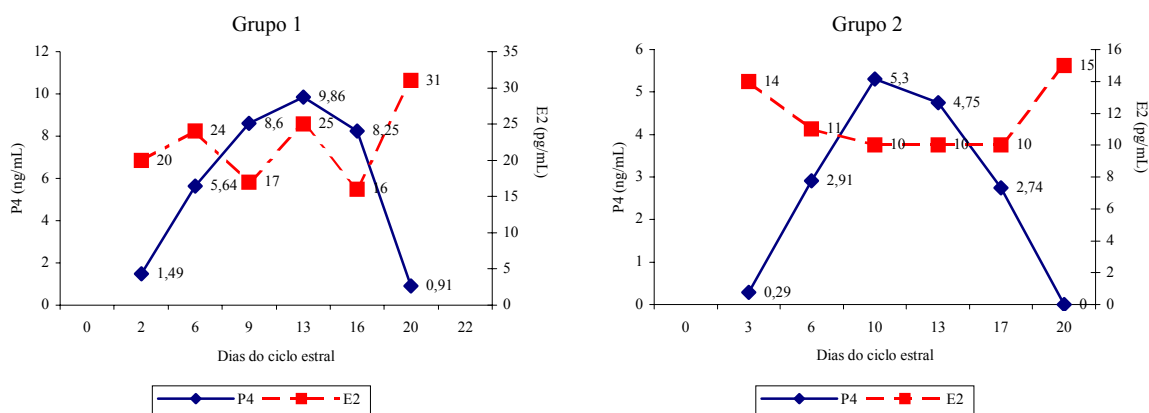


Figura 4: Perfil de P4 e E2 ao longo do ciclo estral para cabras leiteiras submetidas a condições bioclimáticas artificiais (Grupo 1) semelhantes às da Zona Equatorial Brasileira, ou não (Grupo 2).

A hipersecreção adrenocortical exerce seus efeitos negativos sobre uma das ações de E2, o aumento da microcirculação uterina. Assim, as altas concentrações de corticóides em animais estressados, expostos ao sol, também podem contribuir com a hipótese da redução da circulação sanguínea do útero. Estes resultados sugerem que o estresse pelo calor diminuiu significativamente a secreção de E2 pelos folículos pré-ovulatórios, valores que podem mudar, dependendo da magnitude da hipertermia (URIBE-VELÁSQUEZ, 2001).

Pesquisa realizada em ovelhas por Wheeler e Blackshaw (1986) mostrou variações dos valores médios nas concentrações plasmáticas de P4, as quais foram mais elevadas nas fêmeas ovinas submetidas ao estresse térmico (39,4 °C; 3,8 ng/mL) quando comparadas às ovelhas em condições termoneutras (24,5 °C; 2,9 ng/mL). Emesih et al. (1995) também observaram que as concentrações plasmáticas de P4 foram mais elevadas nas fêmeas submetidas ao estresse pelo calor, quando comparadas àquelas mantidas em condições termoneutras no período da tarde (8,3 vs 6,4 ng/mL), sendo aumentadas também no período da manhã, mas

não significativas (6,8 vs 6,6 ng/mL), corroborando o presente estudo, com 4,6 e 2,7 ng/mL para os grupos 1 e 2, respectivamente.

Pequeno aumento, porém não-significativo, nas concentrações plasmáticas de P4 também foi registrado por Uribe-Velásquez et al. (2001) em fêmeas submetidas a estresse térmico (33,8 °C), quando comparadas a fêmeas sob condições de termoneutralidade (22,8 °C), cujos valores foram  $1,3 \pm 1,2$  e  $1,4 \pm 1,3$  ng/mL, respectivamente. Com relação às concentrações plasmáticas de E2, os autores observaram aumento nos animais submetidos a estresse térmico, em comparação com os animais em ambiente termoneutro, mostrando concentrações de  $37,6 \pm 16,1$  e  $28,8 \pm 15,5$  pg/mL, respectivamente. No presente estudo, os animais do grupo 1 obtiveram média maior de E2 (18,5 pg/mL) do que os do grupo 2 (3,7 pg/mL).

