

Concentrações plasmáticas de testosterona e suas relações com características reprodutivas em touros das raças Canchim e Nelore

(Plasma concentration of testosterone and their relationships to reproductive traits of Canchim and Nelore bulls)

R.T. Barbosa, V.O. da Fonseca¹ P.F. Barbosa N.M. de Alencar

EMBRAPA/UEPAE DE SÃO CARLOS
Caixa Postal 339
13560-970 - São Carlos - SP

Escola de Veterinária
Universidade Federal de Minas Gerais
Caixa Postal, 567
CEP. 30161- Belo Horizonte - MG

RESUMO

Os níveis plasmáticos de testosterona foram determinados em sete touros da raça Canchim e oito touros da raça Nelore, aos 27 e aos 39 meses de idade, em média. As dosagens hormonais foram realizadas em radioimunoensaio a partir de amostras colhidas de duas em duas horas durante 24 horas seguidas. Os níveis de testosterona foram significativamente maiores nos touros da raça Nelore ($3,1 \pm 0,3$ e $4,0 \pm 1,1$ ng/ml) do que nos touros da raça Canchim ($1,2 \pm 0,3$ e $2,1 \pm 0,4$ ng/ml) aos 27 e 39 meses de idade, respectivamente. De todos os coeficientes de correlação envolvendo o nível de testosterona, apenas aqueles com o total ejaculado (0,80) e a circunferência escrotal (0,85), nos touros da raça Canchim aos 39 meses de idade, e com a capacidade de serviço (0,82), nos touros da raça Nelore aos 27 meses de idade, foram significativos ($P < 0,05$).

SUMMARY

Testosterone concentration in the plasma was determined in seven Canchim and eight Nelore bulls at 27 and 39 months of age. Hormonal concentration was measured by radioimmunoassay, from samples collected every two hours during a 24 hours period. Testosterone concentration was significantly higher for Nelore (3.1 ± 0.3 and 4.0 ± 1.1 ng/ml) than for Canchim bulls (1.2 ± 0.3 and 2.1 ± 0.4 ng/ml) at 27 and 39 months of age, respectively. The only significant correlation coefficients were those including semen volume (.08) and scrotal circumference (.85) for Canchim bulls at 39 months of age, and with serving capacity (.82) for Nelore bulls at 27 months of age.

* Aceito para publicação em 23/04/92.

Rev. Bras. Reprod. Anim., 16 (1-2):1-

1992

INTRODUÇÃO

A caracterização biológica dos diferentes genótipos ou grupamentos genéticos de bovinos disponíveis no Brasil é fundamental para a proposição de alternativas adequadas de manejo, visando o aumento da eficiência reprodutiva. A busca de indicadores biológicos correlacionados com parâmetros de importância econômica tem sido constatante. Neste contexto, são desconhecidas, em touros de raças nacionais, as correlações entre os níveis de testosterona e o comportamento sexual, aspectos do sêmen e biometria testicular.

A determinação dos níveis circulantes de testosterona, em touros, tem sido feita por vários autores com metodologia variada e objetivos diversos (RAWLINGS et al, 1972; THIBIER, 1975; KARG et al, 1976; SECCHIARI et al, 1976; SCHAMS et al, 1978; LACROIX & PELLETIER, 1979; KOZUMPLIC, 1981; HARRISON et al, 1982; FIELDS et al, 1982). Variações rítmicas no decorrer do dia nos teores plasmáticos de testosterona têm sido observadas em touros (KATONGOLE et al, 1971; SANWAL et al, 1974; POST & CHRISTENSEN, 1976; BINDON et al, 1976; WONG et al, 1977; SUNDBY & TOLMAN, 1978; SCHAMS et al, 1978; LACROIX & PELLETIER, 1979; WELSH et al, 1979; PRICE et al, 1986; BARBOSA, 1987).

Os objetivos deste trabalho foram determinar os níveis circulantes do hormônio testosterona, em touros das raças Canchim e Nelore, e estimar as correlações do nível de testosterona com os aspectos do sêmen, da biometria testicular e do comportamento sexual.

MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi desenvolvido na EMBRAPA - UEPAE de São Carlos, localizada a 856m de altitude, 22°01' de latitude Sul e 47°53' de longitude Oeste, em São Carlos, São Paulo. A temperatura ambiente varia de 16,3°C (junho) a 22,3oC (fevereiro) e a média da precipitação pluvial anual é de 1502 milímetros.

Foram utilizados sete touros da raça Canchim e oito da raça Nelore, criados e mantidos em pastagens de braquiaria (*Brachiaria decumbens* Stapf), andropogon (*Andropogon gayanus* Kunth), colômbio (*Panicum maximum* Jacq) e grama batatais (*Paspalum notatum* Flugge), sem experiência sexual prévia). Os animais experimentais foram avaliados quanto ao comportamento sexual, biometria testicular, sêmen e níveis de testosterona aos 27 e 39 meses de idade, em média.

As colheitas de sangue, para posterior dosagem hormonal, foram efetuadas de duas em duas horas, durante 24 horas seguidas, em ambos os períodos experimentais. Após a contenção do animal, uma amostra do sangue foi obtida através de punção da veia jugular por VACUTAINER (contendo 0,2ml de solução anticoagulante a 1:15000) e indenticada.

Após a centrifugação (1000 x g, dez minutos), as amostras de plasma foram colocadas em tubos de polietileno e armazenadas a -20°C. Foi usado um sistema de espectrometria gama para a determinação da quantidade de testosterona nas amostras, utilizando-se de Kit's (*), pelo método direto em radioimunoensaio.

O nível de testosterona de cada animal foi obtido através de 12 determinações durante um período de 24 horas.

Em cada idade avaliada, efetuaram-se nos animais dois exames andrológicos completos, obtendo-se os dados relativos aos aspectos físicos e morfológicos do sêmen e da biometria testicular. O comportamento sexual foi avaliado através dos testes de libido, segundo OSBORNE et al (1971) modificado por CHENOWETH (1974), capacidade de serviço (BLOCKKEY, 1976) e tempo de reação (KAKER & NARANG, 1974).

Os dados foram analisados através de procedimentos disponíveis no "Statistical Analysis System"

(SAS, 1982). Para a análise de variância das variáveis com medidas repetidas, foi utilizado um modelo estatístico incluindo os efeitos fixos de raça, idade e interação raça x idade, os efeitos aleatórios de touro dentro de raça x idade (Erro(a)) os efeitos fixos de tempo (horas) e interações tempo x idade, tempo x raça x idade e idade x touro dentro da raça x idade (Erro (b)). Para testar a significância, ao nível de 5%, dos efeitos de raça, idade e raça x idade, foi usado o Erro (a), enquanto que os demais efeitos incluídos no modelo foram testados utilizando-se o Erro (b), considerando-se o delineamento do experimento como um "splitplot". As médias foram estimadas pelo método dos quadrados mínimos e comparadas através de contrastes lineares (STEEL & TORRIE, 1981). As relações entre as características estudadas foram avaliadas através da correlação simples.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A amplitude de variação na secreção de testosterona oscilou desde níveis inferiores a 0,15 ng/ml até 18,0 ng/ml de plasma aos 27 meses e de 0,04 a 28,1 ng/ml aos 39 meses de idade, em ambas raças.

As médias de testosterona plasmática secretada pelos touros das raças Canchim e Nelore (TAB.1) foram superiores às encontradas por SCHAMS et al (1978), em touros da raça Holandesa, HARRISON et al (1982), em touros Brahman e PRICE et al (1986), em touros da raça Hereford. Por outro lado, mostraram-se inferiores aos valores verificados por FOOTE et al (1976), BLOCKKEY & GALLOWAY (1978), CHENOWETH et al (1979), GWAZDAUSKAS et al (1980), LUNSTRA et al (1978) e FIELDS et al (1982), bem como àqueles obtidos por DEFINE (1980), em touros das raças Holandesa e Nelore no Brasil. Níveis semelhantes foram observados por BINDON et al (1976) em

(*) Sero Products Farmacêuticos LTDA. São Paulo, SP.

touros mestiços zebu, COSER et al (1981), em touros Gir e OBA (1985) em touros Nelore de diferentes idades.

