

Efeitos do Estresse Térmico nas Concentrações Plasmáticas de Progesterona (P_4) e Estradiol 17-b (E_2) e Temperatura Retal em Cabras da Raça Pardo Alpina

Luis Fernando Uribe-Velásquez¹, Eunice Oba², Lúcia Helena de Albuquerque Brasil³, Francisneide Neves de Sousa², Francisco Stéfano Wechsler⁴

RESUMO - Seis cabras lactantes foram distribuídas aleatoriamente em um delineamento experimental em "crossover", em dois grupos: sob condições termoneutras e estresse térmico. Um período de adaptação de 28 dias foi seguido por quatro períodos de 14 dias cada, quando os animais sob estresse térmico foram expostos à temperatura média de 33,84°C; THI de 86,20; BGT de 36,18 e BT de 32,11°C das 8 às 17 horas, incluindo radiação solar simulada das 10 às 15 horas. Não houve diferença entre as concentrações plasmáticas de progesterona, mas as fêmeas submetidas ao estresse térmico apresentaram diminuição nas concentrações plasmáticas de estradiol, quando comparados ao grupo termoneutro. A temperatura retal dos animais sob estresse térmico foi mais elevada quando foi comparada à do grupo de animais em condições de termoneutralidade. As cabras mantiveram as concentrações plasmáticas da progesterona, com diminuição na secreção de estradiol, quando expostas a um estresse repetido e intermitente, a despeito de ocorrer hipertermia durante o estresse pelo calor.

Palavras-chave: cabras, estradiol-17b, progesterona, radioimunoensaio, temperatura retal

Effects of Heat Stress on Progesterone (P_4) and Estradiol-17b Plasma Concentrations and Rectal Temperature of Alpine Brown Goats

ABSTRACT - Six lactating goats were randomly assigned to a crossover experimental design in two groups, under thermoneutral and heat stress conditions. An adaptation period of 28 days were followed by 4-periods of 14 days each, when the animals under heat stress were exposed to an average temperature of 33.34°C; THI of 86.20; BGT of 36.18 and BT of 32.11°C from 8 to 17 hours, including simulated solar radiation from 10 to 15 hours. There was no difference for progesterone plasma concentrations but the animals under heat stress showed a reduction of estradiol plasma concentrations as compared to the thermoneutral group. The rectal temperature of the animals under heat stress was higher when compared to the animals under thermoneutral conditions. The goats maintained progesterone plasma concentrations with reduction of estradiol secretion when exposed to repeat stress and intermittent in spite of the occurrence of hyperthermia during heat stress.

Key Words: goats, estradiol-17b, progesterone, radioimmunoassay, rectal temperature

Introdução

Os mecanismos pelos quais o estresse térmico deprime a fertilidade ao parto em várias espécies de animais domésticos, machos e fêmeas, têm recebido intensa atenção dos pesquisadores. 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.

Numerosos trabalhos de pesquisa e revisão têm demonstrado que o estresse térmico desencadeia alterações agudas e crônicas nas concentrações

plasmáticas de E_2 e P_4 , 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 (GWASDAUSKAS et al., 1972).

KANAI et al. (1987) estudaram os efeitos do estresse pelo calor (35°C) e condições termoneutras (25°C) em cabras durante o ciclo estral, resultando

¹ Pós-Doutorando da FAPESP, FMVZ, UNESP, Campus de Botucatu, SP. E-mail: lforibe90@hotmail.com

² Professor, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, UNESP, Campus de Botucatu, SP.

³ Pós-Graduação em Zootecnia, FMVZ, UNESP, Campus de Botucatu, SP.