Já Kanai et al. (1987) estudaram os efeitos do estresse pelo calor (35 °C) e condições termoneutras (25 °C) em cabras, durante o ciclo estral, e verificaram a diminuição das concentrações plasmáticas de E2 nos animais que foram submetidos ao estresse pelo calor. Já, em cabras prenhes que foram submetidas a dois ambientes, termoneutro (21 °C) e câmara bioclimática (37 °C, 12 h/dia e 30 °C, 12 h/dia), as concentrações plasmáticas de P4 não mostraram-se diferentes entre os dois grupos de animais estudados (GAYÃO et al., 2001).

De Castro et al. (1999) observaram que a concentração sérica de E2 aumentou de 2,7 pg/mL, no dia da ovulação, para 7,6 pg/mL no dia 2, e então diminuiu a valores basais no dia 5, permanecendo baixa (< 3 pg/mL) pelo restante da fase lútea. Coincidindo com a luteólise, a concentração de E2 aumentou, e atingiu concentração máxima (16,5 pg/mL) dois dias antes da ovulação.

Segundo Greylin (2000) em seu estudo realizado com cabras da raça Boer, as concentrações de P4 são muito baixas durante os dias do estro (0,3 ng/mL) e aumentam até alcançar concentrações máximas aproximadamente no dia 13 do ciclo (5 ng/mL). No presente estudo, o pico máximo de P4 ocorreu nos dias 14 (13,5 ng/mL) e 9 (11,5 ng/mL) para os animais dos grupos 1 e 2, respectivamente.

Menchaca e Rubianes (2002) observaram que em ciclos com três a quatro ondas, as concentrações de P4 foram altas ( $2,2 \pm 1,1$  e  $4,1 \pm 0,7$  ng/mL, respectivamente) e as de E2 também foram altas ( $4,4 \pm 0,9$  e  $1,6 \pm 0,2$  pg/mL, respectivamente), mostrando que existe relação de altas concentrações de P4 durante a fase luteal, com o retorno folicular, de modo que altas concentrações de P4 e baixas concentrações de E2 no segundo dia e no terceiro dia, foram registradas no grupo de animais com quatro ondas foliculares, quando comparadas com as do grupo de três ondas foliculares.

## **5. CONCLUSÃO:**

Com base nos valores médios obtidos para os parâmetros estudados ao longo do experimento para os animais sob condições bioclimáticas artificiais e sob ambiente natural, pode-se concluir que:

Os animais mostraram boa adaptabilidade às condições bioclimáticas impostas, por apresentarem uma redução nos parâmetros fisiológicos e metabólicos em função do tempo;

Não houve qualquer alteração na ingestão de alimentos pelos animais, o que foi comprovado pelas dosagens de T3, T4 e colesterol;

Os animais apresentaram padrões de estresse aceitáveis em relação às condições impostas, com a secreção de cortisol ficando dentro dos limites preconizados para a espécie;

Os animais mantiveram a ciclicidade ao longo do período experimental e não houve alteração nos parâmetros reprodutivos estudados.

