



sanguíneo e o metabolismo como fonte de calor testicular seria provavelmente cinco vezes maior do que demonstramos nesse estudo.

O presente trabalho permite concluir que nos touros utilizados, a média do fluxo sanguíneo foi de $12.4 \pm \text{mL/min}$, sendo que aproximadamente metade do oxigênio arterial foi utilizado pelo testículo e o fluxo sanguíneo foi aproximadamente cinco vezes mais importante como fonte de calor testicular do que o metabolismo.

AGRADECIMENTOS

FAPESP pelo suporte financeiro, Agriculture and Agri-food Canada, Alberta Livestock Research Trust Fund e Lethbridge Regional Hospital pela assistência na realização deste trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CHENOWETH, P.J., HOPKINS, F.M., SPITZER, J.C. ET AL. Guidelines for using the bulls breeding soundness evaluation form. *Theriogenology Handbook* B-1, 1993.
- KASTELIC, J.P., COULTER, G.H., COOK, R.B. Scrotal surface, subcutaneous intratesticular and intraepididymal temperatures in bulls. *Theriogenology* v 44, p.147-51, 1995.
- KASTELIC, J.P., COOK, R.B., COULTER, G.H. Contribution of the scrotum, and testes to scrotal and testicular thermoregulation in bulls and rams. *J. Reprod. Fertil.* v.108,p.81-85, 1996.
- KASTELIC, J.P., COOK, R.B., COULTER, G.H. Contribution of the scrotum, testes and testicular artery to scrotal/testicular thermoregulation in bulls at two ambient temperatures. *Anim. Reprod. Sci.* v.45, p.:255-261, 1997.
- RUCH, T.C., PATTON, H.D., *Physiology and Biophysics*. W>B> Saunders Co., Philadelphia, Pennsylvania, USA., 1965, páginas 764 e 1039.
- SEALFON, A.I., ZORGNIOTTI, A.w. A Theoretical model for testis thermoregulation. In: *Temperature and environmental effects on the testis*; A.W. Zorngiotti, editor, Plenum Press, New York, NY, USA p. 123-135, 1991.
- SETCHELL, B.P. *The Mammalian Testis*, Cornell University Press, Ithaca, New York, USA., p.50-76, 1978.
- SETCHELL, B.P., WAITES, G.M.H. Blood flow and the uptake of glucose and oxygen in the testis and epididymis of the ram. *J. Physiology* (London) p.171:411, 1964.
- WAITES, G.M.H. Thermoregulation of the scrotum and testes in animals and significance for man. P.9-17. In: *Temperature and environmental effects on the testis*; *W. Zorngiotti, editor, Plenum Press, New York, NY, USA, 1991.

Termorregulação testicular e sua relação com a produção e qualidade espermática em touros Canchim e Aberdeen Angus

(Testicular thermoregulation and its relationship with sperm production and quality in Canchim and Aberdeen Angus bulls)

Brito, L.F.C.^{1*}; Silva, A.E.D.F.²; Barbosa, R.T.³; Wilde, R.⁴; Kastelic, J.P.⁴

¹Unesp-FMVZ, 18618-000, Botucatu, SP; ²Embrapa-Cenargen, cx.p. 02372, 70770-900, Brasília, DF; ³Embrapa-CPPSE, cx.p. 339, 13560-970, São Carlos, SP; ⁴Research Centre, Agriculture and Agri-Food Canada, PO Box 3000, Lethbridge, AB, T1J 4B1, Canada