⁴ Pós-Graduação em Zoologia, Instituto de Biociências, UNESP, Campus de Botucatu, SP.

em significante diminuição das concentrações plasmáticas de E2, quando os animais foram submetidos ao estresse pelo calor, enquanto as concentrações plasmáticas de P4 foram semelhantes entre os dois ambientes. Quando cabras prênes foram submetidas a dois ambientes, termoneuro (21°C) e câmara bioclimática (37°C, 12 h/dia e 30°C, 12 h/dia), EMESIH et al. (1995) observaram que as concentrações plasmáticas de P4 foram significativamente mais elevadas nas fêmeas submetidas ao estresse pelo calor, quando comparadas àquelas mantidas em condições termoneutras no período da tarde (8,33 vs 6,38 ng/mL), sendo aumentadas também no período da manhã mas não significativas (6,84 vs 6,58 ng/mL). Pesquisa realizada por WHEELER e BLACKSHAW (1986), em ovelhas, mostrou variações significativas dos valores médios nas concentrações plasmáticas de P₄, as quais foram mais elevadas nas fêmeas ovinas submetidas ao estresse térmico (39,4°C; 3,82 ng/mL) quando comparadas às ovelhas em condições termoneutras (24,5°C; 2,94 ng/mL). Já LAMOND et al. (1972) observaram, em ovelhas, variações sazonais nas concentrações de P4, sendo mais baixas durante o verão que no inverno, com valores de 1,36 e 2,53 ng/mL, respectivamente. Entretanto, aumentos nas concentrações plasmáticas de E2 assim como na P4 foram observados durante o verão, em machos caprinos, por QINGWANG et al. (1988), quando comparadas ao inverno.

Trabalhando com seis novilhas leiteiras submetidas a estresse térmico (33,5°C e 55% de umidade relativa), durante dois ciclos estrais, ABILAY et al. (1975) reportaram que houve marcado aumento nas concentrações plasmáticas de P4 através do primeiro ciclo estral, continuando elevadas até os primeiros oito dias do ciclo subsequente, retornando logo às concentrações normais. Achados semelhantes também foram reportados por THUN et al. (1996) e TROUT et al. (1998), em vacas leiteiras, e por COLLIER et al. (1982), em vacas leiteiras gestantes. Trabalhando com vacas leiteiras, WISE et al. (1988) constataram resultados semelhantes para as concentrações plasmáticas de E2 e P4, quando as fêmeas foram também submetidas à câmara bioclimática e a condições de termoneutralidade. Contraditoriamente, THUN et al. (1996) verificaram aumento significativo nas concentrações plasmáticas de E2, durante a fase pré-ovulatória, em vacas leiteiras submetidas ao estresse térmico pelo calor, quando comparadas aos animais em condições de termoneutralidade.

Estudando os valores das concentrações de P4

plasmática durante o verão e o inverno, em novilhas leiteiras, WOLFF-VAUGHT et al. (1977) observaram significativas variações sazonais, as quais foram mais elevadas no verão, quando comparadas ao inverno, concordando com os reportes de CASTELLANOS (1984) e ZEITOUN et al. (1996). Ao contrário, foram observados valores menores nas concentrações de P4, em fêmeas bovinas leiteiras (ROSENBERG et al., 1982), durante o verão quando comparadas àquelas no inverno. Os mesmos autores não observaram mudanças significativas nas concentrações plasmáticas de E2 entre as duas estações, estando de acordo com os valores reportados por CHENAULT et al. (1975).

A zona de termoneutralidade define limites de temperatura: temperaturas críticas 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, 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 (BLIG e JOHNSON, 1973).

A manutenção da temperatura corporal é determinada pelo equilíbrio entre a perda e o ganho de calor. A referência fisiológica desta variável é obtida mediante a temperatura retal, que pode variar nos caprinos adultos de 38,5 a 40,0°C, valores determinados em repouso e à sombra (MAREK e MÓCSY, 1963; BACCARI et al., 1996).

