

# PERFIS PLASMÁTICOS DE TESTOSTERONA DURANTE A PUBERDADE DE MACHOS CAPRINOS DA RAÇA MOXOTÓ<sup>1</sup>

ANGELA MARIA XAVIER ELOY<sup>2</sup> e JANETE SANTA ROSA<sup>3</sup>

**RESUMO** - O presente trabalho teve por objetivo caracterizar o processo da puberdade no macho caprino da raça Moxotó. Foram utilizados seis animais, nos quais foram quantificados o peso ao nascer, perímetro escrotal, tempo de reação do macho frente a uma fêmea em estro e desbridamento do pênis. As concentrações plasmáticas de testosterona foram analisadas na 10<sup>a</sup>, 18<sup>a</sup>, 22<sup>a</sup>, e 28<sup>a</sup> semanas de idade. Aos 217 dias, os animais foram sacrificados e tiveram seus testículos submetidos ao estudo histológico. A análise de covariância mostrou uma correlação positiva e significativa ( $P < 0,01$ ) entre o peso ao nascer, peso vivo semanal, perímetro escrotal e idade com os níveis de testosterona. O desbridamento foi correlacionado positiva e significativamente ( $P < 0,01$ ) com o perímetro escrotal e com a idade. A reação do macho à fêmea em estro mostrou-se correlacionada positiva e significativamente ( $P < 0,01$ ) com o peso ao nascer, peso vivo semanal, perímetro escrotal, níveis de testosterona, desbridamento e idade. A histologia dos testículos revelou a presença de todas as células do ciclo da espermatogênese nos animais desbridados, enquanto os não desbridados apresentaram predominância de espermátides. Conclui-se que os níveis de testosterona estão envolvidos no desencadeamento da puberdade e que o desbridamento do pênis é um bom indicador da precocidade do caprino moxotó.

Termos para indexação: histologia testicular, perímetro escrotal, desbridamento do pênis.

## PLASMATIC TESTOSTERONE LEVELS DURING THE PUBERTY OF MOXOTÓ MALE GOATS

**ABSTRACT**-The objective of this study was to characterize the puberty process of Moxotó male goat, a regional breed. Six kids were used in this experiment in which the following variables were measured: birth weight, scrotal circumference, reaction to female in estrus, and penis detachment from the prepuce. It was determined the plasmatic levels of testosterone on 10th, 18th, 22nd, and 28th weeks. With 217 days old, the animals were slaughtered and their testis were hystologically analyzed. The covariance analyses showed a positive and significant ( $P < 0.01$ ) correlation between birth weight, weekly weight, scrotal circumference and age with testosterone levels. The penis detachment showed a positive and significant ( $P < 0.01$ ) correlation with the scrotal circumference and age. The reaction to female in estrus showed to be positive and significantly ( $P < 0.01$ ) correlated with birth weight, weekly weight, scrotal circumference, testosterone levels, penis detachment from the prepuce and age. The animals that released the penis showed all cells of the spermatogenesis process, while those that did not showed high prevalence of spermatides. It is concluded that plasmatic testosterone is involved in the beginning of the puberty process, and that the penis detachment from the prepuce can be used as criteria to determine the sexual precociousness of male Moxotó goats.

Index terms: testicular histology, scrotal circumference, penis detachment.

<sup>1</sup> Aceito para publicação em 15 de abril de 1998.

<sup>2</sup> Méd. Vet., Ph.D., Embrapa-Centro Nacional de Pesquisa de Caprinos (CNPIC), Estrada Sobral - Groaíras, km 4, CEP 62011-970 Sobral, CE. E-mail: angela@cnpic.embrapa.br

<sup>3</sup> Méd. Vet., M.Sc., Embrapa-CNPIC.

## INTRODUÇÃO

A testosterona é o hormônio reprodutivo de maior predominância no macho e sua função está relacionada com as manifestações da libido e o início da espermatogênese. Por isso, bem como pelas características sexuais secundárias, sua determinação poderá revelar maiores informações sobre o processo de desenvolvimento do sistema reprodutivo em caprinos adaptados ao clima semi-árido do Nordeste do Brasil. A

análise desse hormônio poderá ser utilizada para a seleção de animais jovens para reprodução, bem como na determinação de raças mais precoces do ponto de vista sexual.