Embora o número de animais avaliados em condições bioclimáticas semelhantes às da Zona Equatorial Brasileira seja pequeno, os valores médios obtidos para os parâmetros fisiológicos, ingestão de alimentos e água, metabólicos e hormonal, indicaram que fêmeas caprinas podem ser criadas nas condições bioclimáticas propostas, sem que haja comprometimento nos referidos padrões fisiológicos.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- ALLEN, R.G.; PEREIRA, L.S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop Evapotranspiration: Guidelines for computing crop water requirements**. In Irrigation and Drainage Paper 56, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, chapter 3, 1998.
- ALVES, N.G.; TORRES, C.A.A.; RODRIGUES, M.T.; et al. Métodos de controle do estro e ovulação em caprinos. **Cad. Téc. Vet. Zootec.** n°48, p. 61-70, 2005a.
- ALVES, N.G.; TORRES, C.A.A.; GUIMARÃES, J.D.; et al. Dinâmica folicular ovariana em caprinos. **Cad. Téc. Vet. Zootec.** n°48, p. 48-60, 2005b.
- ANDERSON, B.E. Regulação da temperatura e fisiologia ambiental. In: DUKES, H.H.; SWENSON, M.J. **Fisiologia dos animais domésticos**. 10<sup>a</sup> ed. Rio de Janeiro. Guanabara Koogan, 1996. p.623-629.
- BACCARI JR., GONÇALVES, H.C.; MUNIZ, L.M.R. et al.; Milk production, serum concentrations of thyroxine and some physiological responses of Saanen-Native goats during thermal stress. **R. Vet. Zootec.** V.8, p.9-14, 1996.
- BAETA, F.C.; SOUZA, C.F. **Ambiência em edificações rurais: conforto animal**. Viçosa: UFV, 1997, 246p.
- BETTENCOURT, E.M.V. Caracterização de Parâmetros Reprodutivos nas Raças Ovinas Merina Branca, Merina Preta e Campaniça. Lisboa, 1999. 139p. Dissertação (Mestrado em Produção Animal) – Faculdade de Medicina Veterinária da Universidade Técnica de Lisboa, 1999.
- BHATTACHARYYA, S.C., TALUKDAR, R.N., BARUAH, K.K. et al. Seasonal variation in serum thyroid hormone levels of goat. *Ind. Vet. J.*, v. 72, n. 10, p. 1115-1116, 1995.
- BLIGH, J.; JOHNSON, K.G. Glossary of terms for thermal physiology. **J. Appl. Phys.** V.35, p.941-961, 1973.
- BRASIL, L.H.A.; WECHESLER, F.S.; BACCARI JR.; et al. Efeitos do estresse térmico sobre a produção, composição química do leite e respostas termorreguladoras de cabras da raça Alpina. **Rev. Bras. Zootec.** V.29, n°6, p. 1632-1641, 2000.
- CAMP, J.C.; WILDT, D.E.; HOWARD, P.K.; et al. Ovarian activity during normal and abnormal length estrous cycles in the goat. **Biol. Repr.** V.28, p.673-681, 1983.
- CHAHAL, A.S., RATTAN, P.J.S. Seasonal variations in the total plasma corticoids in the Corriedale rams. *Ind. J. Dairy Sci.*, v. 36, n. 1, p. 24-27, 1983.

- CHALHOUB, M.; ALMEIDA, A.K.; RIBEIRO FILHO, A.L. Emprego da ultrassonografia como estratégia do manejo reprodutivo em ovinos e caprinos. In: Congresso Brasileiro de Reprodução Animal, 16, Goiânia, GO. **Anais...** Palestras, 2005.
- CHEMINEAU, P.; DAVEAU, A.; MAURICE, F.; et al. Seasonality of estrus and ovulation is not modified by subjecting female Alpine goats to a tropical photoperiod. **Small Rum. Res.** V.8, p.299-312, 1992a.
- CHEMINEAU, P.; MALPAUX, B.; DELGADILLO, J.A.; et al. Control of sheep and goat reproduction: use of light and melatonin. **An. Repr. Sci.** V.30, p.157-184, 1992b.
- CRUZ, J.F.; FREITAS, V.J.F. A ultrassonografia em tempo real na reprodução de caprinos. **Ciê. Anim.** V.11, p.45-53, 2001.
- CRUZ, J.F.; RONDINA, D.; FREITAS, V.J.F. Ovarian follicular dynamics during anoestrus in Anglo-Nubian and Saanen goats raised in tropical climate. **Trop. An. H. Prod.** V.37, p.395-402, 2005.
- CUETO, M.; GIBBONS, A.; ALBERIO, R. et al. Timing of emergence of ovulatory follicles in polyovulatory goats. **Anim. Repr. Sci.** V.91, p.275-284, 2006.
- CUNNINGHAM, J. **Tratado de Fisiologia Veterinária** 2ªed. Guanabara Koogan. Rio de Janeiro, 1997. 528p.
- CURTIS, S.E. **Environmental management in animal agriculture** Iowa. Iowa State University Press. 1983.
- De CASTRO, T.; RUBIANES, E.; MENCHACA, A., et al. Ultrasonic study of follicular dynamics during the estrous cycle in goats. **Theriog.** V.49, p.399, 1998.
- De CASTRO, T.; RUBIANES, E.; MENCHACA, A., et al. Ovarian dynamics, serum estradiol and progesterone concentrations during the interovulatory interval in goats. **Theriog.** V.52, p.399-411, 1999.
- DICKSON, W.M. Endocrinologia, reprodução e lactação. In: DUKES, H.H.; SWENSON, M.J. **Fisiologia dos animais domésticos.** 10ª ed. Rio de Janeiro. Guanabara Koogan, 1996. p.572-614.
- DIXON, R.M.; THOMAS, R.; HOLMES, J.H.G. Interactions between heat stress and nutrition in sheep fed roughage diets. **Journ. Agric. Sci.** V.132, p.351-359, 1999.
- DRIANCOURT, M.A. Follicular dynamics in sheep and cattle. **Theriog.** V.35, nº1, p. 55-71, 1991.
- DUENHAS, M.; TONIOLLO, G.H.; ZORZATTO, J.R., et al. Cabras sincronizadas usando fotoperíodo artificial en la latitud 20°28's **Arch. Zootec.** V.51, p.449-452, 2002.

