

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL  
CURSO DE MESTRADO

IMUNOCASTRÇÃO DE CAPRINOS UTILIZANDO VACINA  
ANTI-HORMÔNIO LIBERADOR DE GONADOTROFINA

Maicon Pereira Lents

CRUZ DAS ALMAS – BAHIA  
2016

# IMUNOCASTRACÃO DE CAPRINOS UTILIZANDO VACINA ANTI-HORMÔNIO LIBERADOR DE GONADOTROFINA

Maicon Pereira Lents  
Médico Veterinário  
Universidade Federal da Bahia, 2012

Dissertação apresentada ao Colegiado do Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, como requisito parcial para a obtenção do Título de Mestre em Ciência Animal (Produção Animal).

Orientadora : Profa. Dra. Larissa Pires Barbosa  
Coorientador : Dr. Carmo Emanuel Almeida Biscarde

CRUZ DAS ALMAS – BAHIA  
2016

## FICHA CATALOGRÁFICA

L574i	<p data-bbox="619 1375 1185 1509">Lentz Maicon Pereira Imunocastação de caprinos utilizando vacina anti-hormônio liberador de gonadotrofina / Maicon Pereira Lentz_Cruz das Almas, BA, 2016. 50f.; il.</p> <p data-bbox="619 1541 1185 1621">Orientador: Prof.ª Dr.ª Larissa Pires Barbosa Co-Orientador: Prof. Dr. Carmo Emanuel Almeida Biscardi</p> <p data-bbox="619 1653 1185 1733">Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas, Mestrado em Ciência Animal</p> <p data-bbox="619 1765 1185 1868">1. Caprinos - Castação 2. Caprinos - Morfometria 3. Caprinos - Imunocastação I. Universidade Federal do Recôncavo da Bahia - UFRB, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas - CCAAB. II. Título.</p> <p data-bbox="970 1899 1106 1926">CDD: 636.39</p>
-------	---

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL  
CURSO DE MESTRADO

**IMUNOCASTRÇÃO DE CAPRINOS UTILIZANDO VACINA ANTI-  
HORMÔNIO LIBERADOR DE GONADOTROFINA**

**Comissão Examinadora da Defesa de Dissertação de  
Maicon Pereira Lents**

**Aprovada em: 31 de agosto de 2016**

**Profa. Dra. Larissa Pires Barbosa  
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Orientadora**

**Dra. Ana Lúcia Santana  
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Examinador Externo**

**Profa. Dra. Ana Karina da Silva Cavalcante  
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Examinador Externo**

## DEDICATÓRIA

**Aos meus pais, meus exemplos.**

## AGRADECIMENTOS

Ao senhor meu Deus, por me conceder a oportunidade de tentar melhorar a cada novo amanhecer.

Agradeço à minha família, minha mãe, meu pai e meus irmãos por todo apoio e confiança depositados durante toda a jornada percorrida até esse momento.

À minha orientadora, Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Larissa Pires Barbosa, por ter aceito me orientar, meu muito obrigado pelos seus ensinamentos, broncas, sorrisos, por toda compreensão e pela confiança.

Ao meu co-orientador Dr. Carmo Emanuel Almeida Biscarde, pela confiança e apoio, serei sempre grato por sua ajuda.

Ao meu grande amigo irmão Emmanuel Emydio Gomes Pinheiro por todo auxílio durante o período do mestrado o qual partilhamos tantos dias conturbados de trabalho pesado e outros tantos dias de alegria durante as viagens e coletas dos experimentos. Muito obrigado por tudo mesmo, nós chegamos ao final

À Rosiléia Sousa, pela grande ajuda que sempre me deu, desde os tempos de UFBA, sempre com paciência e dedicação para explicar várias e várias vezes.

As minhas amigas de ontem, hoje e sempre que a UFRB me apresentou Mailin Vasconcellos, Monna Lopes, Claudnéia Mendes, Sandra Carvalho.

Aos meus amigos de UFBA, Elisiane Sateles, Iana Pricia, Luiz de Paolo, Adriele Trevisan, Rogério Fernando de Jesus, Gabriela Santana, Jonas Rodrigues, Geógio Felix Araujo, Ana Caroline Andrade Santos e Layanne Duarte Ferreira.

À Claudia Kazumi Kya, por toda sua ajuda, incentivo e confiança serei imensamente grato.

Ao meu grande amigo Máiron Barreto de Souza por todo seu auxílio, por todas as viagens, risadas e por todo trabalho desenvolvido.

Ao meu grande amigo Lopes César Mugabe o moçambicano mais brasileiro que já conheci, obrigado por sua ajuda, seu exemplo de humildade e força de vontade.

Ao meu grande amigo Jaivaldo de Jesus por seu exemplo de caráter, dedicação e força de trabalho.

À toda a galera do Núcleo de Estudos em Reprodução Animal - UFRB (NERA), pela e ajuda em todas as etapas de execução desse trabalho (Will, Renan, Caline, Jéssica, Áureo, Isabela, Daniel, Luma...).

Aos outros tantos amigos que dedicaram um tempo para me ajudar sempre que foi preciso em especial a Hermano Soares de Castro, João da Visitação de Sena Neto, Ramon Machado, Leandro Andrade e José Roberto Pereira.

À UFRB e a Fazenda Experimental, pela oportunidade e disponibilização do Setor de Caprinocultura e dos animais para realização do experimento.

Aos funcionários, Luiz Edmundo Cincurá de Andrade Sobrinho, Erivaldo Silva, toda a galera do setor Zootécnico da UFRB.

Ao Prof. Fabiano Machado Martins, por todo empenho e colaboração no processamento histológico, disponibilizando seu tempo, espaço do (LAV) Laboratório de Anatomia Vegetal – UFRB.

À profa. Ana Karina da Silva Cavalcante, por sua amizade, conselhos, auxílio por meio da liberação do (LEMA) Laboratório de Morfofusão Animal – UFRB.

Ao meu grande amigo, professor e exemplo de pessoa, pai, amigo, professor e profissional médico veterinário, Prof. Carlos Humberto Almeida Ribeiro Filho, meu muito obrigado por tudo que fez por mim.

À D. Idma Rebouças Campos, por toda amizade, conselhos e carinho, muito obrigado por ter me auxiliado durante momentos tão difíceis na minha vida.

Ao Prof. Joselito Nunes Costa, por ter me apresentado à UFRB e aberto as portas para que eu chegasse até aqui.

Aos professores Pedro Miguel Ocampos Pedroso e Juliana Targino, pelos ensinamentos.

À Ana Lúcia Almeida Santana, por ter aceito participar da avaliação deste trabalho e por toda sua paciência e contribuições.

Ao meu grande amigo Vitor Santiago de Carvalho por todas oportunidades em viagens, os ensinamentos, a confiança e exemplo de capacidade profissional.

Meu muito obrigado Amanda Caldas de Almeida por sua atenção, auxílio e paciência nos momentos finais de realização desse trabalho.

Ao programa de Pós-Graduação em Ciência Animal da UFRB.

À Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos.

## EPÍGRAFE

Entrega o teu caminho ao Senhor;  
confia Nele, e Ele tudo fará”  
Salmos 37:5



## IMUNOCASTRÇÃO DE CAPRINOS UTILIZANDO VACINA ANTI-HORMÔNIO LIBERADOR DE GONADOTROFINA

**RESUMO :** O estudo teve como objetivo avaliar a eficiência da imunocastrção de caprinos utilizando a vacina anti-hormônio liberador de gonadotrofina (anti-GnRH). Foram utilizados 18 machos caprinos distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, com três grupos experimentais (G) e seis repetições, sendo G1 (controle): aplicação de 1,0mL de soro fisiológico por via subcutânea; G2 e G3: aplicação de 0,5mL e 1,0mL de vacina anti-GnRH, respectivamente. Cada mL de vacina anti-GnRH fornece 400µg do conjugado de GnRH e proteína carreadora. A primeira aplicação foi realizada aos oito meses de idade, seguida de uma segunda aplicação 30 dias após a primeira. Os animais foram submetidos quinzenalmente a pesagens, biometria testicular e coletas seminais. Sessenta dias após a segunda aplicação, os animais foram encaminhados para o abate em frigorífico especializado sob inspeção federal. Após o abate, foram realizadas as mensurações testiculares e coletados os fragmentos para o processamento histológico, para determinação do índice gonadossomático, diâmetro dos túbulos seminíferos, altura do epitélio germinativo, proporção volumétrica e volume dos componentes do parênquima testicular; comprimento total dos túbulos seminíferos, comprimento de túbulo seminífero por grama de testículo, índices Leydigossomático e tubulossomático. Os dados foram avaliados quanto à normalidade pelo teste de Shapiro-Wilk, os dados com distribuição normal foram analisados por Análise de Variância com 5% de probabilidade e os não paramétricos, pelo teste de Kruskal-Wallis. Houve diferença para largura do testículo direito, esquerdo e circunferência escrotal ( $P>0,05$ ) entre os tratamentos, não foi observada diferença significativa ( $P>0,05$ ) para peso corporal, epitélio basal, índice tubulossomático, comprimento total dos túbulos, comprimento total dos túbulos por grama de testículo. Foi observada redução da circunferência escrotal promovendo aspermia nos animais imunocastrados. Conclui-se que a utilização do conjugado anti-GnRH, é uma opção eficaz para castrção de caprinos, visto que levou a redução da circunferência escrotal, diâmetro dos túbulos seminíferos, altura do epitélio seminífero, índice leydigossomático promovendo aspermia nos animais imunizados sem diferença significativa no peso final dos animais em comparação ao grupo controle.