A puberdade ocorre quando o animal torna-se dessensibilizado da inibição do feedback imposto sobre o complexo hipotálamo-hipófise pelo esteróide gonadal (Ramirez & McCann, 1963), iniciando-se assim a estimulação das gônadas para a produção de células espermáticas. Fatores como doenças, ambiente adverso, subalimentação e outros influenciam o sistema nervoso central para ajustar o sistema endócrino que, aliado à alteração imposta pela idade cronológica, faz com que o animal atinja a puberdade (Amann & Schanbacher, 1983). Skinner (1970, 1975) descreveu que o início da puberdade ocorre quando os testículos se tornam androgenicamente ativos e as glândulas sexuais acessórias começam a síntese e secreção de frutose e ácido cítrico. De acordo com Nunes (1982), 30 a 40 dias após o nascimento, o crescimento dos testículos e dos epidídimos do caprino jovem acontece em ritmo acelerado até atingir 140 a 150 dias. Elwisy & Elsawaf (1971) observaram na Índia que a raça Damascus, na puberdade, apresentou idade e peso médio de 509,20 dias e 36,60 kg, respectivamente. Em Teresina, Piauí, Maia (1990) encontrou em caprinos mestiços (Gurguéia vs. Parda) idade e perímetro escrotal à puberdade de 137,2 dias e 12,0 kg, respectivamente. Traldi (1983) registrou, em machos na puberdade da raça Moxotó, idade média de 143,9 dias, ao passo que Simplício et al. (1988) determinaram 128,8 dias. A raça Boer apresentou idade média de 157 dias (Louw & Joubert, 1964) e as mestiças da raça Saanen e Jamnapari 210 dias (Bongson et al., 1982).

O hormônio folículo estimulante (FSH) incita a produção de uma proteína fixadora de andrógeno (Androgen Binding Protein) pelas células de Sertoli. Essa proteína, secretada dentro da luz do túbulo seminífero, ajuda a manter um alto nível de andrógenos dentro do referido túbulo (Hafez, 1982). Testosterona e FSH agem através das células dos túbulos seminíferos para estimular a espermatogênese. Altas concentrações de testosterona em fluidos que envolvem os túbulos seminíferos (100 a 300 vezes maior do que no plasma periférico) são aparentemente essenciais para uma espermatogênese normal (Bearden & Fuquay, 1992). A principal função do hormônio luteinizante (LH) na regulação da espermatogênese parece ser indireta pela estimulação da liberação de testosterona pelas células de Leydig. No animal adulto, a liberação de LH comumente é seguida por uma elevação de testosterona no soro sanguíneo (Amann & Schanbacher, 1983). Sugere-se que a concentração periférica abundante de testosterona regule a forma de secreção do LH (Ford & Schanbacher, 1977). A testosterona exerce um feedback negativo sobre o hipotálamo e pituitária anterior, possivelmente pela liberação de opióides endógenos. Portanto, altas concentrações de testosterona inibem sua liberação no nível do hipotálamo (GnRH) e hipofisário (FSH e LH), enquanto baixas concentrações permitem sua liberação (Bearden & Fuquay, 1992).

De acordo com Ahmad et al. (1996) a concentração média de testosterona em caprinos machos foi de 0,35 ng/mL na 12ª semana de idade e aumentou para 2,01 ng/mL na 20ª semana. Esses autores também observaram que o valor médio de LH na 12ª e 13ª semana de idade foi de 5,21 ng/mL, havendo uma diminuição logo em seguida para então haver um novo aumento entre a 20ª e 21ª semana de idade.