- EMESIH, G.C.; NEWTON, G.R.; WEISE, D.W. Effects of heat stress and oxytocin on plasma concentrations of progesterone and 13,14-dihydro-15-ketoprostaglandin F<sub>2</sub> $\alpha$  in goats. **Small Rum. Res.** V.16, p.133-139. 1995.
- ESPESCHIT, C.J.B Alternativas para o controle da estacionalidade reprodutiva de cabras leiteiras. In: ENCONTRO NACIONAL PARA O DESENVOLVIMENTO DA ESPÉCIE CAPRINA, 5., 1998, Botucatu, **Anais...**, 1998. p. 7-33.
- EVANS, G.; MAXWELL, W. M. C. **Inseminación artificial de ovejas y cabras**. Editorial Acribia. Zaragoza – Espanha, 1990.
- EVANS, A.C.O. Characteristics of ovarian follicle development in domestic animals. **Repr. Dom. An.** V.38, p.240-246, 2003.
- FIELDS, M.J.; FIELDS, P.A. Morphological characteristics of the bovine corpus luteum during the estrous cycle and pregnancy. **Theriog.** V. 45, p. 1295-1326, 1996.
- FONTELLES, A.L.B Eficiência reprodutiva da cabra leiteira com cio induzido através da manipulação do fotoperiodismo. **H. Vet.** V.20, n°117, p.25-30 , 2000.
- GAYÃO, A.L.B.A.; BACCARI JR.; F.; MASSONE, F.; et al.; Respostas termorreguladoras de cabras mestiças Saanen-Nativa submetidas a stress térmico de curta duração. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira Zootecnia, 26, 1991, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: SBZ, 1991, p.492.
- GINTHER, O.J.; KOT, K. Follicular dynamics during the ovulatory season in goats. **Theriog.** V.42, p.987-1001, 1994.
- GINTHER, O.J.; KOT, K.; WILTBLANK, M.C. Associations between emergence of follicular waves and fluctuations in FSH concentrations during the estrous cycle in ewes. **Theriog.** V.43, p.689-703, 1995.
- GINTHER, O.J. Selection of the dominant follicle in cattle and horses. **An. Repr. Sci.** V. 60-61, p. 61 – 79, 2000.
- GONZALEZ-BULNES, A.; OSORO, K.; LOPEZ-SEBASTIAN, A. Ultrasonography assessment of the ovarian response in eCG – treated goats. **Small Rum. Res.** V.34, p. 65-69, 1999.
- GONZALEZ-BULNES, A.; DÍAZ-DELFA, C.; URRUTIA, B.; CARRIZOSA, J.A.; LOPEZ-SEBASTIAN, A. Ultrasonography screening of the ovulatory process in goats. **Small Rum. Res.** V.52, p. 165-168, 2004.
- GORDON, I. **Controlled reproduction in sheep and goats** CAB International, V.2, 1997. 450p.