**Palavras Chave :** Biometria testicular; Castrção; Morfometria; Sêmen

## IMMUNOCASTRATION OF GOATS USING VACCINE ANTI-HORMONE RELEASING GONADOTROPIN

**ABSTRACT** The study aimed to evaluate the efficiency of immunocastration goats using the anti-releasing hormone gonadotropin vaccine (anti-GnRH). Were used 18 male goats in a completely randomized design with three experimental groups (G) and six replications, and G1 (control): application of 1.0 mL of saline subcutaneously, G2 and G3: applying 0.5 mL and 1.0 mL of anti-GnRH vaccine, respectively. Each mL anti-GnRH vaccine provides 400 µg of GnRH conjugate and carrier protein. The first application was conducted at eight months of age, followed by a second application 30 days after the first vaccination. The animals underwent fortnightly weighing, measuring scrotal circumference and seminal collections. Sixty days after the second application, the animals were sent for slaughter in specialized refrigerator under federal inspection. After slaughter, testicular measurements were realized and collected fragments for histological processing for determining the IGS, diameter of the seminiferous tubules, the height of the germinal epithelium, volumetric proportion and volume of the components of the testicular parenchyma; total length of the seminiferous tubules, seminiferous tubule length per gram of testis, leydigosomatic indexes and tubulossomático. The data were evaluated for normality by the Shapiro-Wilk test, the same with normal distribution were analyzed by analysis of variance with 5% probability and non-parametric Kruskal-Wallis test. There was a difference in width of the right testicle and left testicle length right and left scrotal circumference ( $P < 0.05$ ) between treatments, there was no significant difference ( $P < 0.05$ ) for body weight, germinal epithelium, lumen, Leydig cells, vessels, connective tissue, basement membrane, tubulossomático index, total length of the tubules, the total length of tubules per gram of testis. a reducing above scrotal circumference and sperm aspermia in immunized animals was observed. Before observed in this study is concluded that the use of anti-GnRH conjugate can be an effective tool in castration goats, as promoted the reduction of the EC, the DTS, the ESAs and the ILS, with no difference in final weight the immunized animals compared to the control group.

**Keywords:** Castration; Morphometry; Semen; Testicular biometry

## LISTA DE ABREVIATURAS

%	Porcentagem
®	Marca registrada
°C	Graus Celsius
ANOVA	Análise de variância
CBRA	Colégio Brasileiro de Reprodução Animal
CE	Circunferência Escrotal
CD	Comprimento Direito
CE	Comprimento Esquerdo
CTS/GT	Comprimento dos túbulos seminíferos por grama por testículo
CTT	Comprimento total dos túbulos seminíferos
DIC	Delineamento inteiramente casualizado
DHT	Di-hidrotestosterona
DTS	Diâmetro dos túbulos seminíferos
EG	Epitélio germinativo
EI	Espaço intersticial
Fig.	Figura
FSH	Hormônio Foliculo Estimulante
GnRH	Hormônio Liberador de Gonadotrofina
LD	Largura Direito
LE	Largura Esquerdo
LH	Hormônio Luteinizante
IGS	Índice gonadossomático
ILS	Índice Leydigossomático
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
ITS	Índice tubulossomático
L	Lúmen
µL	Microlitro
µm	Micrómetro
mg	Miligrama
mL	Mililitro
mm	Milímetro
P	Nível de significância
P.c.p.	Porcentagem do componente do parênquima testicular
PE	Perímetro escrotal
PV	Peso vivo
ABP	Proteína de ligadora de andrógeno
Kg	Quilograma
SC	Subcutâneo
SPSS	Statistical Package for the Social Sciences
SRD	Padrão racial não definido
Tab.	Tabela
TC	Tecido conjuntivo
TS	Túbulo seminífero
V	Vasos
Vol. Par.	Volume do parênquima testicular
Vtcl	Volume total das células de Leydig
Vts	Volume total dos túbulos seminíferos

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Corte histológico testicular de caprinos imunocastrados com vacina anti-GnRH e grupo controle.....	27
---	----

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Biometria testicular de caprinos imunocastrados com vacina anti-GnRH antes da aplicação da vacina. ....	16
Tabela 2. Biometria testicular de caprinos imunocastrados com vacina anti-GnRH trinta dias após a primeira vacina. ....	16
Tabela 3. Biometria testicular de caprinos imunocastrados com vacina anti-GnRH antes do abate. ....	17
Tabela 4. Parâmetros físicos e morfológicos seminais de caprinos imunocastrados com vacina anti-GnRH na primeira coleta. ....	20
Tabela 5. Parâmetros físicos e morfológicos seminais de caprinos imunocastrados com vacina anti-GnRH na segunda coleta. ....	20
Tabela 6. Parâmetros físicos e morfológicos seminais de caprinos imunocastrados com vacina anti-GnRH na última coleta. ....	21
Tabela 7. Peso corporal e parâmetros de morfometria testicular de caprinos imunocastrados com vacina anti-GnRH. ....	23
Tabela 8. Proporção volumétrica dos componentes do parênquima testicular de caprinos imunocastrados com vacina anti-GnRH. ....	25
Tabela 9. Morfometria testicular de caprinos imunocastrados com vacina anti-GnRH. ....	28

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	1
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1	Puberdade e espermatogênese em machos caprinos .....	3
2.1.1	<b>Castração convencional em machos caprinos I.....</b>	<b>7</b>
2.2	Im unocastração .....	8
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	12
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	16
5	CONCLUSÃO.....	29
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	30

## 1 INTRODUÇÃO

O mercado consumidor de carne caprina apresenta, cada dia mais, elevada exigência quanto à qualidade do produto ofertado. A produção de carne que atenda as exigências do mercado depende de vários fatores, desde a escolha da raça, sexo, as práticas adequadas do manejo durante a criação, pré e pós-abate, da categoria animal a ser abatido: idade, animal de descarte ou não, macho inteiro, macho castrado ou fêmea (RIBEIRO et al., 2003; BARROS et al., 2005).

Visando ofertar uma carcaça que apresente boa conformação e elevada qualidade, visto que a carne caprina tem um enorme potencial para atender as exigências de um mercado que busca uma carne rica em proteínas, minerais e com baixos teores de gordura (MATTOS et al., 2000; HASIMOTO et al., 2007).

O odor característico desagradável da carne de machos tardiamente abatidos (o ff favor), por muito tempo provocou a marginalização da carne caprina, atribuído ao abate de animais de idade avançada e com baixo potencial produtivo (ZAPATA et al., 2000). A escolha de animais de raças que apresentem características de produção de carne, juntamente com o abate de animais mais jovens, pode produzir carcaças com melhor qualidade, suculência da carne e redução no odor (MONTE et al., 2007).

Essa característica é causada pela presença de ácidos graxos de cadeia ramificada, 4-metil octanóico e 4-etil octanóico com deposição na gordura subcutânea e liberação através das glândulas de Schietzel na base dos cornos, que tem o estímulo da sua atividade aumentado no período reprodutivo. A limitação do consumo provocada pelo odor comum aos machos abatidos inteiros é reduzida quando os animais são abatidos antes da puberdade, pela redução ou ausência do odor na carne (NUNES, 2001; MADRUGA et al., 2008).

O abate de animais pré-púberes não é uma alternativa rentável para os produtores, tendo em vista o peso dos animais e o rendimento de suas carcaças. Diante disso a castração dos animais é uma alternativa para a redução dos efeitos promovidos pela puberdade, como o ff favor caracterizado pela presença desses ácidos graxos na carne (OSÓRIO et al., 2013).

Nos sistemas de criação convencionais observados no Brasil, as formas mais utilizadas para a castração de caprinos são: com uso do burdizzo, do anel elastrador ou pelo método cirúrgico. Estes métodos vêm sendo questionados por uma busca de manejos que promovam o bem-estar animal (RIBEIRO et al., 2003; HAG et al., 2007). Desta forma, alternativas para minimizar o estresse causados pelo procedimento convencional de castração tem sido testadas dentre elas, a utilização de vacinas anti-hormônio liberador de gonadotrofina (GnRH) associado a proteínas carreadoras, surge como um método eficiente (AMATAYAKUL-CHANTLER et al., 2012; JANETT et al., 2012a; HAN et al., 2015).