RESUMO

Uma amostra de sêmen foi colhida de 28 touros da raça Canchim e 26 touros da raça Aberdeen Angus para avaliação da motilidade e das patologias espermáticas. Foram determinadas as temperaturas corporal, escrotal, testicular e epididimária e os touros foram castrados para estimar a produção espermática diária por grama de parênquima testicular e a reserva espermática epididimária. As temperaturas da superfície escrotal e intratesticular foram $33,1$ e $34,2^\circ\text{C}$ nos touros Canchim e $34,4$ e $35,2^\circ\text{C}$ nos touros Aberdeen Angus, respectivamente. Nos touros Canchim o gradiente da TIT apresentou regressão linear positiva com a REE ($p < 0,05$) e com a motilidade ($p < 0,05$) e regressão linear negativa com defeitos maiores ($p < 0,05$) e defeitos totais ($p < 0,01$). Nos touros Aberdeen Angus a TIE corpo apresentou regressão linear negativa com a PED ($p < 0,05$) e positiva com defeitos maiores ($p < 0,05$) e a TIE cabeça apresentou regressão linear negativa com a REE ($p < 0,05$). O gradiente da TSC apresentou regressão linear negativa com defeitos totais ($p < 0,05$).

PALAVRAS-CHAVE: termorregulação testicular, sêmen, touro

SUMMARY

A semen sample was collected from 28 Canchim and 26 Aberdeen Angus bulls to evaluate sperm motility and pathology. Body, scrotal, testicular and epididymal temperatures were measured using and the bulls were castrated to estimate daily sperm production per gram of testicular parenchyma and epididymal sperm reserves. Scrotal surface and intratesticular temperatures were $33,1$ e $34,2^\circ\text{C}$ in Canchim bulls and $34,4$ e $35,2^\circ\text{C}$ in Aberdeen Angus bulls, respectively. In Canchim bulls TIT gradient had positive linear regression with REE ($p < 0,05$) and with motility ($p < 0,05$) and negative linear regression with major defects ($p < 0,05$) and total defects ($p < 0,01$). In Aberdeen Angus bulls TIE body had negative

linear regression with PED ($p < 0,05$) and positive with major defects ($p < 0,05$) and TIE head had negative linear regression with REE ($p < 0,05$). TSC gradient had negative linear regression with total defects ($p < 0,05$).

KEY-WORDS: testicular thermoregulation, semen, bull.

INTRODUÇÃO

Os testículos do touro são mantidos $4 - 5^\circ\text{C}$ abaixo da temperatura corporal através de um complexo mecanismo fisiológico, sendo essa condição essencial para que a espermatogênese ocorra normalmente, já que a elevação da temperatura testicular resulta em queda na motilidade e aumento das patologias espermáticas. Este trabalho tem como objetivo observar as temperaturas escrotal, testicular e epididimária e qual a relação dessas temperaturas com a produção (produção espermática por grama de parênquima testicular e reserva espermática epididimária) e a qualidade espermática (motilidade e patologias) em touros das raças Canchim (*Bos taurus* x *Bos indicus*) e Aberdeen Angus (*Bos taurus*).

MATERIAIS E MÉTODOS

Foram utilizados 28 touros da raça Canchim (17 touros 5/8 e 11 touros 5/16 Charolês x Zebú), com idade de $27,8 \pm 8,6$ (média $\pm$ DP) meses e pesando $453,5 \pm 83,8$ Kg e 26 touros da raça Aberdeen Angus, com idade de $14,8 \pm 0,6$ meses e pesando $455,9 \pm 29,0$ Kg. Desses animais foi colhido um ejaculado, através de eletroejaculação, para determinação da motilidade e da percentagem de patologias espermáticas (defeitos menores, maiores e totais) em microscópio ótico com contraste de fase. A determinação das temperaturas foi realizada com termômetro digital. A temperatura da superfície escrotal (TSE) foi determinada mantendo-se o sensor entre uma dobra da pele no meio da face caudal do escroto. A TSE e a temperatura corporal (TC) foram determinadas antes e aproximadamente 15 minutos após anestesia epidural caudal com xylazina (Rompun®) $0,07$ mg/Kg. As demais temperaturas foram determinadas, após anestesia, em apenas um lado (direito ou esquerdo),