Com o objetivo de estudar algumas reações fisiológicas de cabras Saanen-Nativas adultas, submetidas a 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 temperatura retal. À tarde (15 horas), a temperatura retal foi significativamente mais elevada para os animais sob estresse térmico comparativamente ao grupo controle (40,7 vs 39,6°C), concordando com os achados 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 significativo da temperatura retal dos animais submetidos ao estresse quando comparado ao grupo controle (39,6 vs 38,9°C, respectivamente). Já BACCARI et al. (1996) mostraram diferenças significativas entre animais estressados e o grupo controle para temperatura retal, cujo ambiente térmico era de 32,5°C, 68% de umidade relativa e THI de 85 durante a primeira fase do período experimental (40,5 vs 39,7 °C). Durante a segunda fase do experimento, quando os animais permaneceram em condição de termoneutralidade, não houve diferença significativa em nenhuma das variáveis analisadas. Respostas termorreguladoras de oito cabras Alpinas, não-gestantes, com peso médio de 57 kg avaliadas em câmara bioclimática, submetidas a estresse térmico de 35°C, por um período de 28 dias, mostraram maior temperatura retal do que naquelas em condições termoneutras (BACCARI et al., 1997). O objetivo do presente trabalho foi avaliar os efeitos do estresse térmico pelo calor nas concentrações plasmáticas de E2 e P4 e na temperatura corporal, de cabras Pardas Alpinas em lactação.

Material e Métodos

O trabalho foi realizado na Câmara Bioclimática da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, UNESP, Campus de Botucatu, localizada na Fazenda experimental Lageado.

Foram empregadas seis cabras Pardo Alpina, na 5ª semana de lactação, distribuídas ao acaso em dois grupos de três animais, com idade e peso iniciais médios de 20,5 meses e 39,0 kg, respectivamente, e produção média diária de leite de 2,5 kg/cabra. Os animais foram mantidos em baias individuais com piso de concreto (0,8 x 1,3 m) sobre estrado ripado com acesso a cocho e bebedouro.

Durante todo o experimento, forneceu-se 1,0 kg/animal/dia de uma mistura concentrada contendo 23,81% de proteína bruta (PB) e 7,26% de fibra bruta (FB) na matéria seca. Feno de *Cynodon dactylon* (L.) Pers. cv *coastcross* (3,96% de proteína bruta [PB] e 34,08% de fibra bruta [FB], na matéria seca) e água foram consumidos à vontade.

A temperatura retal (TR) foi mensurada dois dias por semana, às 9 e 15 horas, mediante termômetro clínico digital humano. Para análise dos hormônios, coletaram-se amostras de sangue, utilizando-se tubos vacuolizados com heparina, por meio da punção da veia jugular, às 15 horas, duas vezes por semana,

período de máxima temperatura. As amostras de sangue foram levadas à centrífuga refrigerada a 3000 rpm, por 15 minutos, e logo após recuperou-se o plasma, alíquotando-o e armazenando-o a -20°C, para análise posterior.

OE2 foi medido pela técnica de radioimunoensaio (RIA). A sensibilidade do ensaio foi de 8 pg/mL e o coeficiente de variação intra-ensaio foi de 12,94%. A P4 foi medida também pelo método do RIA. A sensibilidade do ensaio foi de 0,1 ng/mL e o coeficiente de variação intra-ensaio foi de 10,29%. Todas as amostras foram analisadas em um mesmo ensaio.

A temperatura e a umidade do ar foram registradas continuamente mediante dois termo-higrógrafos, colocados um em cada sala da câmara. Foi anotada diariamente, de hora em hora (das 8 às 17 horas), a temperatura radiante, de forma indireta, mediante dois termômetros de globo negro e dois termômetros de Botsball (HOWARD ENGINEERING COMPANY, 1981 e BOTSFORD, 1971, respectivamente) um em cada sala da câmara. Foi também calculado o Índice de Temperatura e Umidade (THI), de acordo com KELLY e BOND (1971).

O procedimento experimental constou, ainda, de um período de adaptação de 28 dias com todos os animais em condições de termoneutralidade, para ajustarem-se às condições físicas e de alimentação da câmara bioclimática. A seguir, os animais foram divididos aleatoriamente em dois grupos de três cabras, que foram submetidos a dois tratamentos, termoneutralidade (T₁) e estresse térmico (T₂), em quatro intervalos de 14 dias cada, conforme o diagrama a seguir:

Tratamento <i>Treatment</i>	Intervalo <i>Interval</i>			
	I	II	III	IV
1	ST	TN	TN	ST
2	TN	ST	ST	TN

Para efeito de análise estatística, foram considerados os dados coletados na segunda semana de cada intervalo.