O mecanismo de ação dos conjugados anti-GnRH induzem a supressão do hormônio luteinizante (LH) e o hormônio folículo estimulante (FSH) por meio da formação de anticorpos neutralizantes produzindo uma redução da produção espermática, níveis de testosterona, libido e comportamento sexual, o que caracteriza ao animal imunizado características de macho castrado (JANETT et al., 2012b)

No mercado brasileiro, até o momento a única vacina anti-GnRH destinada a ruminantes foi desenvolvida para castração de bovinos. Pesquisas vêm sendo realizadas em países como: China, Japão, Alemanha, buscando desenvolver vacinas específicas para ovinos e caprinos. Alguns resultados já foram descritos, contudo a presença dessas vacinas no mercado brasileiro ainda não se faz presente (BROW et al., 1994; AMATAYAKUL-CHANTLER et al., 2012; HAN et al., 2015).

A hipótese do presente trabalho é que a utilização de vacina comercial a base de conjugado anti-GnRH destinada a imunocastração em bovinos irá promover efetiva imunização e castração em caprinos.

Desta forma, o objetivo foi a avaliar a eficiência da imunocastração de caprinos utilizando vacina anti-hormônio liberador de gonadotrofina (anti-GnRH).



## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Puberdade e espermatogênese em machos caprinos

Puberdade fisiológica é caracterizada quando o animal apresenta em seu ejaculado espermatozoides com capacidade fecundante, levando em consideração a concentração e motilidade espermática progressiva. Desta forma, a entrada na puberdade está associada ao início da espermatogênese; por um marcante aumento na secreção de testosterona, alterações do comportamento sexual, com capacidade de copular e liberação do pênis do prepúcio, ocorrendo por volta dos 5-7 meses em caprinos e ovinos (SIMPLÍCIO et al., 1988; NISHIMURA et al., 2000; LUETJENS et al., 2005).

Do ponto de vista reprodutivo, o conhecimento da idade à puberdade tem fundamental importância na avaliação produtiva do rebanho, tendo em vista que quanto mais precocemente um reprodutor apresente capacidade reprodutiva, maior a sua longevidade como reprodutor (SIMPLÍCIO et al., 1988; MAIA e VIEIRA 1992; NUNES, 2001).

A maturidade sexual é diferente da puberdade, pois mesmo ao atingir produção espermática durante a puberdade, o macho necessita de um período para atingir o seu potencial reprodutivo. A capacitação adquirida durante esse tempo determina a maturidade sexual, sua caracterização pode ser observada quando o animal tem ejaculado condizente com os padrões de um animal adulto da sua espécie, em caprinos a maturidade sexual é alcançada entre 12-18 meses de idade (AHMAD et al., 1996; ABI SAAB et al., 1997).

O início da puberdade é influenciado por diversos fatores como: interação social, alimentação, clima e raça, podendo variar entre indivíduos de uma mesma raça. Além disso, deve-se avaliar a presença de maturidade sexual em indivíduos que estejam na puberdade a fim de identificar a precocidade dos mesmos (CAMPOS et al., 2003).

Diferente da puberdade fisiológica, a puberdade zootécnica é caracterizada quando o peso do animal equivale a 65-70% do peso de um animal adulto da mesma raça, já a puberdade fisiológica, é indicada quando o

animal apresenta entre 40-50% do peso de um adulto, ocorrendo em caprinos por volta dos 7 e 4 meses, respectivamente (SIMPLÍCIO et al., 1988; MAIA e VIERA; 1992; NUNES, 2001).

A elevação da produção hormonal está diretamente ligada com estabelecimento da puberdade, a produção endócrina de hormônios principalmente de testosterona é controlada pela síntese e liberação de LH na hipófise e a consequente estimulação das células de Leydig nos túbulos seminíferos. A função exócrina testicular através a produção de espermatozoides acontece de maneira coordenada e cíclica promovendo a diferenciação de espermatogônias diploides em espermatozoides haploides maduros, esse é um processo contínuo com seu início na puberdade devido ao amadurecimento do eixo hipotalâmico-hipofisário-gonadal (FRANÇA e RUSSEL 1998; JOHNSON et al., 2000).

Os testículos apresentam seu desenvolvimento em duas etapas, a primeira do nascimento até o início da espermatogênese, ocorrendo de forma lenta, a etapa inicia-se logo após o começo da espermatogênese até a maturidade sexual (DUKES et al., 2004)

O crescimento testicular em caprinos acontece rapidamente a partir dos 30 primeiros dias de vida até 150 dias de nascido, apresentando um crescimento simétrico. Esse desenvolvimento tem seu ápice até sete a oito meses de idade, podendo aumentar até passados dois anos do início da puberdade (BONGSO et al., 1982; NUNES, 2001; PANT et al., 2003).

Morfofuncionalmente são divididos em dois compartimentos: o primeiro é o compartimento tubular, composto pelos túbulos seminíferos (TS) onde estão localizadas as células do epitélio germinativo, podendo ocupar até 86% do volume testicular em pequenos ruminantes; o segundo é o compartimento intersticial composto por tecido conjuntivo (TC), local onde se localizam vasos e as células de Leydig que desempenham papel primordial na produção de andrógenos, sendo o principal deles a testosterona (W ROBEL et al., 1995; FRANÇA e RUSSEL, 1998; GONZÁLES, 2002; DUKES et al., 2004).

O crescimento testicular é depende do diâmetro e do número de túbulos seminíferos, sendo assim o aumento do diâmetro dos túbulos seminíferos é responsável pelo aumento do volume dos testículos na fase peri-puberal, até um ano de idade. Além do crescimento testicular, outras mudanças, como a

melhoria da qualidade seminal são observadas após a puberdade (NISHIMURA et al., 2000; SOUZA et al., 2009).

O perímetro escrotal e o seu diâmetro podem ser utilizados para indicar a função espermatogênica dos animais, servindo assim, como forma para uma melhor seleção dos reprodutores. Mesmo na fase pré-púbere já se pode observar alguns espermatozoides em meio ao líquido liberado pelas glândulas acessórias no ejaculado de cabritos (NOTTER et al., 1981; SIMPLÍCIO et al., 1988). Mesmo apresentando espermatozoides vivos capazes de fecundar, o cabrito só deve ser usado como reprodutor a partir do oitavo ou nono mês de idade (RIBEIRO, 1997).

Rege et al. (2000) consideram que a avaliação testicular é a maneira mais correta para caracterização da capacidade reprodutiva de caprinos. Em estudo realizado por Huang (1994), foi observada correlação positiva entre a circunferência e peso testicular com o número de espermatozoides, obtidos por ejaculação. Entretanto, Maddocks et al. (1995) indicam que além do tamanho testicular, a estação do ano, manejo, idade, frequência de ejaculação, condição nutricional e hormonal, são fatores determinantes da produção e qualidade espermática.

A espermatogênese é um processo regulado pelo hormônio folículo estimulante (FSH) em conjunto com o hormônio luteinizante (LH). Durante o processo que tem seu início marcado pela puberdade ocorrem diversos eventos com a finalidade de produção de células sexuais masculinas (espermatozoides). Dividida em três fases distintas, sendo: espermatogônica, caracterizada por divisão mitótica das espermatogônias que irão se diferenciar espermatócitos primários; espermatocítica, fase meiótica na qual espermatócitos primários passam por duas divisões reduzindo seu número cromossômico resultando em células haploides, as espermatídes e espermatídica, fase de espermiogênese, onde as espermatídes diferenciam-se em espermatozoides (GONZÁLES, 2002; DUKES et al., 2004).

O ciclo espermatogênico em caprinos tem duração média de 47,7 dias, muito parecido com o ciclo espermático de carneiros (FRANÇA e RUSSEL, 1998).

Os espermatozoides ainda imaturos são liberados no lúmen dos túbulos seminíferos por atividade das células mioepiteliais, processo de espermição

que ocorre dentro dos túbulos seminíferos, ao final do processo, os espermatozoides são movidos até a cauda do epidídimo onde ficam armazenados até serem liberados durante a ejaculação (FRANÇA et al., 1999; GONZÁLEZ, 2002; COSTA e PAULA, 2003; ROSS e PAWLINA, 2008).

Os espermatozoides produzidos são movidos da cauda do epidídimo para os ductos deferentes até a uretra onde são ejaculados (BRINSKO, 2008; RICARTE e SILVA, 2010).

A testosterona, sintetizada pelas células intersticiais de Leydig mediante estímulo do LH, é o principal estímulo para o início da espermatogênese, processo que é regulado por retroalimentação (feedback) negativa, em que altos níveis de testosterona promovem uma redução na secreção de GnRH, inibindo a liberação de LH e conseqüentemente os níveis de testosterona (AMANN e SHANBACHER, 1983).