alternado entre os indivíduos, utilizando sensores em forma de agulha (Kastelic et al., 1995). As temperaturas escrotal sub-cutânea (TSC) e intra-testicular (TIT1) foram determinadas nas partes dorsal, medial e ventral do escroto e do testículo, respectivamente. A temperatura intra-epididimária (TIE) foi determinada na cabeça, corpo e cauda do epidídimo. Em 10 animais de cada raça foi feita uma incisão no escroto para exposição do testículo. Nesses animais foram determinadas a temperatura intra-escrotal na ausência do testículo (TES) e as temperaturas sub-túnica albugínea (TST) e intra-testicular (TIT2) no testículo exposto, todas nas partes dorsal, medial e ventral do escroto ou testículo. Os animais foram então castrados para determinação da produção espermática diária por grama de parênquima testicular (PED) e da reserva espermática epididimária (REE). Amostras do parênquima testicular (aproximadamente 30 gramas) e o epidídimo inteiro foram homogeneizados e diluídos em solução salina contendo 0,05% de Triton X-100 (aproximadamente 2500 ml). As células espermáticas foram então contadas em câmara de Neubauer. Para cada amostra foram realizadas seis contagens para obtenção de uma média que foi utilizada nas análises. A PED e a REE foram calculadas baseadas na diluição, sendo que o cálculo da PED também usou um fator de correção de 5,32 dias (AMANN et al., 1973). As análises estatísticas foram realizadas utilizando o Statistical Analysis System (SAS Institute, Cary, NC). Para comparação das TC e TSE antes e após a anestesia foi utilizado o Student's t-test para dados pareados. Análise multiva-

riada de variância com Hotelling's t-test foi utilizada para determinação de diferenças entre as temperaturas dorsal, medial e ventral para TSC, TIT1 e 2, TIE, TES e TST. Análise de regressão "stepwise" foi utilizada considerando as características de produção (PED e REE) e de qualidade espermática (motilidade, defeitos menores, maiores e totais) como variáveis dependentes e TSE, TSC, TIT1 e 2, TIE, TES e TST (dorsal, medial, ventral, gradiente) como variáveis independentes. Inicialmente foram calculados coeficientes de correlação de Pearson e apenas as variáveis independentes que apresentaram correlação com $p < 0.15$ com as variáveis dependentes foram incluídas no modelo de regressão.

RESULTADOS

Não foi observada diferença ($p > 0.05$) na temperatura corporal ($39,5 \pm 0,6$ vs $39,5 \pm 0,5^\circ\text{C}$ nos touros Canchim; $39,2 \pm 0,4$ vs $39,6 \pm 0,5^\circ\text{C}$ nos touros Aberdeen Angus) nem na TSE ($33,1 \pm 1,1$ vs $33,0 \pm 0,8^\circ\text{C}$ nos touros Canchim; $34,4 \pm 0,6$ vs $34,3 \pm 0,7^\circ\text{C}$ nos touros Aberdeen Angus), antes e após aplicação da anestesia, respectivamente. Nos touros Canchim o gradiente entre a temperatura corporal e a TSE foi de $6,4^\circ\text{C}$ e o gradiente entre a temperatura corporal e a TIT1 média ($34,2^\circ\text{C}$) foi de $5,3^\circ\text{C}$. Nos touros Aberdeen Angus o gradiente entre a temperatura corporal e a TSE foi de $4,8^\circ\text{C}$ e o gradiente entre a temperatura corporal e a TIT1 média ($35,2^\circ\text{C}$) foi de $4,3^\circ\text{C}$. As temperaturas determinadas no escroto, testículo e epidídimo são mostradas nas Tab.1 e 2. A análise de regressão para características de produção e qualidade espermática como variáveis dependentes e temperaturas como variáveis independentes é mostrada na Tab. 3.

Tabela 1. Temperatura ($^\circ\text{C}$) intra-escrotal (TES), escrotal sub-cutânea (TSC), sub-túnica albugínea (TST), intra-testicular (TIT) e intra-epididimária (TIE) em touros da raça Canchim (média $\pm$ desvio padrão).