A temperatura do ar, umidade relativa do ar e os índices bioclimáticos, temperatura do globo negro (BGT), índice de temperatura e umidade (THI), e temperatura do Botsball (BT), calculados para caracterizar o ambiente térmico da sala um e sala dois

da Câmara Bioclimática, durante o período experimental, constam na Tabela 1. Na sala dois, os animais sofreram estresse das 8 às 17 horas, com radiação solar direta simulada por duas lâmpadas infravermelho de 250 w sobre cada animal, das 10 às 15 horas (T_2). Na sala um, os animais permaneceram em condições de termoneutralidade (T_1).

A investigação do comportamento das variáveis estudadas, referente aos tratamentos aplicados, foi analisada como um delineamento estatístico “crossover,” sendo que, para as dosagens hormonais, cada cabra observada em um período constitui uma parcela principal, enquanto, para a análise da temperatura corporal, foi também verificado efeito do período (manhã ou tarde), constituindo uma subparcela. A análise estatística foi efetuada por meio do programa GLM (SAS, 1985) e as conclusões obtidas basearam-se no nível de 5% de significância pelo teste F.

Resultados e Discussão

Durante o estresse térmico, no período das 8 às 17 horas, a temperatura do ar esteve cerca de 4°C acima da temperatura crítica superior para cabras Alpinas americanas, referida por LU (1989) de 30°C com o THI de 86,2; índice que representa, de modo geral, uma condição de emergência para os animais de produção (HAHN, 1985). A BGT e o BT no mesmo período foram 36,18 e 34,07°C, respectivamente.

Valor mais elevado do BGT foi relatado por BACCARI et al. (1996), que verificaram alterações significativas nas respostas termorreguladoras de cabras Saanen em lactação sob estresse térmico. Embora a câmara permanecesse desligada durante o período noturno (17 às 8 horas), a temperatura ambiente da sala dois esteve sempre superior àquela da sala um, (27,19 vs 22,25°C, respectivamente), com THI de 77,9 representando ainda condições de desconforto térmico para as cabras.

Na Tabela 2 apresentam-se as médias ajustadas das concentrações plasmáticas dos hormônios P4 e E2 avaliadas à tarde (15 horas) e as médias ajustadas da temperatura retal (TR), avaliada pela manhã (9 horas) e à tarde (15 horas).

Observando os dados da Tabela 2, verifica-se que houve pequeno aumento nas concentrações plasmáticas de P_4 , porém não-significativo, nas fêmeas submetidas ao T_2 quando comparadas ao grupo de T_1 , cujos valores foram $1,37 \pm 1,33$ vs $1,35 \pm 1,21$ ng/mL. Com relação às concentrações plasmáticas de E2, foi observada significativa diminuição ($P < 0,05$) nos animais submetidos ao T_2 , em comparação com os animais em ambiente termoneutro, mostrando concentrações de $28,83 \pm 15,54$ vs $37,60 \pm 16,09$ pg/mL.

Possivelmente, o aumento nas concentrações plasmáticas de cortisol, como resposta ao estresse pelo calor, é um fator estimulante no aumento das

Tabela 1 - Médias \pm erro-padrão do ambiente térmico durante o período experimental

Table 1 - Means \pm standard error of thermal environment during the experimental period

Variável Variable	Período Period			
	Termoneutralidade (T_1) Thermoneutral (T_1)		Estresse térmico (T_2) Heat stress (T_2)	
	8-17h 8 a.m. - 5 p.m.	17-8h 5 p.m. - 8 a.m.	8-17h 8 a.m. - 5 p.m.	17-8h 5 p.m. - 8 a.m.
Temperatura do ar, °C Air temperature, °C	22,82 \pm 0,35	22,25 \pm 0,33	33,84 \pm 0,23	27,19 \pm 0,24
Umidade relativa, UR ¹ , % Relative humidity, RU ¹ , %	76,49 \pm 0,87	77,54 \pm 0,71	66,05 \pm 0,73	76,68 \pm 0,46
Índice de temperatura e umidade, THI ² Temperature-humidity index, THI ²	70,40	71,10	86,20	77,90
Temperatura do globo negro, °C, “BGT” Black-globe temperature, °C, “BGT”	22,68 \pm 0,94	-	36,18 \pm 0,23	-
Temperatura do Botsball, °C Botsball temperature, °C, “BT”	19,71 \pm 0,28	-	32,11 \pm 0,21	-

ts = temperatura de bulbo seco em °F.