De acordo com Notter et al. (1981) o perímetro escrotal e o diâmetro dos testículos são bons estimadores do peso testicular. Tais parâmetros têm sido utilizados por Land (1973) e Lee & Land (1985) como indicadores da função espermatogênica e como critério de seleção para identificação de genitores mais prolíficos. Huang (1994) também constatou correlação positiva entre circunferência escrotal e peso testicular e produção de esperma de machos. Ferreira et al. (1988) observaram em borregos Corriedale uma correlação positiva entre perímetro escrotal e motilidade espermática e negativa entre perímetro escrotal e percentual de anormalidade espermática. Coulter & Foote (1976) encontraram alta correlação entre circunferência escrotal com produção de espermatozoides em touros Holstein. De acordo com Neely et al. (1982), a seleção de touros visando o aumento do tamanho escrotal implicará aumento do número total de espermatozoides. Notter (1992) evidenciou que a mensuração da circunferência escrotal em torno dos 90 dias de idade pode ser muito útil para identificar cordeiros que apresentarão puberdade precocemente. Yarney & Sanford (1993) também observaram, em cordeiros, que a média dos níveis de testosterona aos 150 dias e o diâmetro dos testículos aos 170 dias de idade foram as variáveis que apresentaram maior relação com o tamanho testicular e produção de espermatozoides no período pós-puberdade. Em touros, Evans et al. (1996) observaram uma correlação significativa entre as concentrações de testosterona com o peso testicular, diâmetro dos túbulos seminíferos e o aparecimento de maior quantidade de células maduras no processo da espermatogênese. Também Rodriguez & Wise (1989) observaram em bezerros um aumento significativo na secreção de testosterona na 35ª semana de idade, coincidindo com o período em que houve aumento no diâmetro interno e externo dos túbulos seminíferos e aparecimento de maior percentagem de espermátides alongadas e células espermáticas maduras.

Este trabalho teve como objetivo estudar as relações entre sistema endócrino, mensurações testiculares, comportamento sexual e histologia testicular, no intuito de caracterizar o processo da puberdade no macho caprino.

## MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido na fazenda sede do Centro Nacional de Pesquisa de Caprinos, em Sobral, CE, e teve duração aproximada de quatro meses e meio (maio a agosto). Utilizaram-se seis machos caprinos da raça Moxotó da 10<sup>a</sup> até a 31<sup>a</sup> semana de idade. Todos os animais foram oriundos de parto simples e apresentaram um peso médio ao nascer de 2,16±0,19 kg (média ± erro padrão). Os animais receberam o equivalente a 1% de seu peso corporal/dia de uma mistura constituída de milho (73%), soja (25%) e sal comum (2%), além de terem acesso ao capim-elefante (*Pennisetum purpureum*) picado. A água fresca foi ofertada aos animais sem nenhuma restrição.

O desmame aconteceu na 16<sup>a</sup> semana de idade, ou seja, aos 112 dias.

Durante o experimento foram quantificadas, semanalmente, as seguintes variáveis: peso dos animais (kg); perímetro escrotal (cm); tempo de reação do macho frente a uma fêmea em estro (min.) e desbridamento do pênis, ou melhor, liberação do pênis do prepúcio seguindo-se uma escala de zero a cinco (0: completamente aderido, 5: completamente livre) conforme descrito por Wiggins & Terril (1953), para borregos. Para avaliação da reação do macho frente à fêmea em estro foi utilizada uma fêmea estrogênada, contida no tronco de coleta de sêmen, que era exposta a cada animal pelo período de cinco a dez minutos. As coletas de sangue para determinação dos perfis plasmáticos de testosterona aconteceram na 10<sup>a</sup>, 18<sup>a</sup>, 22<sup>a</sup> e 28<sup>a</sup> semanas de idade, pela punção da veia jugular, por um período de 12 horas, (6 às 18h) com intervalo de uma hora entre coletas. As análises de testosterona foram realizadas por RIA utilizando-se kits Coat-A-Count da Diagnostic Products Corporation com período de incubação de três horas a 37°C. Esses kits apresentam baixa reação cruzada com dihidrotestosterona e sensibilidade de 0.3 ng/mL. Os coeficientes de variação intra e entre-ensaios foram 5,0% e 10,5%, respectivamente.

No final do experimento, ou seja, aos 217 dias de idade, os animais foram sacrificados e tiveram seus sistemas genitais removidos das carcaças, dissecados e mensurados. De cada par de testículos colheram-se fragmentos, os quais foram fixados em Bouin por 24 a 36 horas, recortados e processados de acordo com as técnicas de rotina (Lamberg & Rothstein, 1978), corados pela técnica de Hematoxina-eosina (Luna, 1968) e examinados ao microscópico ótico.