O processo de espermatogênese em caprinos além de sofrer influência hormonal é dependente de fatores como peso, disponibilidade e qualidade alimentar, sistema de termorregulação escrotal, sazonalidade e temperatura (XAVIER et al., 2008).

A estimulação produzida pelo FSH nas células de Sertoli durante a espermatogênese modula a produção de proteína ligadora de andrógeno (ABP), que tem função de converter testosterona em di-hidrotestosterona (DHT) e estrógeno dentro do túbulo seminífero, promovendo o desenvolvimento das células germinativas (COSTA e PAULA, 2003; DE JONGE e BARRATT, 2006).

A espermatogênese em caprinos é atingida relativamente cedo devido ao alcance da puberdade, entretanto mesmo diante da capacidade espermatogênica semelhante à de um animal adulto a plenitude do processo só é obtida após a fase púbere (MAIA e VIEIRA, 1992).

### 2.1.1 Castração convencional em machos caprinos I

A castração do macho é o método contraceptivo mais difundido entre os animais de produção, o procedimento pode ser cirúrgico ou não cirúrgico e na sua maioria envolvem a ablação testicular (HOW E, 2006).

Um dos principais objetivos da castração de pequenos ruminantes é promover uma melhoria no manejo do rebanho, evitando comportamento agonístico por dominância, além de se evitar coberturas indesejáveis, principalmente quando os animais são abatidos em idade mais avançada (OSÓRIO et al., 2013).

Por meio da castração, também é possível observar a redução da presença dos ácidos graxos de cadeia ramificada, 4-metil octanóico e 4-etil octanóico na gordura subcutânea, assim como a secreção das glândulas de Schietzel, responsáveis pelo odor característico da carne de animais abatidos inteiros ou recém castrados (NUNES, 2001; MADRUGA et al., 2005).

A caracterização da presença desses ácidos graxos promotores do odor na carne caprina foi realizada por meio de avaliação sensorial (WONG 1975; TEIXEIRA et al., 2010; BRAGA et al., 2003; MADRUGA et al., 2003).

Estudos realizados por Hang et al. (2007) indicam que a textura e suculência da carne de caprinos castrados são superiores às encontradas na carne de animais abatidos inteiros. Sendo assim, a castração confere uma maior qualidade, palatabilidade da carne, assim como uma elevação dos níveis de minerais como o cálcio e o ferro (TEIXEIRA et al., 2010; MADRUGA et al., 1999; MADRUGA et al., 2008 ).

Caprinos machos castrados produzem carcaças maiores e mais pesadas, considerando que estes não têm seu crescimento interrompido ao atingir a idade adulta, como ocorre com os machos não castrados (NAUDÉ e HOFMEYER 1981).

Os métodos mais comuns utilizados para a castração de caprinos são: método cirúrgico, orquiectomia bilateral, deferectomia e vasectomia (HOW E, 2006), utilização do burdizzo e do elastrador (RIBEIRO et al., 2003). Apesar de eficientes, as técnicas convencionais de castração levam o animal a estresse e dor elevados, algo que vem sendo condenado dentro dos padrões de bem-

estar animal, que prezam por criar os animais de forma a minimizar os processos de estresse e dor até o seu abate (SOAVE e TREVISAN, 2011; BROOM e MOLENTO, 2004).

Os métodos alternativos de castração buscam a utilização de substâncias inibitórias da atividade reprodutiva de machos bloqueando ou impedindo a produção de espermatozoides (PRUNIER et al., 2006; VON BORELL et al., 2009).

A castração química é uma técnica que provoca fibrose testicular gerada após processo inflamatório promovendo redução da espermatogênese e níveis circulantes de hormônios, por meio de danos muitas vezes irreversíveis as estruturas testiculares (KUTZLER e WOOD, 2006; EMIR et al., 2008).

A utilização desses métodos de castração química promove uma efetiva esterelização, semelhante à castração cirúrgica, contudo a recuperação é mais rápida quando comparada aos métodos convencionais como: anel elastrador, burdizzo ou a castração cirúrgica (EMIR et al., 2008; AHMED e AL-BADRANY, 2009).

A técnica de castração química permite o uso de diversas substâncias, por exemplo a realização de injeção intratesticular de ácido láctico apresenta resultados nas primeiras 24h após aplicação. Doses de 1 a 3 mL/10kg ácido láctico em caprinos promovem efetiva castração (NISHIMURA et al., 1992; OKWEE-ACAI et al., 2008).

Essa crescente preocupação com o bem-estar animal, dentro do sistema de criação associada a práticas menos traumáticas, traz como alternativa o uso de conjugados que visam propiciar a esterilização por meio da formação de anticorpos anti os hormônios reprodutivos (KYMA et al., 2000; BROOM e MOLENTO 2004; VINKE et al., 2008; MORALES et al., 2010; VASQUEZ BRUNO et al., 2013).

## 2.2 Imunocastração

A imunocastração tem sido utilizada na suinocultura a mais de duas décadas, atuando de maneira eficaz mediante a formação de anticorpos anti-

GnRH que são produzidos após a estimulação imunológica, causando uma redução dos níveis circulantes de GnRH e o bloqueio na liberação de LH e FSH (EINARSSON et al., 2009)

A alta eficiência desse tipo de castração na suinocultura promoveu a busca de conjugados anti-GnRH eficientes para castração em outras espécies com a finalidade de desenvolver vacinas que levem a redução da qualidade seminal, produção espermática, níveis de testosterona e comportamento sexual de macho, por meio do uso de bloqueadores de hormônio liberador de gonadotrofinas (GnRH) (OONK et al., 1998; EINARSSON et al., 2009).

O uso de progestágenos que comumente são destinados a contracepção em fêmeas é descrito como ferramenta para castração em machos, entretanto seu uso é contraindicado devido aos seus efeitos colaterais, supressão adrenocortical e alterações no metabolismo da glicose (González, 2002). O uso de medroxiprogesterona leva à quadros de teratozoospermia. A utilização de andrógenos é tida como mais eficiente em relação aos progestágenos, visto que os andrógenos atuam suprimindo a liberação de FSH e LH, promovendo redução na concentração de testosterona intratesticular, levando a queda na produção espermática, contudo também é atribuído ao seu uso uma série de efeitos colaterais, doenças hepáticas, dermatites, obesidade, além da não ser recomendado o seu uso em animais pré-púberes (GRAY et al., 2001).

Uma alternativa mais segura em relação aos efeitos colaterais é associada a vacinas anti-GnRH. A imuno esterilização apresenta características diferentes da terapia hormonal, ela promove uma resposta imunológica e a liberação de anticorpos inativando a ação principalmente do GnRH e LH (PIRARD et al., 2002; LEVY et al., 2004; BOWEN, 2008).

A atividade testicular é regulada por meio de ação hormonal, sendo dependente da síntese e liberação de GnRH pelo hipotálamo. O GnRH é um decapeptídeo sintetizado e armazenado no hipotálamo basal médio e fornece uma ligação humoral entre os sistemas nervoso e endócrino, agindo na hipófise anterior, induzindo a síntese e liberação de hormônios. O GnRH é o principal hormônio controlador da reprodução em mamíferos, inicialmente denominado como hormônio liberador de hormônio luteinizante (LHRH) (THOMPSON, 2000; GONÇALVES et al., 2008).

O controle que o GnRH apresenta na fisiologia reprodutiva dos mamíferos se dá sobre o FSH e o LH, fazendo com que sua ação esteja indiretamente ligada às gônadas. O FSH é responsável pela espermatogênese até o estágio de espermátocitos secundários, por meio da estimulação das células de Sertoli e o LH atua na estimulação das células de Leydig a produzirem andrógenos principalmente a testosterona, a qual, por meio de feedback negativo faz a regulação da secreção de GnRH, FSH e LH (PALUDA, 2005).

Atualmente existem cerca de 2.000 análogos de GnRH sintéticos, que são classificados de acordo com a sua atividade biológica, considerando a sua afinidade com seus receptores, sua absorção, resistência e eliminação. O processo de síntese de agonistas de GnRH se dá por meio de uma substituição entre o isômero "l" pelo isômero "d", juntamente com a substituição da 6-glicina por um resíduo de d-alanina. Esse método pode aumentar a potência do GnRH em até 400%, o que leva a um aumento da sua lipossolubilidade e da sua meia vida (PALUDA, 2005).

De acordo com Morales et al. (2010) a imunocastração se dá pela interferência causada pelos análogos de GnRH no eixo hipotalâmico-hipofisário-gonadal, que impede o crescimento testicular e a produção de testosterona.