TABELA 1

Número de observações (N) e médias dos níveis plasmáticos de testosterona, em touros das raças Canchim, e Nelore aos 27 e 39 meses de idade, criados em regime de pastagens na EMBRAPA/UEPAE de São Carlos, SP.

| Raça/Idade | N | Testosterona (ng/ml) |
|------------|----|----------------------|
| | 84 | 1,2±0,3 |
| | 84 | 2,1±0,4 |
| | 96 | 3,1±0,3 |
| | 96 | 4,0±1,1 |

A análise de variância mostrou diferença altamente significativa entre as raças ($P<0,01$), indicando que os touros da raça Nelore apresentaram níveis mais elevados de testosterona circulante do que os da raça Canchim (TAB.2). Estes resultados são semelhantes aos relatados por FIELDS et al (1982), que encontraram maiores níveis em Angus do que em Brahman, e aos de WILDEUS et al (1984), que obtiveram níveis também maiores em Sahiwal do que em Brahman. Embora os níveis de testosterona tenham aumentado com a idade, não se verificou diferença entre as idades avaliadas e a interação raça x idade também não foi significativa ($P<0,05$), o que está de acordo com as observações de HARRISON et al (1982).

TABELA 2

Resumo da análise de variância para o nível plasmático de testosterona em touros das raças Canchim e Nelore, com idades de 27 e 39 meses, em São Carlos, SP.

| Fontes de Variação | Graus de Liberdade | Quadrados Médios | F |
|----------------------|--------------------|------------------|---------|
| Total | | | |
| Entre touros (T) | | | 1,22 ns |
| - Raças (R) | | | 7,73 ** |
| - Idades (I) | | | 1,54 ns |
| - R x I | | | 0,00 ns |
| - Touros (R x I) | | | 2,85 ** |
| Dentro de Touros (D) | 330 | 15,05 | 1,50 * |
| - Horas (H) | 11 | 7,32 | 0,73 ns |
| - H x R | 11 | 36,84 | 3,69 ** |
| - H x I | 11 | 25,95 | 2,60 ** |
| - H x R x I | 11 | 81,53 | 8,16 ** |
| - H x T (R x I) | 286 | 9,99 | |

ns = não significativo

* = $P < 0,05$

** = $P < 0,01$

Conforme pode ser observado no GRAF.1 (27 meses), verifica-se que a secreção de testosterona se manifestou com pronunciada flutuação cíclica durante o curso do dia, sem uma tendência linear consiste, assemelhando-se aos resultados encontrados por KATONGOLE et al (1971).

No GRAF.2, aos 39 meses de idade, observa-se que a secreção de testosterona nos animais Canchim e Nelore, embora com grandes variações e tendências de contrastes entre as raças, se manifestou de forma mais regular obedecendo ao ritmo circadiano.

Como a testosterona é secretada de maneira pulsátil com ocorrência de piques ao longo do dia e, considerando como valor pique toda secreção com valor igual ou superior a duas vezes a média encontrada em cada raça e em cada idade, tem-se a situação apresentada no TAB.3.

TABELA 3

Valor, amplitude e frequência de picos de testosterona durante as 24 horas do dia em touros das raças Canchim e Nelore, aos 27 e 39 meses de idade, em São Carlos, SP.

| Pique | Canchim | | Nelore | |
|-------------------|----------|----------|----------|----------|
| | 27 meses | 39 meses | 27 meses | 39 meses |
| Valor (ng/ml) | 2,4 | 4,2 | | |
| Amplitude (ng/ml) | 2,4-7,0 | 4,2-13,0 | 6,4-18,0 | 8,0-28,0 |
| Nº/raça | 16,0 | 14,0 | 14,0 | 7,0 |
| Nº/touro | 2,2 | 2 | 1,7 | 0,9 |

As correlações entre os parâmetros da fisiologia sexual do macho bovino com níveis hormonais têm sido objeto de estudo de diversos pesquisadores (THIBIER, 1975; FOOTE et al, 1976; CHENOWETH et al, 1979; GWASDAUSKAS et al, 1980; ABDEL-MALAK & THIBIER, 1985 e PRICE et al, 1986). Neste estudo, os níveis circulantes de testosterona mostraram uma correlação positiva ($r = 0,82$; $P < 0,05$) com a capacidade de serviço, em touros da raça Nelore aos 27 meses, e com o total ejaculado ($r = 0,80$; $P < 0,05$) e circunferência escrotal ($r = 0,85$; $P < 0,05$), em touros da raça Canchim aos 39 meses de idade. Os demais coeficientes de correlação foram baixos e não significativos, conforme TAB.4.