	TES sem testículo	TSC com testículo	TST testículo exposto	TIT testículo expos- to(2)	testículo cober- to(1)	TIE*
dorsal	$34,5 \pm 0,7^a$	$33,5 \pm 1,5^a$	$30,6 \pm 1,4^a$	$32,8 \pm 1,6$	$34,1 \pm 0,9^a$	$34,4 \pm 0,9^a$
medial	$34,1 \pm 0,6^a$	$33,1 \pm 1,0^{ab}$	$30,7 \pm 1,3^a$	$33,2 \pm 1,3$	$34,2 \pm 0,9^b$	$33,7 \pm 0,8^b$
ventral	$32,9 \pm 0,9^b$	$33,0 \pm 1,0^b$	$31,5 \pm 1,1^b$	$33,2 \pm 1,0$	$34,2 \pm 0,9^b$	$32,1 \pm 1,2^c$
gradiente	1,6	0,5	-0,9	-0,4	-0,1	2,3

* as posições dorsal, medial e ventral se referem a cabeça, corpo e cauda, respectivamente

a, b, c números seguidos de letras desiguais diferem estatisticamente nas colunas ($p < 0.05$)

Tabela 2. Temperatura ($^\circ\text{C}$) intra-escrotal (TES), escrotal sub-cutânea (TSC), sub-túnica albugínea (TST), intra-testicular (TIT) e intra-epididimária (TIE) em touros da raça Aberdeen Angus (média $\pm$ desvio padrão).

	TES sem testículo	TSC com testículo	TST testículo exposto	TIT testículo expos- to(2)	testículo cober- to(1)	TIE*
dorsal	$37,6 \pm 1,1^a$	$34,8 \pm 1,0^a$	$31,6 \pm 1,0^a$	$33,9 \pm 1,0^a$	$35,1 \pm 0,7^a$	$35,6 \pm 0,6^a$
medial	$36,5 \pm 1,0^b$	$34,3 \pm 0,8^b$	$32,5 \pm 1,0^b$	$34,3 \pm 1,0^b$	$35,2 \pm 0,7^b$	$34,6 \pm 0,8^b$
ventral	$35,2 \pm 0,9^c$	$34,1 \pm 0,9^b$	$32,7 \pm 0,9^b$	$34,4 \pm 1,0^b$	$35,3 \pm 0,7^b$	$32,7 \pm 1,1^c$
gradiente	2,4	0,7	-1,1	-0,5	-0,2	2,9

* as posições dorsal, medial e ventral se referem a cabeça, corpo e cauda, respectivamente

a, b, c números seguidos de letras desiguais diferem estatisticamente nas colunas ($p < 0.05$)

Tabela 3. Análise de regressão para características de produção e qualidade espermática como variáveis dependentes e temperaturas escrotal, testicular e epididimária como variáveis independentes em touros das raças Canchim e Aberdeen Angus.

	Y	X	R ²	declividade	probabilidade
CANCHIM	REE	TIT1 gradiente	0,16	4,08	0,03
	motilidade	TIT1 gradiente	0,15	37,35	0,03
	defeitos menores	TIE cauda	0,17	2,33	0,03
	defeitos maiores	TIT1 gradiente	0,23	-37,21	0,01
	defeitos totais	TIT1 gradiente	0,27	-45,84	0,004
	PED	TIE corpo	0,17	-0,19	0,03
ANGUS	PED	TSC gradiente	0,20	-0,14	0,01
	REE	TIE cabeça	0,22	-0,40	0,01
	motilidade	TIE cabeça	0,16	7,32	0,03
	defeitos menores	TIT1 dorsal	0,16	-8,94	0,04
	defeitos maiores	TIE corpo	0,22	3,02	0,01

Y- variável dependente, X- variável independente, R²- coeficiente de regressão, PED- produção espermática diária por grama de parênquima testicular, REE - reserva espermática epididimária, TIT- temperatura intra-escrotal, TIE- temperatura intra-epididimária, TSC- temperatura escrotal sub-cutânea