O uso de uma vacina contendo um análogo de GnRH ligado a uma proteína carreadora irá promover a formação de anticorpos anti-GnRH (THOMPSON, 2000). Isso promove a neutralização do GnRH endógeno reduzindo a sua difusão dentro dos capilares sanguíneos e a sua ligação nos sítios de ação na hipófise, reduzindo a estimulação e secreção de FSH e LH, que conseqüentemente promove hipoplasia testicular, a produção de espermatozoides e a síntese de hormônios esteroides (SOAVE e TREVISAN, 2011; GONÇALVES et al., 2008; THOMPSON, 2000).

O período de duração de imunização ativa é temporário variando de acordo com a espécie e indivíduo (GODFREY et al., 1996; BURGER et al., 2006; SOAVE e TREVISAN, 2011).

A imunização com agonistas de GnRH para castração tem sido realizada utilizando vários conjugados ao GnRH, sendo que alguns aspectos precisam ser considerados para o desenvolvimento de uma vacina para imunocastração:



a utilização de um antígeno de qualidade com baixo custo de produção permitindo sua utilização em grande escala atraindo o interesse do produtor pelo seu uso, assim com a segurança dos componentes permitindo sua utilização sem prejuízos para os humanos (OONK et al., 1998).

A utilização de vacina comercial em bovinos confinados demonstrou que os animais obtiveram melhor desempenho produtivo e qualidade de carne, além de minimizar os efeitos do comportamento de machos inteiros (AMATAYAKUL-CHANTLER et al., 2012).

Em garanhões a administração da vacina anti-GnRH promoveu a redução da secreção de testosterona, perímetro escrotal, qualidade seminal e o comportamento sexual (JANNETT et al., 2009; BURGER et al., 2006).

Suínos imunocastrados apresentaram maior ganho de peso, melhor conversão alimentar e maiores percentuais de carne e rendimento de carcaça em relação aos suínos castrados cirurgicamente. A melhor conversão alimentar em animais imunizados contra GnRH é devido ao padrão metabólico que é mantido previamente a castração, uma vez que o efeito inibidor da secreção de esteroides testiculares inicia somente após a aplicação da segunda dose da vacina. Até esse momento é possível que esses hormônios atuem auxiliando nesse processo metabólico (VASQUEZ BRUNO et al., 2013).

De acordo com Zamaratskaia et al. (2008) a utilização de duas doses de vacina anti-GnRH em suínos promove a redução dos níveis séricos de testosterona e androsterona, diminui o tamanho dos testículos e das glândulas bulbouretrais.

Vacinas anti-GnRH vem sendo desenvolvidas e utilizadas nas mais diversas espécies domésticas, incluindo suínos (ESBENSHAD e JOHNSON, 1987; BONNEAU e ENIGTH, 1995; MARTINS et al., 2013), bovinos (AMATAYAKUL-CHANTLER et al., 2012), ovinos (PARTHASARATHY et al., 2002) e em caprinos (GODFREY et al., 1996; ULKER et al., 2009).

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado no Setor de Caprinocultura do Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, CCAAB/UFRB, situado no município de Cruz das Almas/BA. O período experimental compreendeu um total de 120 dias, entre os meses de março a junho de 2015. O projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética no Uso de Animais da UFRB, com número de protocolo 23007.003272/2015-91.

O município apresenta clima, segundo a classificação de Köppen, do tipo Af, quente, com temperatura máxima de 30°C e mínima de 17°C, pluviosidade média anual de 1.200mm, sendo os meses de março a julho, os mais chuvosos e outubro e janeiro, os mais secos (Estação Climatológica da UEFS 83221-INMET/DTEC).

Foram utilizados 18 caprinos machos sem raça definida (SRD), com oito meses de idade, com média de 17,80±4,40kg de peso corporal. Os animais foram selecionados previamente por meio de exame andrológico, atendendo ao que é preconizado pelo Colégio Brasileiro de Reprodução Animal (CBRA, 2013).

Durante o período experimental, os animais foram submetidos à sistema extensivo de manejo, com acesso a piquetes de pastagem de *Brachiaria* sp. durante o dia e suplementados com ração a base de milho, soja, núcleo vitamínico-mineral e ureia, além de feno de capim *Panicum maximum* c.v. Massai. Água foi disponibilizada ad libitum.

Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado (DIC) com três grupos experimentais (G) e seis repetições, sendo: G1 – Controle, animais inteiros que receberam 1mL de solução fisiológica subcutânea (SC); G2 e G3 – animais inteiros que receberam 0,5mL e 1mL da vacina anti-GnRH por via SC, respectivamente. Para imunização foi utilizada vacina comercial Bopriva® (Pfizer, Austrália), cada mL de vacina forneceu 400µg do conjugado de GnRH e proteína carreadora.

Foram realizadas duas vacinações consecutivas, conforme recomendação do fabricante, a primeira realizada aos oito meses de idade e a segunda, 30 dias após a primeira.

Foram feitas quinzenalmente pesagens dos animais, mensurações de biometria testicular, com auxílio de paquímetro, para medição da largura e comprimento testicular e fita métrica, para determinação de perímetro escrotal.

Para avaliação da produção e qualidade seminal foram realizadas coletas seminais, por meio de eletroejaculação, a cada 15 dias, com avaliação física e morfológica, segundo o CBRA (2013).

Sessenta dias após a 2ª vacinação, todos os animais foram pesados e encaminhados para o abate em frigorífico especializado sob inspeção federal. Após o abate os animais tiveram seus testículos retirados e acondicionados em caixas térmicas refrigeradas para transporte até o Laboratório de Reprodução Animal da UFRB, onde foram pesados, medidos, dissecados e retirados três fragmentos do testículo esquerdo de cada animal medindo cerca de 1x1cm. Estes foram fixados em solução de formol a 10%, por 24 horas, sendo transferidos para álcool 70% até o processamento do material.

O material fixado foi processado utilizando-se resina histológica Leica® e, após a impregnação, o material foi cortado em micrótomo rotativo para a confecção de lâminas, coradas em azul de toluidina, borato de sódio, para a posterior análise morfométrica, segundo Moraes et al., (2012).

As análises morfométricas testiculares compreenderam os seguintes parâmetros: peso testicular direito e esquerdo, índice gonadossomático, diâmetro dos túbulos seminíferos e altura do epitélio germinativo, proporção volumétrica e volume dos componentes do parênquima testicular; comprimento total dos túbulos seminíferos, comprimento de túbulo seminífero por grama de testículo, índices Leydigossomático e tubulossomático.

A avaliação do diâmetro médio dos túbulos seminíferos foi realizada a partir de 20 secções transversais por animal. As secções avaliadas foram escolhidas mediante varredura horizontal, sendo utilizadas aquelas que apresentarem o contorno o mais circulares. As mensurações foram realizadas com o auxílio de ocular micrométrica 10x e objetiva de 10x em microscópio óptico.

Na mesma secção em que foi obtido o diâmetro tubular, também foi realizada a mensuração da altura do epitélio seminífero, considerando-se a espessura epitelial desde a membrana basal até a borda luminal. Obtendo-se duas mensurações de cada secção transversal, referentes aos dois pontos

contralaterais, sendo considerada como medida representativa a média entre as duas mensurações.

Para o cálculo da proporção volumétrica dos componentes do parênquima testicular, foi utilizada uma gráticula com 408 intercessões consideradas como pontos. Assim foram avaliados dez campos, escolhidos ao acaso, por meio de varredura horizontal dos cortes. De cada animal, foi feita avaliação dos pontos coincidentes sobre os diferentes elementos constituintes do parênquima testicular.

As proporções volumétricas, descritas em percentagem, foram calculadas sobre um total de 2040 pontos por animal, em aumento de 400x. Os componentes do parênquima testicular registrados foram: túbulo seminífero (túnica própria, epitélio seminífero, lume tubular), células intersticiais de Leydig, vasos sanguíneos e tecido conjuntivo.

Para o cálculo do volume do parênquima testicular foi descontado do peso dos testículos, o percentual ocupado pela túnica albugínea e mediastino. Como a densidade dos testículos é muito próxima de um, seu peso é considerado como volume (PAULA, 2002). A partir do volume do parênquima, foi calculado o percentual ocupado pelos túbulos seminíferos, espaço intertubular e células de Leydig no parênquima testicular.

O cálculo do comprimento total dos túbulos seminíferos, foi realizado através da fórmula:  $CTT = \frac{vts}{\pi r^2}$ , em que: CTT é o comprimento total dos túbulos seminíferos, vts é o volume total dos túbulos seminíferos, calculado anteriormente pela proporção volumétrica de túbulos transversal do túbulo seminífero, sendo considerado o raio (r) metade do diâmetro médio. O resultado final, referente ao comprimento total de túbulos, para cada animal, é expresso em metros. O índice gonadossomático, que representa o percentual da massa corporal alocado em testículo, calcula-se através da divisão do peso médio dos dois testículos pelo peso corporal.