Os dados foram submetidos à análise de regressão, correlação, covariância e teste de comparação de médias (t-Student).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A média dos níveis plasmáticos de testosterona na 10<sup>a</sup> semana foi de 3,02±0,35 ng/mL (com variação de 0,0 a 10,28 ng/mL); de 5,52±1,01 ng/mL (variando de 0,0 a 29,21 ng/mL) na 18<sup>a</sup> semana; de 3,90±0,77 ng/mL (com variação de 0,0 a 22,60 ng/mL) na 22<sup>a</sup> semana; e de 2,78±0,56 ng/mL (variando de 0,03 a 22,68 ng/mL) na 28<sup>a</sup> semana. A análise de covariância mostrou uma correlação positiva e significativa ( $P<0,01$ ) entre o peso ao nascer, peso vivo semanal, perímetro escrotal e idade com os níveis de testosterona. O desbridamento mostrou-se correlacionado positiva e significativamente ( $P<0,01$ ) com o perímetro escrotal e com a idade, não sendo observada correlação significativa com os níveis de testosterona. A reação do macho à fêmea em estro foi correlacionada positiva e significativamente ( $P<0,01$ ) com o peso ao nascer, peso vivo semanal, perímetro escrotal, níveis de testosterona, desbridamento e idade. A Tabela 1 mostra o peso vivo semanal e o perímetro escrotal em caprinos Moxotó da 10<sup>a</sup> até a 31<sup>a</sup> semana de idade.

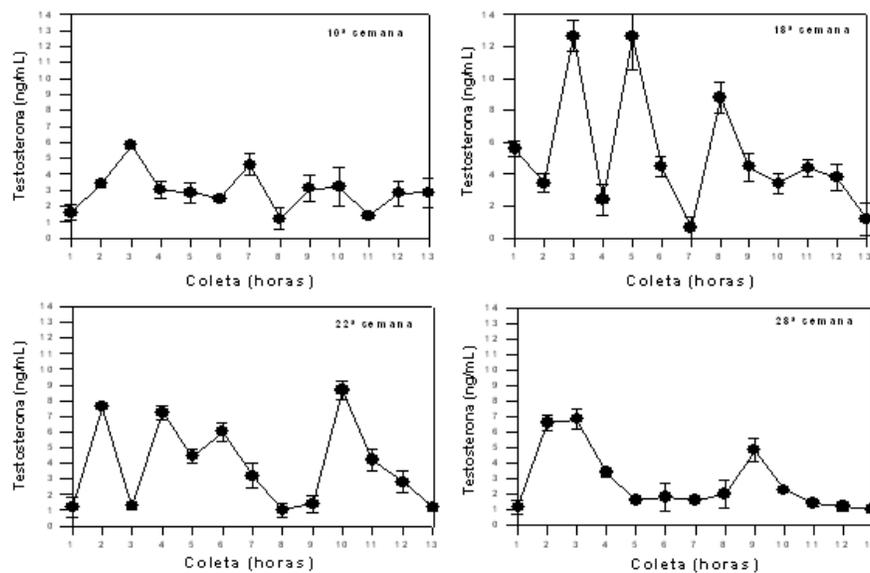
**TABELA 1. Média e erro padrão de peso vivo semanal e perímetro escrotal em caprinos da raça Moxotó da 10<sup>a</sup> até a 31<sup>a</sup> semana de idade.**

Idade	Peso (kg) <sup>1</sup>	Perímetro escrotal (cm)
10	7,66±0,33	11,50±0,36
11	8,50±0,42	10,75±0,54
12	8,23±0,42	12,00±0,34
13	8,23±0,32	11,91±0,45
14	8,13±0,47	12,08±0,55
15	9,53±0,55	12,41±0,58
16	9,33±0,43	12,91±0,55
17	9,98±0,55	13,66±0,83
18	9,66±0,55	14,41±0,92
19	9,90±0,64	14,75±0,97

20	9,16±0,64	15,50±1,02
21	10,35±0,67	15,66±0,97
22	10,20±0,71	15,83±1,03
23	10,56±0,75	15,91±1,15
24	10,58±0,86	16,08±1,24
25	10,53±0,86	17,25±1,37
26	11,23±0,73	17,00±1,26
27	12,06±0,85	18,50±1,23
28	12,25±0,91	18,90±1,15
29	12,16±0,90	19,25±1,15
30	12,63±1,05	19,58±1,26
31	12,03±0,91	19,50±1,06

<sup>1</sup> Peso inferior ao da semana anterior pode ser atribuído a pequenos erros de medição.