DISCUSSÃO

As temperaturas determinadas nos touros Aberdeen Angus foram maiores que as determinadas nos touros Canchim, apesar da temperatura corporal ser praticamente a mesma. Essas diferenças podem ser devidas à maior temperatura ambiente no dia em que foram examinados os touros Aberdeen Angus, já que a temperatura do escroto e dos testículos sofre maior influência da temperatura ambiente do que a temperatura corporal (Kastelic et al., 1997). A TSE (33,1°C nos touros Canchim e 34,4°C nos touros Aberdeen Angus) foi maior do que a observada em outros experimentos (Kastelic et al., 1995; 1996; 1997), provavelmente, devido a utilização por esses autores da termografia infra-vermelha para determinação dessa temperatura, um método que não requer manipulação do escroto, ao contrário do uso de termômetro digital, que requer manipulação e poderia causar aumento da temperatura. A TIT1 média (34,2°C nos touros Canchim e 35,2°C nos touros Aberdeen Angus) e a observação de que o gradiente entre a temperatura corporal e a TSE é maior que o gradiente entre a temperatura corporal e a TIT1, demonstra que o parênquima testicular apresenta uma temperatura maior do que a superfície do escroto, resultado semelhante ao obtido em outros experimentos (Kastelic et al., 1995; 1996; 1997). Observa-se a existência de um gradiente positivo (parte dorsal mais quente que a parte ventral) da TSC (0,5°C nos touros Canchim, $p < 0,05$; 0,7°C nos touros Aberdeen Angus, $p < 0,001$), enquanto a ITT1 apresentou um gradiente negativo (parte ventral mais quente que a parte dorsal) de menor proporção (-0,1°C nos touros Canchim, $p < 0,005$; -0,2°C nos touros Aberdeen Angus, $p < 0,005$), demonstrando que, apesar da diferença significativa entre as partes dorsal e ventral, a temperatura no parênquima é praticamente constante em todo o testículo. Quando o testículo foi removido, o escroto (TES) apresentou um gradiente positivo maior que o gradiente da TSC (1,6°C nos touros Canchim, $p < 0,001$; 2,4°C nos touros Aberdeen Angus, $p < 0,001$), a TST apresentou gradiente negativo menor que a TIT2 (-0,9°C nos touros Canchim, $p < 0,05$; -1,1°C nos touros Aberdeen Angus, $p < 0,005$) e a TIT2 apresentou gradiente negativo menor que a TIT1 (-0,4°C nos touros Canchim, $p < 0,1$; -0,5°C nos touros Aberdeen Angus, 0,05). Esses resultados demonstram que a manutenção de uma TIT constante (i.e. pequeno gradiente negativo) no parênquima do órgão depende da integração de dois gradientes de temperaturas opostos entre o escroto e os testículos. O escroto apresenta um gradiente positivo e o testículo apresenta um gradiente negativo que, juntos, contribuem para a manutenção da temperatura do parênquima constante em toda a extensão do testículo. A região da cabeça do epidídimo apresentou uma temperatura maior que a do parênquima testicular na mesma região, provavelmente devido a estreita proximidade com o funículo espermático. Entretanto, a cauda do epidídimo, um importante local de armazenagem dos espermatozoides, apresentou uma temperatura mais baixa do que a do parênquima na mesma região e mais baixa que a da cabeça ($p < 0,05$) e do corpo ($p < 0,05$). Essas observações são semelhantes às obtidas