¹ THI = $ts - 0,55(1-UR)$ (ts-58).

² UR = umidade relativa expressa como um valor decimal.

ts = dry bulb temperature in °F.

THI = $ts - 0,55(1-UR)$ (ts-58).

UR = relative humidity expressed as decimal value.

concentrações plasmáticas de P4 durante o estresse pelo calor. Nesse sentido, foram observadas variações crescentes nas concentrações de P4, em machos caprinos (QINGWANG et al., 1988), fêmeas ovinas (WHEELER e BLACKSHAW, 1986) e cabras prenhes (EMESIH et al., 1995), discordando dos resultados obtidos por LAMOND et al. (1972), em fêmeas ovinas, que observaram diminuições nas concentrações plasmáticas deste hormônio para os animais submetidos ao estresse térmico. Já KANAI et al. (1987), estudando cabras lactantes, e WISE et al. (1988), em vacas leiteiras, não observaram variação nos valores para P₄ em animais estressados pelo calor e em condições de termoneutralidade. Contudo, parece que o grau de estresse e seus efeitos sobre as concentrações plasmáticas de P4 são influenciados pelo tempo de exposição e pela produção leiteira dos animais, assim, sob condições aparentes de estresse, o aumento do fluxo luteal de progesterona P4, é, possivelmente, pela liberação adrenal, pelo metabolismo no fígado ou outros órgãos, ou pelo grau de hemodiluição ou hemoconcentração.

Para as concentrações plasmáticas de E2, os valores obtidos nos animais controle estão de acordo

com os achados por URIBE-VELÁSQUEZ et al. (1998), em cabras Alpinas no início da lactação. Os resultados deste hormônio para os animais estressados concordam com os relatos de KANAI et al. (1987), que encontraram diminuição nas concentrações de E2, em cabras submetidas ao ST em câmara climática. Estes resultados discordam dos mencionados por QINGWANG et al. (1988) e THUN et al. (1996), trabalhando, respectivamente, com machos caprinos leiteiros e vacas leiteiras, enquanto CHENAULT et al. (1975), ROSENBERG et al. (1982) e WISE et al. (1988), pesquisando em vacas leiteiras, não reportaram valores significativamente diferentes entre os grupos de animais estressados pelo calor e o grupo termoneuro. 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 vacas estressadas expostas ao sol também podem contribuir com a hipótese da redução da circulação sanguínea do útero (THATCHER e COLLIER, 1981). Estes resultados sugerem que o estresse pelo calor diminuiu significativamente a secreção de E2 pelos folículos pré-ovulatórios, valores que podem mudar também dependendo da magnitude da hipertermia.

Na Tabela 2 verifica-se que a TR apresentou média mais elevada à tarde que pela manhã (P<0,05). Observa-se que a diferença entre manhã e tarde foi maior nos animais do T₂ (39,17 vs 40,74°C e 39,03 vs 39,19°C). Temperaturas ambientes efetivas mais altas à tarde (especialmente no T₂), associadas à elevação da temperatura corpórea provocada pelo ciclo nictemeral dos animais, foram os fatores responsáveis por estes efeitos.

O aumento da temperatura retal está de acordo com os resultados obtidos nos trabalhos de GAYÃO et al. (1991), EMESIH et al. (1995) e BACCARI et al. (1996 e 1997), que encontraram valores mais elevados na TR em caprinos submetidos ao ambiente quente em câmara climática. Em média, houve acréscimo de 1,57°C na temperatura retal da manhã para a tarde. O armazenamento de calor pelo aumento da temperatura corporal da manhã para a tarde, conduziu à hipertermia (40,74°C) nas cabras estressadas. A hipertermia foi temporária, considerando que a temperatura retal, segundo BACCARI et al. (1996), estava dentro dos limites normais na manhã seguinte (39,11 °C), revelando, então, que o excesso de calor estocado durante o dia foi dissipado durante a noite.