Observaram-se níveis crescentes de testosterona plasmática entre a 10<sup>a</sup> e 18<sup>a</sup> semanas de idade, enquanto na 22<sup>a</sup> houve um decréscimo que se acentuou na 28<sup>a</sup> semana (Fig.1). A amplitude dos picos de testosterona foi elevada, apresentando menor intervalo entre eles durante a 18<sup>a</sup> semana de vida. Os animais mais precoces apresentaram o desbridamento entre a 17<sup>a</sup> e 18<sup>a</sup> semanas de idade, coincidindo com a elevação dos picos de testosterona. Além disso, esses mesmos animais apresentaram reação positiva frente à fêmea em estro e chegaram a ejetar em vagina artificial ao longo do experimento.



**FIG. 1. Níveis plasmáticos de testosterona (média±erro padrão) na 10<sup>a</sup>, 18<sup>a</sup>, 22<sup>a</sup> e 28<sup>a</sup> semana de idade em caprinos machos da raça Moxotó.**

A Tabela 2 mostra as médias de peso corporal, perímetro escrotal e níveis de testosterona em diferentes idades. Observa-se que não houve diferença estatística significativa entre os níveis de testosterona na 10<sup>a</sup>, 18<sup>a</sup>, 22<sup>a</sup> e 28<sup>a</sup> semana de idade (teste t,  $P>0,05$ ), como também não houve diferença estatística quanto ao perímetro escrotal e peso corporal na 18<sup>a</sup> e 22<sup>a</sup> semana ( $P>0,05$ ). O perímetro escrotal aumentou significativamente ( $P<0,05$ ) da 10<sup>a</sup> até a 18<sup>a</sup> semana e voltou a crescer significativamente ( $P<0,05$ ) na 28<sup>a</sup> semana. Os resultados apresentados evidenciam crescimento do perímetro escrotal, desbridamento e picos mais elevados da testosterona plasmática em torno da 18<sup>a</sup> semana, ou melhor, aos 126 dias, o que mostra como essas variáveis estão correlacionadas, sugerindo uma dependência entre elas na fase que se supõe ser o início da espermatogênese.

As variáveis peso ao nascer, peso vivo, e perímetro escrotal mostraram correlação positiva com o peso total do genital, peso testicular, peso epididimário, peso das caudas dos epidídimos, peso das glândulas e peso

dos cordões deferentes. O quadro histológico dos testículos revelou que os animais que chegaram a desbridar apresentaram todas as células do ciclo da espermatogênese, enquanto os não desbridados apresentaram poucos túbulos, nos quais observou-se a presença de espermatozoides, porém com predominância de espermátides.

**TABELA 2. Média e erro padrão do peso corporal, perímetro escrotal e valores plasmáticos de testosterona em caprinos da raça Moxotó na 10<sup>a</sup>, 18<sup>a</sup>, 22<sup>a</sup> e 28<sup>a</sup> semana de idade<sup>1</sup>.**

Variável	Idade (semanas)			
	10 <sup>a</sup>	18 <sup>a</sup>	22 <sup>a</sup>	28 <sup>a</sup>
Peso (kg)	7,66±0,33a	9,66±0,55b	10,20±0,71b	12,25±0,92c
Perímetro escrotal (cm)	11,50±0,36a	14,41±0,92b	15,83±1,03b	18,87±1,17c
Testosterona (ng/mL)	3,02±0,4a	5,52±1,17a	3,89±1,13a	2,78±0,96a

<sup>1</sup>Letras diferentes na mesma linha indicam diferença estatisticamente significativa (P<0,05).