Em geral, as baixas correlações entre as características quantitativas do sêmen e os níveis circulantes de testosterona, encontradas em ambas as raças, estão de acordo com as observações de THIBIER (1975), FOOTE et al (1976) e GWASDAUSKAS et al (1980). Estes resultados são similares às conclusões de ABDEL-MALAK & THIBIER (1985) que, tão logo os processos fisiológicos da espermatogênese são iniciados e controlados pelas secreções hormonais, as variações qualitativas e quantitativas do sêmen são independentes das flutuações espontâneas de testosterona.

Com relação à biometria testicular, exceto o coeficiente de correlação ($r = 0,85$, $P < 0,05$) entre o nível de testosterona e a circunferência escrotal aos 39 meses em touros Canchim, as demais correlações não foram significativas, assemelhando-se às descritas por SMITH et al (1981).

Existem algumas evidências de que touros zebu apresentam um comportamento sexual mais discreto, provavelmente devido aos menores níveis circulantes de testosterona (KAKER & NARANG, 1974; FONSECA, 1976). Os resultados encontrados mostraram

TABELA 4

Coefficientes de correlação simples entre o nível de testosterona e outras características reprodutivas, em touros das raças Canchim e Nelore aos 27 e 39 meses de idade, São Carlos, SP.

| Características Reprodutivas | Coeficientes de correlação | | | |
|------------------------------|----------------------------|----------|----------|----------|
| | Canchim | | Nelore | |
| | 27 meses | 39 meses | 27 meses | 39 meses |
| Total ejaculado (vol x Conc) | 0,73 | 0,80 * | -0,44 | -0,44 |
| Defeitos maiores | -0,53 | 0,26 | -0,11 | -0,23 |
| Defeitos menores | -0,25 | -0,40 | 0,03 | -0,41 |
| Total de defeitos | -0,54 | -0,05 | 0,26 | -0,39 |
| Volume | 0,45 | 0,18 | -0,08 | -0,15 |
| Turbulhonamento | 0,04 | 0,49 | -0,11 | -0,41 |
| Motilidade | -0,11 | 0,24 | -0,27 | -0,27 |
| Vigor | -0,15 | 0,10 | -0,18 | -0,48 |
| Circunferência escrotal | 0,56 | 0,85 * | -0,09 | -0,15 |
| Volume escrotal | 0,35 | 0,66 | -0,15 | -0,01 |
| Libido | -0,13 | 0,16 | 0,07 | 0,06 |
| Capacidade de serviço | 0,08 | -0,16 | 0,82 * | 0,21 |

* P<0,05

que não ouve um aumento concomitante no desejo sexual dos touros e proporcional aos níveis de testosterona plasmática circulante, estando de acordo com as conclusões de FOOTE et al (1976), BLOCKEY & GALLOWAY (1978) e CHENOWETH et al (1979).

Um complexo mecanismo neuroendócrino, de transformações bioquímicas e de regulação gênica, está envolvido no processo reprodutivo e nenhuma hipótese satisfatória