Tabela 2 - Concentrações plasmáticas hormonais (médias e desvio padrão) e temperatura corporal °C (médias) de cabras Pardo Alpinas em lactação sob condições de estresse térmico (T₂) e termoneutralidade (T₁)

Table 2 - Plasma hormones concentrations (means and standard deviation) of lactating Brown Alpine goats under heat stress (T₂) and thermoneutral (T₁) conditions

Variável Variable	Tratamento Treatment	
	T ₁	T ₂
Progesterona (P4), ng/mL Progesterone (P4), ng/mL	1,37±1,33 ^A	1,35±1,21 ^A
Estradiol-17β (E ₂), pg/mL Oestradiol-17β (E ₂), pg/mL	28,83±15,54 ^A	37,60±16,09 ^B
Temperatura retal, °C Rectal temperature, °C	39,17 ^b (manhã) 40,74 ^a (tarde)	39,03 ^b (manhã) 39,19 ^a (tarde)

^{A,B} Médias de tratamentos seguidas de letras maiúsculas distintas, na mesma linha, são diferentes (P<0,05).

^{a,b} Médias de períodos dentro de tratamentos, seguidas de letras minúsculas distintas, são diferentes (P<0,05).

^{A,B} Means of treatments followed by distinct capital letters, within a row, are different (P<.05).

^{a,b} Means of period within treatment, followed by distinct small letters, are different (P<.05).

Conclusões

As cabras Pardo Alpinas leiteiras mantiveram as concentrações plasmáticas de P₄, com significativa diminuição da secreção plasmática de E₂, quando expostas a estresse repetido e intermitente, a despeito de ocorrer hipertermia durante o estresse térmico.