- GUIDO, M.C. (2000) – “Atividade sexual estacional” Disponível: <<http://www.mcguido.vet.br/cicloestral.htm>> Capturado em 18 agosto 2006.
- GREYLING, J.P.C. Reproduction traits in the Boer goat doe. **Small Rum. Res.** V.36, p.171-177, 2000.
- HAFEZ, E.S.E. **Reprodução animal** 7<sup>a</sup>.ed., Manole, São Paulo, 2004. 513p.
- HIRAYAMA, T.; KATOH, K.; OBARA, Y. Effects of heat exposure on nutrient digestibility, rumen contraction and hormone secretion in goats. **An. Sci. J.** V.75, p.237-243, 2004.
- JARDIM, W. R. **Criação de Caprinos**. 11<sup>a</sup>ed. Nobel, São Paulo, 1986. 256p.
- KANAI, Y., ABDUL-LATIEF, T., SHIMIZU, H. Oestrus and some related phenomena in Shiba goats under hot environmental conditions. **Japan. J. Zootec. Sci.** V.58, p.781-789, 1987.
- KANEKO, J.J.; HARVEY, J.W.; BRUSS, M.L. **Clinical biochemistry of domestic animals**. 5<sup>a</sup>ed., Academic press, California, 1997, 932p.
- KENNAWAY, D.J.; HUGEL, H.M. Mechanisms of action of melatonin within the central nervous system. **An. Repr. Sci.** V.30, p.45-65, 1992.
- LASSALA, A.; HERNANDEZ-CERON, J.; RODRIGUEZ-MALTOS, R.; et al. The influence of the corpus luteum on ovarian follicular dynamics during estrous synchronization in goats. **An. Repr. Sci.** V.84, p.369-375, 2004.
- LEITE, P.A.G. Indução da ovulação em cabras fora da estação reprodutiva com a utilização de GnRH e LH com estro induzido pelo MAP. 2004. 54f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2004.
- LINCOLN, G.A.. Photoperiod-pineal-hypothalamic relay in sheep. **An. Repr. Sci.** V.28, p.203-217, 1992.
- LU, C.D. Effects of heat stress on goat production. **Small Rum. Res.** V.2, p.151-162, 1989.
- LUDRI, R.S., SARMA, P.V. Cortisol concentrations in the blood plasma of lactating Beetal goats and their crosses. **Ind. J. Anim. Sci.** V.55, n<sup>o</sup>6, p. 505-508, 1985.
- MALPAUX, B.; THIERY, J.C.; CHEMINEAU, P. Melatonin and the seasonal control of reproduction **Repr. Nutr. Dev.** V.39, p.355-366, 1999.
- MARAI, I.F.M.; EL-DARAWANY, A.A.; FADIEL, A.; et al. Physiological traits as affected by heat stress in sheep – A review. **Small Rum. Res.** Artigo no prelo, 2006.
- MARKUS et al. (2001) – “Glândula Pineal e Melatonina” Disponível: <<http://www.crono.icb.usp.br/refbibliog.htm>> Capturado em 18 agosto 2006.
- MENCHACA, A.; RUBIANES, E. Relation between progesterone concentrations during the luteal phase and follicular dynamics in goats. **Theriog.** V.57, p.1411-1419, 2002.