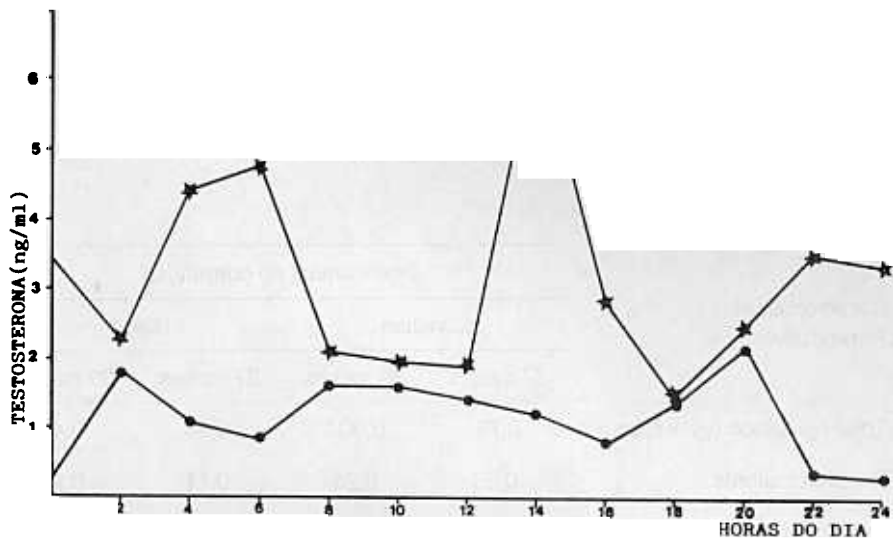


GRÁFICO 1 - Variação dos níveis médios de testosterona plasmática durante as horas do dia, em touros das raças Canchim e Nelore aos 27 meses de idade, em São Carlos, SP.

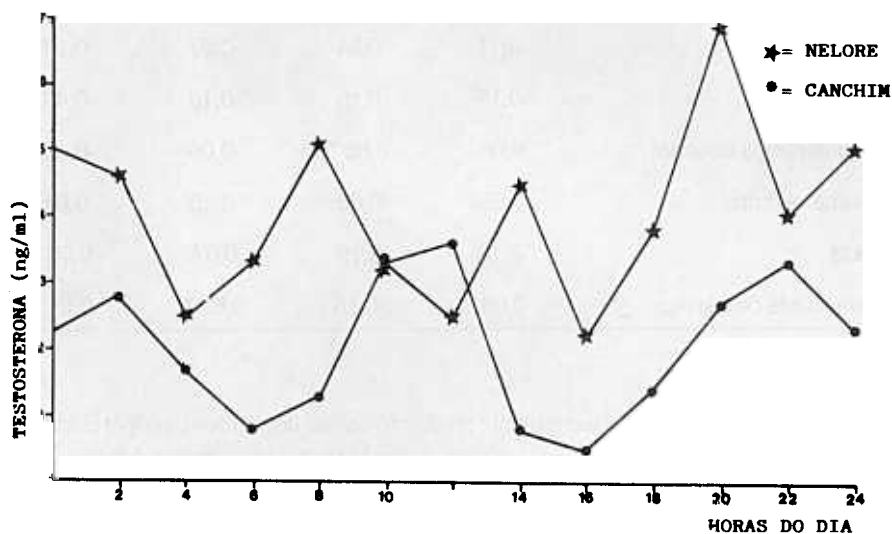


GRÁFICO 2 - Variação dos níveis médios de testosterona plasmática durante as horas do dia, touros das raças Canchim e Nelore aos 39 meses de idade, em São Carlos, SP.

foi proposta para explicar como a interação gênica permite a expressão do efeito hormonal (WILSDON & MOORE, 1972).

CONCLUSÕES

Touros da raça Nelore apresentaram maiores níveis circulantes de testosterona plasmática do que os da raça Canchim ($P < 0,01$). A secreção de testosterona se manifestou de forma pulsátil, obedecendo ao ritmo circadiano. Contudo, a determinação do nível circulante desse hormônio não se constitui num parâmetro auxiliar no sentido de monitorar a identificação de touros com maior potencial reprodutivo, uma vez que suas correlações com as características quantitativas e qualitativas do sêmen, biometria testicular e de comportamento sexual foi baixa e não significativa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABDEL-MALAK, G. & THIBIER, M. Lack of relationships between spontaneous fluctuations of FSH, LH and testosterone and semen output quality in young post pubertal bulls. *Zuchthygiene*, v.20, n.5, p.222-228, 1985.
- BARBOSA, R.T. *Comportamento sexual, biometria testicular, aspectos do sêmen e níveis plasmáticos de testosterona em touros Canchim e Nelore*. Belo Horizonte, Escola de Veterinária da UFMG, 1987. 135p. (Tese, Mestre em Medicina Veterinária).
- ↳ BINDON, B.M.; HEWETSON, R.W.; POST, T.B. Plasma LH and testosterone in zebu crossbred bulls after exposure to an estrous cow and injection of synthetic GnRH. *Theriogenology*, v.5, n.2, p.45-52, 1976.
- BLOCKEY, M.A.B. Serving capacity: A measure of the serving efficiency of bulls during pasture mating. *Theriogenology*, v.6, n.4, p.393-401, 1976.
- BLOCKEY, M.A.B. & GALLOWAY, D.B. Hormonal control of serving capacity in bulls. *Theriogenology*, v.9, n.2, p.143-151, 1978.
- CHENOWETH, P.J. Examination of bulls for libido and mating ability, In: COURSE HELD AT THE UNIVERSITY OF QUEENSLAND VETERINARY SCHOOL, ST. LUCIA. BULLS, ST. LUCIA, 1974. p.1-5.
- RC CHENOWETH, P.J.; BRINKS, J.S.; NETT, T.M. A comparison of three methods of assessing sex drive in yearling bulls and relationships with testosterone and LH levels. *Theriogenology*, v.12, n.4, p.223-233, 1979.
- COSER, A.M.L.; FONSECA, V.O.; CHOW, L.A. Níveis de testosterona plasmática em touros zebus (*Bos indicus*) submetidos à degeneração testicular experimental. *Arq. Esc. Vet. UFMG*, v.33, n.2, p.299-304, 1981.