em outros trabalhos (Kastelic et al., 1995; 1996; 1997). Nos touros Canchim o gradiente da TIT1 apresentou regressão linear positiva com a REE ($p < 0,05$) e com a motilidade ($p < 0,05$) e regressão linear negativa com defeitos maiores ($p < 0,05$) e defeitos totais ($p < 0,01$), indicando que a manutenção da TIT constante em todo testículo está relacionada com melhor produção e qualidade espermática. Nos touros Aberdeen Angus a TIE corpo apresentou regressão linear negativa com a PED ($p < 0,05$) e positiva com defeitos maiores ($p < 0,05$) e a TIE cabeça apresentou regressão linear negativa com a REE ($p < 0,05$), demonstrando que uma menor temperatura do epidídimo está relacionada com melhor produção e qualidade espermática. O gradiente da TSC apresentou regressão linear negativa com defeitos totais ($p < 0,05$), demonstrando que quanto maior a diferença de temperatura entre a parte dorsal e ventral do escroto melhor a qualidade espermática. Algumas relações inesperadas (opostas) foram observadas, entre elas a regressão linear positiva da TIE cauda com a motilidade nos touros Canchim, regressão linear positiva da TIE cabeça com a motilidade, regressão linear negativa do gradiente da TSC com PED e regressão linear negativa da TIT1 dorsal com defeitos menores nos touros Aberdeen Angus. Essas relações podem ser devidas a alguma variável fisiológica não determinada neste estudo. Esse estudo identificou importantes relações entre o escroto e os testículos na manutenção da temperatura testicular adequada para que a espermatogênese ocorra normalmente, além de identificar relações das temperaturas escrotal, testicular e epididimária com a produção e a qualidade espermática.

AGRADECIMENTOS

FAPESP, EMBRAPA-CPPSE e Agriculture and Agri-Food Canada.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMANN, R.P., KAVANAUGH, J.F., GRIEL, L.C., VOGLMAYR, J.K. Sperm production of holstein bulls determined from testicular spermatid reserves, after canulation of rete testis or vas deferens, and by daily sperm production. *J. Dairy Sci.*, n.57, p.93-99, 1973.
- KASTELIC, J.P., COULTER, G.H., COOK, R.B. Scrotal surface, subcutaneous, intratesticular and intraepididymal temperatures in bulls. *Theriogenology*, n.44, p.147-152, 1995.
- KASTELIC, J.P., COOK, R.B., COULTER, G.H. Contribution of the scrotum and testes to scrotal and testicular thermoregulation in bulls and rams. *J. Reprod. Fertil.*, n.108, p.81-85, 1996.
- KASTELIC, J.P., COOK, R.B., COULTER, G.H. Contribution of the scrotum, testes and testicular artery to scrotal / testicular thermoregulation in bulls at two ambient temperatures. *Anim. Reprod. Sci.*, n.45, p.255-261, 1997.

Efeitos da elevação da temperatura testicular nas características espermáticas em touros Nelores

(Effect of elevated testicular temperature on spermatic characteristics in Nellore bulls)

Gabaldi, S.H.^{1*}; Define, R.M.¹; Barros, C.M.Q.¹; Mascaro, K.¹; Kastelic, J.P.²; Rosa, G.J.M.³

¹ Departamento de Reprodução Animal e Radiologia Veterinária - FMVZ - UNESP - Botucatu

² Lethbridge Research Centre - Agriculture and Agri-Food Canada - Lethbridge, Alberta, Canada

³ Departamento de Bioestatística - Instituto de Biociências - UNESP - Botucatu

RESUMO

As altas temperaturas ambientais aumentam a temperatura testicular e com isso, decresce a qualidade do sêmen em reprodutores bovinos. No presente estudo, touros da raça Nelore (média de idade de 25 meses) foram divididos em grupo controle ou submetidos à insulação escrotal por 96 horas (11 animais cada). O sêmen foi colhi-

do por eletroejaculação, duas vezes por semana durante 12 semanas. Durante este período, houve diferenças significativas ($p < 0,01$) entre os 2 grupos para a motilidade, vigor, concentração espermáticos e defeitos maiores, menores e totais. A motilidade espermática (aproximadamente 70% no grupo controle) reduziu próximo de zero no D₁₄, não retornando até o D₇₁. As alterações espermáticas (aproximadamente 13% no grupo controle) foram de 51% no D₁₄ e variaram entre