Referências Bibliográficas

- ABILAY, T.A., JOHNSON, H.D., MADAN, M. 1975. Influence of environmental heat on peripheral plasma progesterone and cortisol during the bovine estrous cycle. *J. Dairy Sci.*, 58:1836-1840.
- BACCARI JR., F., GONÇALVES, H.C., MUNIZ, L.M.R. et al. 1996. Milk production, serum concentrations of thyroxine and some physiological responses of Saanen-Native goats during thermal stress. *Rev. Vet. Zoot.*, 8:9-14.
- BACCARI JR., BRASIL, L.H.A., TEODORO, S.M. et al. Thermoregulatory responses of Alpine goats during thermal stress. In: LIVESTOCK ENVIRONMENT, 1997, Minneapolis. *Proceedings...* Minneapolis: ASAE, 1997. p.789-794.
- BLIGH, J., JOHNSON, K.G. 1973. Glossary of terms for thermal physiology. *J. Appl. Physio.*, 35:941-961.
- BOTSFORD, J.H. 1971. A wet globe thermometer for environmental heat measurement. *Am. Ind. Hyg. Assoc. J.*, 32:1-10.
- CASTELLANOS, R. 1984. Seasonal variations of plasma progesterone in cows from different genotypes in Cuba. *Cuban J. Agric. Sci.*, 18: 101-112.
- CHENAULT, J.R., THATCHER, W.W., KALRA, P.S. et al. 1975. Transitory changes in plasma progestins, oestradiol, and luteinizing hormone approaching ovulation in the bovine. *J. Dairy Sci.*, 58:709-717.
- COLLIER, R.J., DOELGER, S.G., HEAD, H.H. et al. 1982. Effects of heat stress during pregnancy on maternal hormone concentrations, calf birth weight and postpartum milk yield of holstein cows. *J. Anim. Sci.*, 54(2):309-319.
- EMESIH, G.C., NEWTON, G.R., WEISE, D.W. 1995. Effect of heat stress and oxytocin on plasma concentrations of progesterone and 13,14-dihydro-15-ketoprostaglandin F_{2a} in goats. *Small Rum. Res.*, 16(2):133-139.
- 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, 28, 1991, Porto Alegre. *Anais...* Porto Alegre: SBZ, 1991. p.492.
- GWASDAUSKAS, F.C., THATCHER, W.W., WILCOX, C.J. 1972. Adrenocorticotropin alteration of bovine peripheral plasma concentrations of cortisol, corticosterone, and progesterone. *J. Dairy Sci.*, 55:1165 (Supplement 1).
- HAHN, G.L. 1985. Management and housing of farm animals in hot environment. In: YOUSEF, M.K. (Ed.) *Stress of physiology in livestock*. CRC Press: Boca Raton. v.2, p.151-165.
- HOWARD ENGINEERING COMPANY. 1981. Here's the botsball thermometer, a simple way to measured heat. Bethlehem, PA (Instrutions).
- KANAI, Y., ABDUL-LATIEF, T., SHIMIZU, H. 1987. Oestrus and some related phenomena in Shiba goats under hot environmental conditions. *Japan. J. Zootec. Sci.*, 58:781-789.
- KELLY, C.F., BOND, T.E. 1971. Bioclimatic factors and their measurement. In: KELLY, C.F., BOND, T.E. (Eds.) *A guide to environmental research on animals*. Washington, 1.ed. p.7-92.
- LAMOND, D.R., GADDY, R.G., KENNEDY, S.W. 1972. Influence of season and nutrition on luteal plasma progesterone in rambouillet ewes. *J. Anim. Sci.*, 34: 626-629.
- LU, C.D. 1989. Effects of heat stress on goat production. *Small Rum. Res.*, 2:151-162.
- MAREK, J., MÓCSY, J. 1963. *Tratado de diagnóstico clínico de las enfermedades internas de los animales domesticos* Barcelona: Labor. 675p.
- QINGWANG, L., YUE, Z., ZHENZHONG, L. 1988. Seasonal changes in plasma testosterone, estradiol 17-b, progesterone and cortisol concentrations and the relationship between these hormones and libido and seminal quality in guanzhong male dairy goats. *Acta Vet. Zoo. Sinica*, 19:224-230.
- ROSENBERG, M., FOLMAN, Y., HERZ, Z. et al. 1982. Effect of climatic conditions on peripheral concentrations of LH, progesterone and oestradiol-17b in high milk-yielding cows. *J. Reprod. Fert.*, 66:139-146.
- SAS SAS/STAT USER'S GUIDE. 1985. 6.ed. USA: Cary, SAS Institute Inc. 429p.
- THATCHER, W.W., COLLIER, R.J. 1981. *Effect of heat on animal productivity*. Florida: Press Boca Raton. p.77-98.
- THUN, R., KAUFMANN, C., BINDER, H. et al. 1996. The influence of stress on reproduction in cattle. *Reprod. Dom. Anim.*, 31(3): 571-574.
- TROUT, J.P., McDOWELL, L.R., HANSEN, P.J. 1998. Characteristics of the estrous cycle and antioxidant status of lactating holstein cows exposed to heat stress. *J. Dairy Sci.*, 81:1244-1250.
- URIBE-VELÁSQUEZ, L.F., OBA, E., SOUZA, M.I.L. et al. Estradiol 17-b (E₂) y progesterona (P₄) en el plasma sanguíneo de cabras alpinas al inicio de la lactación. In: CONGRESO PANAMERICANO DE CIÊNCIAS VETERINÁRIAS, 13, 1998, Santa Cruz de la Sierra. *Anais...* Santa Cruz de la Sierra: PANVET, 1998. p.314.
- WHEELER, A.G., BLACKSHAW, A.W. 1986. 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.*, 78: 353-360.
- WISE, M.E., ARMSTRONG, D.V., HUBER, J.T. et al. 1988. Hormonal alterations in the lactating dairy cows in response to thermal stress. *J. Dairy Sci.*, 71:2480-2485.
- WOLFF-VAUGH, L., MONTY, D.E., FOOTE, W.C. 1977. Effect of summer heat stress on serum luteinizing hormone and progesterone values in Holstein-Friesian cows in Arizona. *Am. J. Vet. Res.*, 38:1027-1030.
- ZEITOUN, M.M., RODRIGUEZ, H.F., RANDEL, R.D. 1996. Effect of season on ovarian follicular dynamics in brahman cows. *Theriogenology*, 45:1577-1581.

Recebido em: 07/04/00

Aceito em: 11/12/00