Os índices Leydigossomático e tubulossomático representam o percentual da massa corporal alocados, respectivamente, em células de Leydig e túbulos seminíferos. Seu cálculo é realizado inferindo-se ao índice gonadossomático o percentual do parênquima testicular ocupado pelas células de Leydig e túbulos seminíferos.

Os dados foram analisados quanto à normalidade pelo teste de Shapiro-Wilk. Para parâmetros com distribuição normal foi utilizada a Análise de Variância com 5% de probabilidade. Para dados não paramétricos foi utilizado o teste de Teste de Kruskal-Wallis, a 5% de probabilidade (SPSS, versão 23.0).

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve diferença para largura do testículo direito e esquerdo, comprimento do testículo direito e esquerdo e circunferência escrotal ( $P < 0,05$ ), entre os tratamentos (Tabela 3).

Tabela 1. Biometria testicular de caprinos imunocastrados com vacina anti-GnRH antes da aplicação da vacina.

Parâmetros (cm)	Grupos Experimentais		
	Controle	0,5mL de vacina	1,0mL de vacina
Largura TD <sup>1</sup>	3,96±1,41a	5,03±1,11b	4,06±1,73b
Largura TE <sup>2</sup>	3,50±1,65a	3,95±1,98b	4,88±1,14b
Comprimento TD <sup>1</sup>	2,18±1,06a	2,90±0,79b	2,95±1,18b
Comprimento TE <sup>2</sup>	2,30±1,01a	3,80±1,11b	3,70±1,24b
CE <sup>1</sup>	15,70±3,28a	20,00±5,43b	19,83±4,93b

Controle – aplicação de 1,0mL de solução fisiológica subcutânea (SC); 0,5mL de vacina – aplicação de 0,5mL de vacina anti-GnRH SC; 1,0mL de vacina – aplicação de 1,0mL de vacina anti-GnRH SC. TD – Testículo direito; TE – Testículo Esquerdo; CE – Circunferência Escrotal. Médias seguidas de letras diferentes nas linhas diferem ( $P > 0,05$ ) entre os tratamentos pelo teste de Tukey.

Característica que pôde ser observada mediante a gradual redução das medidas nos animais imunizados, e a elevação principalmente no valor de CE dos animais pertencentes ao grupo controle ilustradas (Tabela 2) e (Tabela 3).

Tabela 2. Biometria testicular de caprinos imunocastrados com vacina anti-GnRH trinta dias após a primeira vacina.

Parâmetros (cm)	Grupos Experimentais		
	Controle	0,5mL de vacina	1,0mL de vacina
Largura TD <sup>1</sup>	2,60±1,15a	2,38±0,80b	2,35±1,09b
Largura TE <sup>2</sup>	2,26±1,11a	2,45±0,97b	2,45±1,01b
Comprimento TD <sup>1</sup>	4,66±1,02a	4,63±1,37b	4,86±1,22b
Comprimento TE <sup>2</sup>	4,40±1,43a	4,71±1,28b	4,73±1,30b
CE <sup>1</sup>	17,15±3,18a	17,45±2,99b	17,63±3,26b

Controle – aplicação de 1,0mL de solução fisiológica subcutânea (SC); 0,5mL de vacina – aplicação de 0,5mL de vacina anti-GnRH SC; 1,0mL de vacina – aplicação de 1,0mL de vacina anti-GnRH SC. TD – Testículo direito; TE – Testículo Esquerdo; CE – Circunferência Escrotal. Médias seguidas de letras diferentes nas linhas diferem ( $P > 0,05$ ) entre os tratamentos pelo teste de Tukey.

Tabela 3. Biometria testicular de caprinos imunocastrados com vacina anti-GnRH antes do abate.

Parâmetros (cm)	Grupos Experimentais		
	Controle	0,5mL de vacina	1,0mL de vacina
Largura TD <sup>1</sup>	3,35±0,50a	2,23±0,57b	2,43±0,76b
Largura TE <sup>2</sup>	3,57±0,52a	2,33±0,63b	2,46±0,76b
Comprimento TD <sup>1</sup>	6,09±0,68a	3,90±0,67b	4,16±1,25b
Comprimento TE <sup>2</sup>	5,95±0,65a	3,86±0,79b	4,26±1,21b
CE <sup>1</sup>	21,18±2,15a	15,25±2,82b	15,38±3,05b

Controle – aplicação de 1,0mL de solução fisiológica subcutânea (SC); 0,5mL de vacina – aplicação de 0,5mL de vacina anti-GnRH SC; 1,0mL de vacina – aplicação de 1,0mL de vacina anti-GnRH SC. TD – Testículo direito; TE – Testículo Esquerdo; CE – Circunferência Escrotal. Médias seguidas de letras diferentes nas linhas diferem (P>0,05) entre os tratamentos pelo teste de Tukey.

As medidas testiculares são consideradas como parâmetros na avaliação da produção espermática de caprinos (AMAANN e SCHAMBACKER, 1983).

De acordo com Souza et al. (2001) o perímetro escrotal tem correlação com a idade, a puberdade, a concentração e a motilidade espermática, atribuindo esta característica visualizado na tabela 3.

O crescimento do perímetro escrotal de caprinos é tido como constante dos seis aos doze meses em caprinos da raça Alpina (BUSTAMENTE et al., 2012). Contudo, Lôbo et al. (1997) recomendaram que a escolha de animais como reprodutores por meio da avaliação de CE, pode ser feita a partir dos 7 meses de idade.

AGGA et al. (2011) descrevem valores de circunferência escrotal e comprimento testicular para caprinos aos 12 meses em 22,4 e 5,9cm, respectivamente, estando o grupo controle dentro dessa faixa de valor.

Nishimura et al. (2000) ao trabalharem com caprinos da raça Tokara, observaram que o desenvolvimento testicular máximo foi obtido aos 12 meses. Essa afirmação sugere que os animais do grupo controle poderiam ter um valor de CE mais elevado, visto que os animais foram abatidos aos 11 meses não tendo assim apresentado o potencial máximo de crescimento testicular.

Santos et al. (2006) trabalhando com caprinos da raça Alpina 26,9cm de CE acima de 12 meses. O abate dos animais aos 12 meses poderia causar elevação dos valores encontrados no presente estudo para o grupo controle, levando-se em consideração que os testículos dos mesmos ainda se encontravam em desenvolvimento.

A redução da circunferência escrotal, largura do testículo direito, esquerdo, comprimento do testículo direito, esquerdo, evidenciada nos grupos tratados indica efetividade da vacina, visto que o bloqueio do GnRH reduz as concentrações circulantes de LH e atividade espermatogênica expressa pela quantidade e volume de células (ALMEIDA et al., 2010).

De acordo com Ferro et al. (2004) em animais imunocastrados pode haver um discreto aumento da largura testicular, seguido por uma rápida diminuição nas semanas seguintes a imunização, com redução de até 20% duas semanas após a segunda imunização e 25% com uma terceira aplicação como foi observado em carneiros duas semanas após aplicação de vacina anti-GnRH com a reversão em 4 semanas da última aplicação.

Ovinos vacinados com conjugado anti-GnRH no primeiro mês de idade e com reforço aos quatro meses e meio apresentaram redução de CE até os 2 anos de idade (BROWN et al., 1999). Da mesma forma, Ulker et al. (2005), trabalhando com ovinos observaram redução significativa de CE entre animais imunizados e o grupo controle, com início do decréscimo na segunda semana após a imunização.

Redução acentuada na CE de bovinos foi obtida em trabalho realizado por Chandolia et al. (1997). Theubet et al. (2010) trabalhando com bovinos na puberdade, fizeram uso do conjugado Bopriva® demonstrando supressão do crescimento testicular por até 10 semanas após aplicação.

Janett et al. (2012) avaliando a imunização de bovinos com duas aplicações de Bopriva®, observaram que houve alteração na secreção de LH, crescimento testicular e níveis plasmáticos de testosterona.

A imunização ativa por meio de conjugados anti-GnRH promove uma redução da circunferência escrotal por meio da supressão da liberação do GnRH no hipotálamo, conseqüente modulação sobre a hipófise anterior reduzindo a liberação de FSH e LH, levando ao declínio da atividade gonadal com redução da espermatogênese (KIYMA et al., 2000; FERRO et al., 2004; ÜLKER et al., 2009).

Ferro et al. (2004) observaram redução de 30-45% do volume testicular de bovinos imunocastrados, contudo a redução promovida no presente estudo em caprinos foi de 19,84% e 19,37% para 0,5 e 1,0 mL, respectivamente. Valores bem inferiores aos encontrados por Schanbacher (1982) de 81% em



ovinos Merino; Godfrey et al. (1996) de 78% e 63% do valor do peso parênquima testiculares em caprinos e Han et al. (2015), com valores de 64,82% e 69,14% do peso e volume, respectivamente, avaliando resposta a vacina anti-GnRH em ovinos Tibetanos.