- DEFINE, R.M. *Determinação por radioimunoanálise dos níveis séricos de testosterona, hormônio folículo - estimulante, hormônio luteinizante, hormônio tireotrófico, triiodotironina e tiroxina em touros das raças Nelore e Holandesa* Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", 1980. 62p. (Tese, Livre Docência em Medicina Veterinária).
- FIELDS, M.J.; HENTGES, J.F.; CORNELISSE, K.W. Aspects of the sexual development of Brahman versus Angus bulls in Florida. *Theriogenology*, v.18, n.1, p.17-31, 1982.
- FONSECA, V.O. *Efeito da elevação térmica experimental sobre a espermatogênese no zebu: aspectos físicos e morfológicos do sêmen, anatomo-patológicos do testículo e epidídimo e alguns processos endócrinos relacionados à afecção*. Belo Horizonte, Escola de Veterinária da UFMG, 1976. 148p. (Tese, Mestre em Medicina Veterinária).
- FOOTE, R.H.; MUNKENBECK, N.; GREENE, W.A. Testosterone and libido in Holstein bulls various ages. *J. Dairy Sci.*, v.59, n.11, p.2011-2013, 1976.
- GWASDAUSKAS, F.C.; BAME, J.A.; AALSETH, D.L.; VINSON, W.E.; SAACKE, R.G.; MARSHALL, C.E. Relationships of plasma hormones and semen quality in bulls. In: TECHNICAL CONFERENCE ON ARTIFICIAL INSEMINATION AND REPRODUCTION, 8., Columbia, 1980. *Proceedings*. National Association of Animal Breeders, 1980, p.13-20.
- HARRISON, L.M.; HARDIN, D.R.; RANDEL, R.D. Relationship between endogenous LH and TY in Brahman bulls pre and post puberty. *J. Anim. Sci.*, v.55 (Suppl) p.357-358, 1982 (abstract).
- KAKER, M.L., NARANG, A.P. A note on reaction time of young Holstein - Friesian x Hariana and Brown Swiss x Hariana cross-bred bulls as affected by post-pubertal age. *Haryana Vet.*, v.13, n.2, p.129-130, 1974.
- KARG, H.; GIMENEZ, T.; HARTL, M.; HOFFMANN, B., SCHALLENBERGER, E.; SCHAMS, D. Testosterone, Luteinizing Hormone (LH) and Follicle Stimulating Hormone (FSH) in peripheral plasma of bulls: Levels from birth through puberty and short term variations. *Zentralbl. Veterinaermed. A*, v.23, n.10, p.793-803, 1976.
- KATONGOLE, G.B.; NAFTOLIN, F; SHORT, R.V. Relationship between blood levels of luteinizing hormone and testosterone in bulls, and the effects of sexual stimulation. *J. Endocrinol.*, v.50, n.3, p.457-466, 1971.
- KOZUMPLICK, J. The level of plasma testosterone during the prenatal and postnatal period of development in bulls. *Acta Vet. Brno*, v.50, n.1/2, p.27-32, 1981.
- LACROIX, A. & PELLETIER, J. Short-term variations in plasma LH and testosterone in bull calves from birth to 1 year of age. *J. Reprod. Fertil.*, v.55, n.1, p.81-85, 1979.
- LUNSTRA, D.D.; FORD, J.J.; ECHTERNKAMP, S.E. Puberty in beef bulls: hormone concentrations, growth, testicular development sperm production and sexual aggressiveness in bulls of different breeds, *J. Anim. Sci.*, v.46, n.4, p.1054-1062, 1978.
- OBA, E. *Estudo das características quantitativas e qualitativas do soro sangüíneo e do sêmen de bovinos Nelore em diferentes idades*. Botucatu, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, UNESP, 1985, 65p. (Tese, Doutora em Medicina Veterinária).