- MENCHACA, A.; PINCZAK, A.; RUBIANES, E. Follicular recruitment and ovulatory response to FSH treatment initiated on Day 0 or Day 3 postovulation in goats. **Theriog.** V. 58, p.1713-1721, 2002.
- MORAES, E.A. Parâmetros produtivos e reprodutivos de cabras da raça Toggenburg em lactação tratadas com somatotropina bovina recombinante. 2004. 71f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2004.
- MULLER, P.B. **Bioclimatologia aplicada aos animais domésticos** 2<sup>a</sup>.ed. Porto Alegre, Sulina, 1982, 285p.
- NASCIMENTO, M.R.B.M. Efeito da variação da temperatura ambiente sobre os níveis séricos de 3,5,3'-triodotironina (T3) e tiroxina (T4) em ovinos Corriedale. 1996. 44f. Dissertação de Mestrado – Jaboticabal: Universidade Estadual Paulista, 1996.
- NAKAMURA, M.; NAKAMURA, K.; IGARASHI, S. Interaction between activin A and cAMP in the induction of FSH receptor in cultured rat granulosa cells. **J. Endocr.** V.147, p.103-110, 1995.
- NAZIFI, S.; SACH, M.; ROWGHANI, E.; et al. The influences of thermal stress on serum biochemical parameters of Iranian fat-tailed sheep and their correlation with triiodothyronine (T3), thyroxine (T4) and cortisol concentrations. **Comp. Clin. Path.** V.12, p.135-139, 2003.
- NEIVA, J.N.M.; TEIXEIRA, M.; TURCO, S.H.N.; et al. Efeito do estresse climático sobre os parâmetros produtivos e fisiológicos de ovinos Santa Inês mantidos em confinamento na Região litorânea do Nordeste do Brasil. **R. Bras. Zootec.** V.33, nº3, p.668-678, 2004.
- OBERST, R.S; JOBIM, M.I.M. Luminosidade natural e artificial no ciclo reprodutivo de ovinos e eqüinos - uma revisão **H. Vet.** V.18, nº103, p.52 - 58, 1998.
- O'CALLAGHAN, D.; WENDLING, A.; KARRSCH, F.J.; et al. Effect of exogenous thyroxine on timing of seasonal reproductive transitions in ewes. **Biol. Reprod.** V.49, p.311-315, 1993.
- ORTAVANT, R., PELLETIER, J., RAVAUULT, J.P., THIMONIER, J. E VOLLAND-NAIL, P. Photoperiod: main proximal and distal factor of the circannual cycle of reproduction in farm animals **Reprod. Biol.** V.7, p.305-345, 1985.
- OSHIRO, S.; NAKAMAE, H.; HIRAYAMA, T.; et al. Effects of duration of photoperiod on the rumination behavior of goats. **Small Rum. Res.** V.22, p.97-102, 1996.
- PÁDUA, J.T.; SILVA, R.G. Efeito do estresse térmico sobre o desempenho e características fisiológicas em borregos Ideal. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 33, 1996. Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: SBZ, V.1, p.657-659, 1996.
- REECE, W.O. **Fisiologia de Animais Domésticos**. Roca, São Paulo: 1996. 351p.

- RENSIS, R.; SCARAMUZZI, R.J. Heat stress and seasonal effects on reproduction in the dairy cow – A review. **Theriog.** V.60, p.1139-1151, 2003.
- RIBEIRO, S.D.A. **Caprinocultura: Criação racional de caprinos.** Nobel, São Paulo: 1997. 318p.
- RODRIGUES, M.H. Efeito da manipulação do fotoperíodo na indução de estro em cabras leiteiras mestiças. Viçosa, 1992. 65p. Tese (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1992.
- RUBIANES, E.; MENCHACA, A. The pattern and manipulation of ovarian follicular growth in goats. **An. Repr. Sci.** V. 78, p.271-287, 2003.
- SANGHA, G.K.; SHARMA, R.K.; GURAYA, S.S. Biology of corpus luteum in small ruminants. **Small Rum. Res.** V.43, p.53-64, 2002.
- SANTOS, F.C.B.; SOUZA, B.B.; ALFARO, C.E.P.; et al. Adaptabilidade de caprinos exóticos e naturalizados ao clima semi-árido do nordeste brasileiro. **Ciênc. Agrotec.** V. 29, nº1, p. 142-149, 2005.
- SCHWARZ, T.; WIERZCHOS, E. Relationship between FSH and ovarian follicular dynamics in goats during the estrous cycle. **Theriog.** V. 53, p. 381, 2000.
- SHARMA, R.K.; SHARMA, M. Corpus luteum spurium of goats. **Ind. J. Anim. Sci.** V. 68, nº2, p. 150-152, 1998.
- SHINDE, A.K.; RAGHAVENDRA BHATTA, S.K.; SANKHYAN, S.K. Effect of season on thermoregulatory responses and energy expenditure of goats on semi-arid range in India. **Journ. Agric. Sci.** V.139, p.87-93, 2002.
- SILVA, R.G. da **Introdução à bioclimatologia animal** São Paulo, Nobel, 2000, 286p.
- SILVA, E.M.N.; SOUZA, B.B.; SILVA, G.A.; et al. Avaliação da adaptabilidade de caprinos exóticos e nativos no semi-árido paraibano. **Ciênc. Agrotec.** V.30, nº3, p. 516-521, 2006.
- SINGH, M., PRASAD, S.P. Total and free serum cholesterol at different physiological status in sheep and goats. **Ind. J. Anim. Sci.** V.55, nº9, p. 744-747, 1985.
- SMITH, M.C. The reproductive anatomy and physiology of the female goat. In: MORROW, D.A. (ed.) **Current Therapy in Theriogenology.** Saunders, Philadelphia, p.577-579, 1986.
- SOUSA, P. (2005) – “Avicultura e clima quente como administrar o bem-estar às aves?” Disponível: <<http://www.aviculturaindustrial.com.br/site>> Capturado em 12/08/05.
- SOUZA, E.D.; SOUZA, B.B.; SOUZA, W.H.; et al. Determinação dos parâmetros fisiológicos e gradiente térmico de diferentes grupos genéticos de caprinos no semi-árido. **Ciênc. Agrotec.** V.29, nº1, p. 177-184, 2005.