Gökdal et al. (2010) atribuem essa hipoplasia testicular em ovinos imunocastrados a menores diâmetros dos túbulos seminíferos, redução da capacidade mitótica das espermatogônias. Corroborando com Einarsson et al. (2009), trabalhando com suínos.

O decréscimo do tamanho dos testículos compromete a produção espermática devido a redução do epitélio germinativo. Os dados referentes a avaliação física e morfológica dos ejaculados são demonstradas (Tabela 2) e (Tabela 3).

Os dados de volume, turbilhonamento, vigor, concentração, defeitos maiores, menores e totais não apresentaram diferença ( $P > 0,05$ ) entre o grupo controle e os grupos vacinados na primeira avaliação estando todos os parâmetros dentro dos valores sugeridos pelo CBRA (2013) (Tabela 2). Entretanto os valores obtidos na última avaliação seminal (Tabela 3), realizada um dia antes do abate dos animais, apresentou diferença ( $P < 0,05$ ) para as variáveis: volume, turbilhonamento, vigor, concentração, defeitos maiores, menores e totais.

De acordo com o CBRA (2013), o volume do ejaculado sofre muitas variações de acordo com o método de colheita, vagina artificial ou eletroejaculador, variando de 0,5-1,5 mL. Salgueiro e Nunes (1999) descrevem que em caprinos nativos adultos é esperado um volume espermático entre 0,5-2,0mL. Para MIES FILHO (1987), o valor médio do volume do ejaculado em caprinos é 0,8mL, variando de 0,2 a 2,0mL.

Tabela 4. Parâmetros físicos e morfológicos seminais de caprinos imunocastrados com vacina anti-GnRH na primeira coleta.

Parâmetros	Grupos Experimentais		
	Controle	0,5mL de vacina	1,0mL de vacina
Volume seminal (mL)	1,06±0,11	0,71±0,51	1,10±0,33
Turbilhonamento (0-5)	2,66±0,11	2,50±1,30	2,8±0,90
Motilidade (%)	78,33±2,88	70,83±10,20	77,00±7,58
Vigor (0-5)	2,66±0,28	2,41±1,02	3,10±0,74
Concentração (×10 <sup>9</sup> /mL)	2,34±5,24	2,56±1,88	3,38±1,01
Defeitos Menores (%)	13,00±1,64	8,83±5,70	9,40±5,50
Defeitos Maiores (%)	4,66±4,61	13,50±6,28	13,40±18,92
Defeitos Totais (%)	8,83±3,32	11,16±5,39	11,40±11,13

Controle – aplicação de 1,0mL de solução fisiológica intramuscular (SC); 0,5mL de vacina – aplicação de 0,5mL de vacina anti-GnRH SC; 1,0mL de vacina – aplicação de 1,0mL de vacina anti-GnRH SC.

A redução dos níveis de GnRH, FSH e LH, que geram redução da espermatogênese é atribuída a diminuição dos componentes dos túbulos seminíferos levando a atrofia do epitélio germinativo, com redução do citoplasma e condensação nuclear das células, afetando diretamente a qualidade seminal produzida (PETERS et al., 2000; FERRO et al., 2004).

Tabela 5. Parâmetros físicos e morfológicos seminais de caprinos imunocastrados com vacina anti-GnRH na segunda coleta.

Parâmetros	Grupos Experimentais		
	Controle	0,5mL de vacina	1,0mL de vacina
Volume seminal (mL)	2,50±1,29a	0,62±0,47b	0,84±0,16b
Turbilhonamento (0-5)	2,87±0,85a	1,60±1,51b	2,8±0,75b
Motilidade (%)	77,50±6,45a	43,00±31,93b	73,00±10,36b
Vigor (0-5)	3,00±0,70a	1,60±1,55b	3,10±0,74b
Concentração (×10 <sup>9</sup> /mL)	3,73±2,19a	2,25±3,03b	2,52±2,28b
Defeitos Menores (%)	11,00±11,19a	12,00±8,91b	12,40±6,54b
Defeitos Maiores (%)	3,75±0,95a	18,80±17,51b	8,60±3,36b
Defeitos Totais (%)	7,37±5,40a	15,40±10,68b	10,50±4,73b

Controle – aplicação de 1,0mL de solução fisiológica intramuscular (SC); 0,5mL de vacina – aplicação de 0,5mL de vacina anti-GnRH SC; 1,0mL de vacina – aplicação de 1,0mL de vacina anti-GnRH SC. Médias seguidas de letras diferentes (a,b) nas linhas diferem (P>0,05).

Foi observada uma redução da qualidade e quantidade dos ejaculados entre os grupos a partir da segunda coleta, onde se iniciou um quadro de aspermia até a última coleta, também foram notados quadros de azoospermia nos animais vacinados.

De acordo com FERRO et al. (2004) a ausência de ejaculado ou de células espermáticas no ejaculado de animais imunizados com conjugados anti-GnRH se dá devido à forte supressão do eixo hipotalâmico hipofisário

gonadal, pois a produção de anticorpos anti-GnRH ligam-se as moléculas do hormônio impedindo sua ligação aos receptores de membrana.

A neutralização da molécula de GnRH por sua vez inibe a liberação de LH e FSH através da hipófise, bloqueando os pulsos de LH necessários para o desenvolvimento testicular, estimulação das células de Leydig, produção de testosterona e maturação das células espermáticas (GONZÁLES, 2002; DUKES et al., 2004; JANETT et al., 2012a).

De acordo com o que é preconizado pelo fabricante da vacina utilizada, o bloqueio promovido pelo conjugado GnRH proteína carreadora gera uma azoospermia, associada a hipoplasia testicular, reversíveis. Foi observada aspermia em 10 dos 12 animais imunizados (Tabela 6)

Tabela 6. Parâmetros físicos e morfológicos seminais de caprinos imunocastrados com vacina anti-GnRH na última coleta.

Parâmetros	Grupos Experimentais		
	Controle	0,5mL de vacina	1,0mL de vacina
Volume seminal (mL) <sup>1</sup>	1,02±0,48a	0,1±0,2b	0,83±0,18b
Turbilhonamento (0-5) <sup>2</sup>	3,4±1,08a	0,16±0,34b	0,16±0,34b
Motilidade (%) <sup>1</sup>	84,00±10,83a	7,5±15,52b	5,00±11,18b
Vigor (0-5) <sup>1</sup>	3,90±1,24a	0,16±0,34b	0,16±0,34b
Concentra. (×10 <sup>9</sup> /mL) <sup>1</sup>	4,04±2,36a	1,6±3,3b	2,75±1,02b
Defeitos Menores (%) <sup>2</sup>	2,50±1,50a	1,91±2,00b	1,33±2,98b
Defeitos Maiores (%) <sup>2</sup>	2,00±1,25a	1,08±2,24b	1,41±3,16b
Defeitos Totais (%) <sup>2</sup>	4,50±2,75a	3,0±6,07b	2,75±6,14b

Controle – aplicação de 1,0mL de solução fisiológica intramuscular (SC); 0,5mL de vacina – aplicação de 0,5mL de vacina anti-GnRH SC; 1,0mL de vacina – aplicação de 1,0mL de vacina anti-GnRH SC. <sup>1</sup>Dados paramétricos (média e desvio padrão) <sup>2</sup>Dados não paramétricos (mediana e amplitude interquartil). Médias seguidas de letras diferentes (a,b) nas linhas diferem (P>0,05) entre os tratamentos pelo teste de Tukey.

Para Daley et al. (1995), a imunização é mais efetiva em animais vacinados ainda no primeiro mês de vida, quando comparados àqueles imunizados em idades mais avançadas. Característica que pode estar ligada a função do LH, que mesmo em baixos níveis, promove a síntese de testosterona pelos testículos. Os baixos níveis de testosterona e a atrofia das células do epitélio germinativo levam a uma produção espermática defeituosa, aspermia e azoospermia.

Contudo, um animal de cada grupo imunizado permaneceu com presença de espermatozoides em seus ejaculados durante todo período

experimental. Porém os valores que representam esses ejaculados encontram-se muito abaixo do desejado para a espécie de acordo com CBRA (2013).

O peso corporal dos animais não foi afetado pela utilização da vacina ( $P>0,05$ ) (Tabela 4). O peso corporal é descrito como um dos principais fatores desencadeantes da puberdade animal, apresentando estreita relação com medidas de circunferência escrotal, maior peso corporal está associado a maior CE (BRAUN, 1980). Entretanto isso não foi observado no presente estudo.

Ulker et al. (2002) indicam que machos castrados cirurgicamente possuem taxas de ganho de peso e rendimento de carcaça inferiores à de animais inteiros ou imunocastrados, atribuindo a que a ablação cirúrgica cause uma interrupção abrupta nos níveis de esteroides gonadais.