- OSBORNE, H.G.; WILLIAMS, L.G.; GALLOWAY, D.B. A test for libido and serving ability in beef bulls. *Aust. Vet. J.*, v.47, n.10, p.465-467, 1971.
- POST, T.B. & CHRISTENSEN, H.R. Testosterone variability and fertility in bulls. *Theriogenology*, v.6, n.6, p.615, 1976.
- PRICE, E.O.; KATZ, L.S.; MOBERG, G.P.; WALLACH, S.J.R. Inability to predict sexual and aggressive behaviors by plasma concentrations of testosterone and luteinizing hormone in Hereford bulls. *J. Anim. Sci.*, v.62, n.3, p.613-617, 1986.
- RAWLINGS, N.C.; HAFS, H.D.; SWANSON, L.V. Testicular and blood plasma androgens in Holstein bulls from birth through puberty. *J. Anim. Sci.*, v.34, n.3, p.435-440, 1972.
- SANWAL, P.C.; SUNDBY, A.; EDQUIST, L.E. Diurnal variation of testosterone in bulls measured by a rapid radioimmunoassay procedure. *Acta Vet. Scand.*, v.15, n.1, p.90-99, 1974.
- SAS Institute Inc. SAR Users's Guide: Statistics, 4th. Edition. Cary, NC: SAS Institute Inc., 1982. 584p.
- SCHAMS, D.; GOMBE, S.; SCHALLENBERGER, E.; REINHARDT, V.; CLAUS, R. Relationships between short-term variations of LH, FSH, prolactin and testosterone in peripheral plasma of prepubertal bulls. *J. Reprod. Fertil.* v.54, n.1, p.145-148, 1978.
- SECCHIARI, P.; MARTORANA, F.; PELLEGRINI, S.; LUISI, M. Variation of plasma testosterone in developing Friesian bulls. *J. Anim. Sci.*, v.42, n.2, p.405-409, 1976.
- SMITH, M.F.; MORRIS, D.L.; AMOSS, M.S.; PARISH, N.R.; WILLIAMS, J.D.; WILTBANK, J.N. Relationships among fertility scrotal circumference seminal quality, and libido in Santa Gertrudis bulls. *Theriogenology*, v.16, n.4, p.379-397, 1981.
- STEEL, R.G.D. & TORRIE, J.H. *Principles and Procedures of Statistics*, 2.ed. Singapore, Mc Graw-Hill, 1981.
- SUNDBY, A. & TOLLMAN, R. Plasma testosterone in bulls-seasonal variation. *Acta Vet. Scand.*, v.19, n.2, p.263-268, 1978.
- THIBIER, M. Peripheral plasma testosterone concentrations concentrations in bulls around puberty. *J. Reprod. Fertil.*, v.42, n.3, p.567-569, 1975.
- WELSH, T.H.; RANDEL, R.D.; JOHNSON, B.H. Temporal relationships among peripheral blood concentrations of corticosteroids, luteinizing hormone and testosterone in bulls. *Theriogenology*, v.12, n.3, p.169-179, 1979.
- WILDEUS, S.; ENTWISTLE, K.W.; HOLROYD, R.G. Patterns of puberal development in Sahiwal and Brahman cross bulls in tropical Australia. II. LH and testosterone concentrations before and after GnRH. *Theriogenology*, v.22, n.4 p. 375-385, 1984.
- WILSON, J.D. & MOORE, R.J. Mechanism of action of testosterone. *Bibliography Reprod.*, v.20, p.169, 1972.
- WONG, M.S.F.; POST, T.B.; MATTNER, P.E.; COX, R.I. Plasma androgens in the bull and ram. *Theriogenology*, v.8, n.4, p.202, 1977.