De acordo com Cotta et al. (1975), os níveis de testosterona em borregos aumentaram linearmente durante os três primeiros meses de vida, enquanto neste experimento os níveis mais elevados foram verificados em torno dos quatro meses de idade. A correlação encontrada entre perímetro escrotal e níveis de testosterona corrobora os resultados com outras espécies, como a suína, em que concentrações de testosterona tendem a ser mais altas em animais com maiores pesos testiculares (Schinckel et al., 1984). De acordo com Lunstra et al. (1978) grupos raciais da espécie bovina que apresentaram altas concentrações de testosterona entre sete e treze meses de idade (equivalente à idade de quatro meses em cabritos), alcançaram a puberdade mais cedo do que raças com baixa concentração.

De acordo com MacMillan & Hafs (1969), há dois períodos de desenvolvimento acelerado do sistema reprodutivo, um dos quais ocorre dos dois aos quatro meses, período que coincide com a tendência de elevação dos níveis de testosterona. No presente trabalho observou-se um aumento na amplitude e frequência dos pulsos de testosterona plasmática dos quatro meses e meio de idade, dados que coincidem com os de Mehta et al. (1987) e Lacroix & Pelletier (1979) e diferem dos encontrados por Georgie et al. (1984), que ao estudarem cabritos machos da raça Black Bengal observaram uma brusca queda nos níveis de testosterona dos três aos cinco meses de idade. Neste trabalho observou-se uma queda nos níveis de testosterona aos cinco meses de idade que se acentuou aos seis meses e meio, mas não foi significativa (Tabela 2).

Mann & Lutwak-Mann (1981) observaram que na maioria dos mamíferos, o modelo de crescimento e desenvolvimento das células de Leydig exibem duas ondas distintas, uma das quais ocorre por ocasião da puberdade do macho. Possivelmente isto explicaria no presente trabalho o aumento na amplitude e frequência dos pulsos de testosterona aos 126 dias e a diminuição aos 154 e 196 dias. Georgie et al. (1984) evidenciaram um tipo bifásico de secreção e explicaram tal fato como sendo uma possível evidência de reposição das células fetais de Leydig pelas células pós-natal neste período.

Os animais mais precoces apresentaram o desbridamento entre a 17<sup>a</sup> e 18<sup>a</sup> semana de idade, coincidindo com a elevação dos picos de testosterona. De acordo com Johnstone (1948), a separação do pênis do prepúcio tem sido apontada com consequência da ação dos hormônios testiculares. Ademais, esses mesmos animais apresentaram reação positiva frente à fêmea em estro e chegaram a ejetar em vagina artificial ao longo do experimento, corroborando os resultados encontrados por Foote & Simplício (1988), os quais observaram que a puberdade em caprinos da raça Moxotó acontece em torno dos 129 dias de idade e que o desbridamento ocorre aos 125 dias.

Elwishy & Elswaf (1971), realizando exame semanal do pênis e do prepúcio de 14 caprinos machos da raça Damasco, reportaram que a separação do pênis do prepúcio ocorreu à idade média de 242,9 dias, enquanto neste trabalho a separação ocorreu com idade média de 140 dias, provavelmente devido às características próprias de cada raça. Nunes (1982) observou que a separação do pênis do prepúcio no caprino Moxotó proveniente de parto simples aconteceu aos 123 dias de idade, com peso médio de 13,20 kg e perímetro testicular de 15,60 cm. Os resultados do presente estudo, no entanto, apresentaram idade média ao desbridamento em torno dos 140 dias, com os animais apresentando peso médio (9,66±0,55 kg) e perímetro escrotal (14,41±0,92 cm) inferiores aos encontrados pelo mencionado autor. Na falta de maiores subsídios, essa diferença pode ser atribuída às condições específicas de manejo nos dois experimentos.

## CONCLUSÕES

1. Os níveis plasmáticos de testosterona estão diretamente envolvidos no desencadeamento da puberdade e, conseqüentemente, no início do processo da espermatogênese no macho caprino da raça Moxotó.

2. As variáveis peso ao nascer, peso vivo semanal, perímetro escrotal e desbridamento do pênis são indicadores importantes do início da puberdade em caprinos machos da raça Moxotó.