- STARLING, J.M.C.; SILVA, R.G.; NEGRÃO, J.A.; et al. Variação estacional dos hormônios tireoideanos e do cortisol em ovinos em ambiente tropical. **R. Bras. Zotec.** V.34, nº6, p.2064-273, 2005.
- TARTAGLIONE, M. (2003) – “Efecto de la melatonina y del fotoperiodo en la induccion de actividad sexual durante el anestro estacional en la cabra criolla” Disponível: <<http://www2003.uncoma.edu.ar/documentos/investigacion/FACA/A055.htm>> Capturado: 18 agosto 2006.
- TENÓRIO FILHO, F.; SANTOS, M.H.B.; CARRAZZONI, P.G. et al. Follicular dynamics in Anglo-Nubian goats using transrectal and transvaginal ultrasound. **Small Rum. Res.** Artigo no prelo. 2007.
- THIÉRY, J.C.; CHEMINEAU, P.; HERNANDEZ, X.; et al. Neuroendocrine interactions and seasonality. **Dom. An. Endocr.** V.23, p. 87-100, 2002.
- TRALDI, A.S. **Tópicos em reprodução e inseminação artificial em caprinos.** Capripaulo. São Paulo, (Manual técnico), 1994. 54p.
- URIBE-VELÁSQUEZ, L.F.; SOUZA, M.I.L. OBA, E.; et al. Ritmo circadiano de triiodotironina (T3) e tiroxina (T4) plasmática em ovelhas Ideal durante o anestro estacional. **Rev. Bras. Zootec.** V.26, nº3, p.508-513, 1997.
- URIBE-VELÁSQUEZ, L.F.; OBA, E.; BRASIL, L.H.A. et al. Concentrações plasmáticas de cortisol, hormônios tireoideanos, metabólitos lipídicos e temperatura corporal de cabras Alpinas submetidas ao estresse térmico. **Rev. Bras. Zootec.** V.27, nº6, p. 1123-1130, 1998.
- URIBE-VELÁSQUEZ, L.F.; OBA, E.; BRASIL, L.H.A. et al. Efeitos do estresse térmico nas concentrações plasmáticas de progesterona (P4) e estradiol 17-b (E2) e temperatura retal em cabras da raça Pardo Alpina **Rev. Bras. Zootec.** V.30, nº2, p. 388-393, 2001.
- WATSON, W.M.; STETSON, M.H. Stimulation of peak melatonin release restores sensitivity to evening melatonin injections in pinealectomised hamsters **Endocr.**, V.112, p.763-765, 1983.
- WAYNE, N.L., MALPAUX, B.; KARSCH, F.J. How does melatonin code for daylength in the ewe: Duration of nocturnal melatonin release or coincidence of melatonin with a light-entrained sensitive period **Biol. Reprod.** V.39, p.66- 75, 1988.
- WEBSTER, J.R., MOENTER, S.M., WOODFILL, C.J., et al. Role of the thyroid gland in seasonal reproduction. II. Thyroxine allows a season-specific suppression of gonadotropin secretion in sheep. **Endocr.** V.129, nº1, p. 176-183, 1991.

WHEELER, A.G., BLACKSHAW, A.W. Effect of cold and hot ambient temperatures on plasma progesterone concentrations in ewes with intact and denervated ovaries containing experimentally maintained corpora lutea. **J. Reprod. Fer.** V.78, p.353-360, 1986.

YELLON, S.M.; FOSTER, D.L.; LONGO, L.D. Ontogeny of the pineal melatonin rhythm and implications for reproductive development in domestic ruminants. **An. Repr. Sci.** V. 30, p.91-112, 1992.