## REFERÊNCIAS

- AHMAD, N.; NOAKES, D.E.; WILSON, C.A. Secretory profiles of LH and testosterone in pubescent male goat kids. **Small Ruminant Research**, v.21, p.51--56, 1996.
- AMANN, R.P.; SCHANBACHER, B.D. Physiology of male reproduction, **Journal of Animal Science**, v.57, p.380-403, 1983. Suppl. 2.
- BEARDEN, H.J.; FUQUAY, J.W. Spermatogenesis and Maturation of Spermatozoa. In: BEARDEN, H.J.; FUQUAY, J.W. **Applied animal reproduction**. New Jersey: Prentice-Hall, 1992. p.67-77.
- BONGSON, T.A.; JAINUDEEN, M.R.; ZAHRAH, A.S. Relationship of scrotal circumference to age, body weight and onset of spermatogenesis in goats. **Theriogenology**, v.18, p.513-524, 1982.
- COTTA, Y; TERQUI, M.; PELLETIER, J.; COUROT, M. Plasma testosterone and LH in lambs from birth to puberty. **Comptes Rendus Hebdomadaires des Séances de l'Academie des Sciences, Série D**, Paris, v.280, p.1473-1476, 1975.
- COULTER, G.H.; FOOTE, R.H. Relationship of testicular weight to age and scrotal circumference of Holstein bulls. **Journal of Dairy Science**, v.59, n.4, p.730-732, 1976.
- EVANS, A.C.O.; PIERSON, R.A.; GARCIA, A.; MACDOUGALL, L.M.; HRUDKA, F.; RAWLINGS, N.C. Changes in circulating hormone concentrations, testes histology and testes ultrasonography during sexual maturation in beef bulls. **Theriogenology**, v.46, p.345-357, 1996.
- ELWISHY, A.B.; ELSAWAF, S.A. Development of sexual activity in male Damascus goats. **Indian Journal of Animal Sciences**, v.41, n.5, p.350-356, 1971.
- FERREIRA, J.M.M.; SILVA, J.F.; MORAES, J.C.F. Associação entre caracteres reprodutivos, peso corporal e época do ano e sua potencial importância na seleção de borregos Corriedale. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, Belo Horizonte, v.12, n.2, p.69-76, 1988.
- FOOTE, W.C.; SIMPLÍCIO, A.A. Some factors affecting the reproduction of goats in the semiarid tropics. In: JOHNSON, W.L.; OLIVEIRA, E.R. **Improving meat goat production in the semiarid tropics**. Davis: University of California, 1988. p.75-83.
- FORD, J.J.; SCHANBACHER, B.D. Luteinizing hormone secretion and female lordosis behavior in male pigs. **Endocrinology**, v.100, n.4, p.1033-1038, 1977.
- GEORGIE, G.C.; MEHTA, S.N.; DIXIT, V.P.; SENGUPTA, B.P.; KANAUIA, A.S. Peripheral plasma testosterone levels in two Indian breeds of goats and their reciprocal crosses. **Animal Reproduction Science**, v.9, n.1, p.95-98, 1984.
- HAFEZ, E.S.E. **Reprodução animal**. Michigan: Manole, 1982. 720p.
- HUANG, Y.T. Semen quality and genetic correlations with testes size. **Taiwan Sugar**, v.41, n.6, p.20-27, 1994.
- JOHNSTONE, I.L. The growth and development of the penis in sheep. **Australian Veterinary Journal**, v.24, p.86-88, 1948.
- LACROIX, A.; PELLETIER, J. Short-term variations in plasma LH and testosterone in bull calves from birth to 1 year of age. **Journal of Reproduction and Fertility**, v.55, n.1, p.81-85, 1979.
- LAMBERG, L.S.; ROTHSTEIN, R. **Laboratory manual of histopatology and cytology**. Westport: AVI, 1978. 140p.

- LAND, R.B. The expression of female sex-limited: characters in the male. **Nature**, v.241, n.1, p.208--209, 1973.
- LEE, G.L.; LAND, R.B. Testis size and LH response to LH-RH in male criteria of female reproductive performance. In: LAND, R.B.; ROBINSON, R.B. (Eds.). **Genetics of reproduction in sheep**. London: Butterworths, 1985, p.333-342.
- LOUW, D.F.J.; JOUBERT, D.M. Puberty in the male Dorper sheep and Boer goat. **South African Journal of Agriculture Science**, v.7, n.2, p.509-520, 1964.
- LUNA, L.C. **Manual of histopathology staining methods of the Armed Forces Institute of Pathology**. 3.ed. New York: McGraw-Hill, 1968. 258p.
- LUNSTRA, D.D.; FORD, J.J.; ECHTERNAKAMP, S.E. Puberty in beef bulls: Hormone concentrations, growth, testicular development, sperm production and sexual aggressiveness in bulls of different breeds. **Journal of Animal Science**, v.46, n.4, p.1054-1062, 1978.
- MACMILLAN, K.L.; HAFS, H.D. The reproductive tract of Holstein bulls from birth through puberty. **Journal of Animal Science**, v.28, n.2, p.233-239, 1969.
- MAIA, M.S. **Puberdade em cabritos mestiços (Gurguéia x Parda) em Teresina-PI**. Fortaleza: UECE, 1990. 64p. Monografia.
- MANN, T.; LUTWAK-MANN, C. Male reproductive function and semen. In: THEMES and trends in physiology, biochemistry and investigative andrology. Berlin: Springer-Verlag, 1981. p.104-114.
- MEHTA, S.N.; GEORGIE, G.C.; DIXIT, V.P.; GALHOTRA, M.M.; KANAUIA, A.S. Plasma testosterone and gonadotrophin levels up to puberty in Black Bengal male kids. **Indian Journal of Animal Science**, v.57, n.6, p.517-521, 1987.
- NEELY, S.D.; JOHNSON, B.H.; DILLARD, E.U.; ROBINSON, O.W. Genetic parameters for testes size and sperm number in Hereford bulls. **Journal of Animal Science**, v.55, n.5, p.1033-1040, 1982.
- NOTTER, D.R. Use of testicle measurements to evaluate age at puberty in ram lambs. **Animal Science Research Report**, n.10, p.67-68, 1992.
- NOTTER, D.R.; LUCAS, J.R.; MCLAUGHERTY, F.D. Accuracy of estimation of testis measures in ram lambs. **Theriogenology**, v.15, n.2, p.227-234, 1981.
- NUNES, J.F. **Fisiologia sexual do macho caprino**. Sobral: Embrapa-CNPC, 1982. 41p. (Embrapa--CNPC. Circular técnica, 5).
- RAMIREZ, V.D.; MCCANN, S.M. A comparison and the regulation of luteinizing hormone (LH) secretion in immature and adult rats. **Endocrinology**, v.72, n.2, p.452-456, 1963.
- RODRIGUEZ, R.E.; WISE, M.E. Ontogeny of pulsatile secretion of gonadotropin-releasing hormone in the bull calf during infantile and puberty development. **Endocrinology**, v.124, p.248-256, 1989.
- SCHINCKEL, A.P.; JOHNSON, R.K. ; KITTOCK, R.J. Testicular development and endocrine characteristics of boars selected for either high or low testis size. **Journal of Animal Science**, v.58, n.3, p.675-685, 1984.
- SIMPLICIO, A.A.; RIERA, G.S.; NELSON, E.A.; FOOTE, W.C. Puberdade em caprinos da raça Moxotó no Nordeste brasileiro. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v.12, p.121-126, 1988.
- SKINNER, J.D. Post-natal development of the reproductive tract of the male Boer goat. **Agroanimalia**, v.2, p.177-180, 1970.
- SKINNER, J.D. **Reproductive physiology of indigenous and exotic male animals in South Africa**: puberty in South African goat breeds, including the Angora 1970-1974. Pretoria: Department of Agricultural and Technical Services, 1975. p.56. Final Report.
- TRALDI, A.S. **Aspectos físicos e morfológicos do sêmen de caprinos da raça Moxotó da puberdade à maturidade sexual**. Belo Horizonte: UFMG, 1983. 92p. Tese de Mestrado.

WIGGINS, E.L.; TERRIL, C.E. Variation in penis development in ram lambs. **Journal of Animal Science**, v.12, n.3, p.524-535, 1953.

YARNEY, T.A.; SANFORD, L.M. Puberty development of ram lambs: physical and endocrinological traits in combination as indice of postpubertal reproductive function. **Theriogenology**, v.40, p.735-744, 1993.