Segundo Adams et al. (1993) animais imunocastrados mantém níveis residuais de secreção de esteroides promovendo uma atividade anabólica suficiente para manter sua taxa de crescimento.

Os valores de peso encontrados estão de acordo com os valores de caprinos SRD aos 10-12 meses de idade (GIBBONS et al., 2009). Alterações no peso de caprinos podem ser associadas à época de nascimento, animais nascidos na primavera apresentam peso inferior ao de animais nascidos no verão e no outono. Diferença que se mantém para o peso de entrada na puberdade (DELGADILHO et al., 2007). Os animais do presente estudo foram nascidos no mesmo período do ano com diferença de  $1\pm 3$  dias entre os nascimentos.

Tabela 7. Peso corporal e parâmetros de morfometria testicular de caprinos imunocastrados com vacina anti-GnRH

Parâmetros	Grupos Experimentais		
	Controle	0,5mL de vacina	1,0mL de vacina
Peso Corporal (kg)	23,16±4,61	21,70±3,11	21,68±4,45
Peso TD*	68,74±14,10	27,04±27,57	17,06±6,50
Peso TE*	70,60±17,51	25,56±25,00	16,75±6,32
IGS (%)*	0,61±0,14	0,24±0,24	0,15±0,05
DTS (µm)*	215,25±45,55	135,13±45,88	121,51±47,32
AEG (µm)	60,78±10,75	49,15±19,06	40,73±15,26
DL (µm)	88,16±32,00	46,90±18,77	52,36±33,22

Controle – aplicação de 1,0mL de solução fisiológica subcutânea (SC); 0,5mL de vacina – aplicação de 0,5mL de vacina anti-GnRH SC; 1,0mL de vacina – aplicação de 1,0mL de vacina anti-GnRH SC. Houve diferença ( $P>0,05$ ) para TD – Testículo Direito; TE – Testículo Esquerdo; IGS – Índice Gonadossomático; DTS – diâmetro de tubo seminífero. Não houve diferença ( $P<0,05$ ) para Peso corporal; AEG – Altura de epitélio germinativo; DL – Diâmetro de lúmen.

Outro fator que influencia o peso corporal é a diferença nos níveis de energia ingeridos pelos animais, visto que dietas com maior nível energético promovem um crescimento e desenvolvimento maiores em relação a animais que sofram algum tipo de restrição, também possuindo reflexo no peso testicular (ASSIS et al., 2008). Os animais utilizados nesse estudo foram mantidos sob o mesmo tipo de manejo, sanitário e alimentar.

A não diferença, para o ganho de peso entre controle e imunizados Bopriva® 0,5 e 1,0 mL, é descrita em trabalho realizado com bovinos vacinados com Bopriva® com 3 e 6 semanas de idade (JANETT et al., 2012).

Essa característica pode ser atribuída ao fato de todos animais terem sido mantidos nas mesmas condições de alimentação e manejo. Dietas com níveis energéticos diferentes podem promover, além de aumento no peso corporal elevação do PE, conseqüentemente peso testicular (ASSIS et al., 2008).

Souza et al. (2003), descrevem que as medidas de biometria testicular têm associação com a puberdade, desenvolvimento corporal e aspectos quantitativos da espermatogênese em ovinos.

A redução do peso testicular entre os grupos é caracterizada por uma atrofia testicular, este fato leva a insuficiência na produção espermática e quadros de azoospermia (FERRO et al., 2004).

O IGS é um parâmetro condicionado ao peso testicular e demonstrou diferença ( $P<0,05$ ) entre o grupo controle e os grupos 0,5 e 1,0 mL (Tabela 4). É conhecido que a diminuição do aporte hormonal promove variações no IGS.

Em ovinos e descrita a variação de acordo com o período do ano de 0,35% e 0,33%, época seca e chuvosa respectivamente (SANTOS et al., 2015).

BARBOSA et al. (2012) encontraram 0,27% de IGS em caprinos 34 Boer aos 5 meses de idade, valor inferior ao observado no controle, entretanto superior aos animais imunizados indicando que a ação do conjugado Bopriva® em caprinos leva a um valor de IGS semelhante ao de animais pré-púberes.

O diâmetro dos túbulos seminíferos apresentou diferença ( $P < 0,05$ ) (Tabela 4) entre o grupo controle e grupos imunocastrados. A redução no DTS é uma característica marcante da incapacidade espermatogênica causada em animais imunizados. O diâmetro tubular é descrito como fator indicativo da atividade espermatogênica (FRANÇA e RUSSEL, 1998).

Sabe-se que quanto maior for a população celular maior será o tamanho testicular, pode-se atribuir essa redução encontrada nos grupos imunizados ao eficiente bloqueio na liberação de FSH e LH devido falta de GnRH para modular essa atividade. O decréscimo de LH e FSH causa a redução na síntese e liberação de testosterona resultando em atrofia do epitélio germinativo, queda no número de células de Sertoli, espermátides, espermátócitos, condensação nuclear e atrofia citoplasmática das células de Leydig (FERRO et al., 2004).

O lúmen tubular apresenta seu desenvolvimento durante a puberdade podendo ser observado em caprinos a partir dos 4 meses de idade juntamente com a diferenciação das células do epitélio germinativo, conseqüentemente ao elevado peso testicular (GOYAL et al., 1999; FRANÇA e RUSSELL, 1998).

De acordo com Janett et al. (2009), um menor peso testicular deve ser esperado em animais imunizados em comparação ao grupo controle. Estando de acordo com o que foi observado no presente trabalho, a redução do peso testicular causou a diminuição de todos os componentes tubulares.

Janett et al. (2012), notaram que a concentração e os pulsos de LH são alterados em animais vacinados com Bopriva®, além disso supõem que a imunização cause uma falha nos receptores de LH nas células de Leydig tornando a supressão ativa não apenas para o GnRH.

Não foi observada diferença para a proporção volumétrica dos componentes do parênquima testicular ( $P > 0,05$ ) (Tabela 5).

Tabela 8. Proporção volumétrica dos componentes do parênquima testicular de caprinos imunocastrados com vacina anti-GnRH

Parâmetros (%)	Grupos Experimentais		
	Controle	0,5mL de vacina	1,0mL de vacina
Epitélio Germinativo	59,35±7,56	49,59±18,06	59,55±7,68
Lúmen	21,60±7,84	21,77±19,29	12,83±8,14
Membrana Basal	3,96±1,17	5,91±2,39	4,73±0,86
Espaço Tubular	84,91	74,79	77,11
Células de Leydig	1,01±0,26	2,02±1,34	1,33±0,47
Vasos	0,87± 0,40	1,38±0,30	1,44±0,94
Tecido Conjuntivo	13,08±3,94	21,77±12,32	20,09±6,14
Espaço Intertubular	14,96	25,17	22,86

Controle – aplicação de 1,0mL de solução fisiológica subcutânea (SC); 0,5mL de vacina – aplicação de 0,5mL de vacina anti-GnRH SC; 1,0mL de vacina – aplicação de 1,0mL de vacina anti-GnRH SC.

Ferro et al. (2004) relatam atrofia citoplasmática e condensação nuclear das células de Leydig em animais imunocastrados, conferindo características de células primitivas do estroma, além de alterações degenerativas nas mesmas células. Essas mudanças na conformação da célula impedem a que o LH se ligue a sua membrana e module a produção de testosterona (STANBENFELD e EDQVIST, 1996).

Em experimento realizado por Duckett et al. (1997), animais com alteração da morfologia das células de Leydig o restabelecimento da conformação normal das células só foi possível mediante a administração de FSH exógeno.

Avaliação dos níveis de anticorpos circulantes nem sempre são eficazes para caracterizar a eficiência de vacinas anti-GnRH, entretanto a análise histológica dos tecidos e dosagens hormonais são as mais confiáveis por ilustrarem de maneira mais ampla as alterações causadas pela supressão do eixo hipotalâmico hipofisário gonadal (FERRO et al., 2002).

Han et al. (2015) notaram uma redução de 36% para o DTS comparado animais imunocastrados com o controle, além disso a produção celular dos animais imunizados foi menor que o controle, não sendo notados espermatozoides no lúmen tubular de animais imunizados.

A queda nas concentrações séricas de LH, FSH e testosterona levando a uma severa restrição na espermatogênese e a quadros de aspermia e azoospermia (AGUIAR et al., 2006; HAN et al., 2015). Os picos de liberação de LH são seguidos pela estimulação e elevação da testosterona 30-60 minutos depois, os baixos níveis de LH causam a redução do tamanho das células de

Leydig, levando a um decréscimo na produção de testosterona, conversão de testosterona em DHT no interior do túbulo por meio da proteína ligadora de andrógeno, estimulando as células de Sertoli (STANBENFELD e EDQVIST, 1996; O'DONNELL et al., 2001).

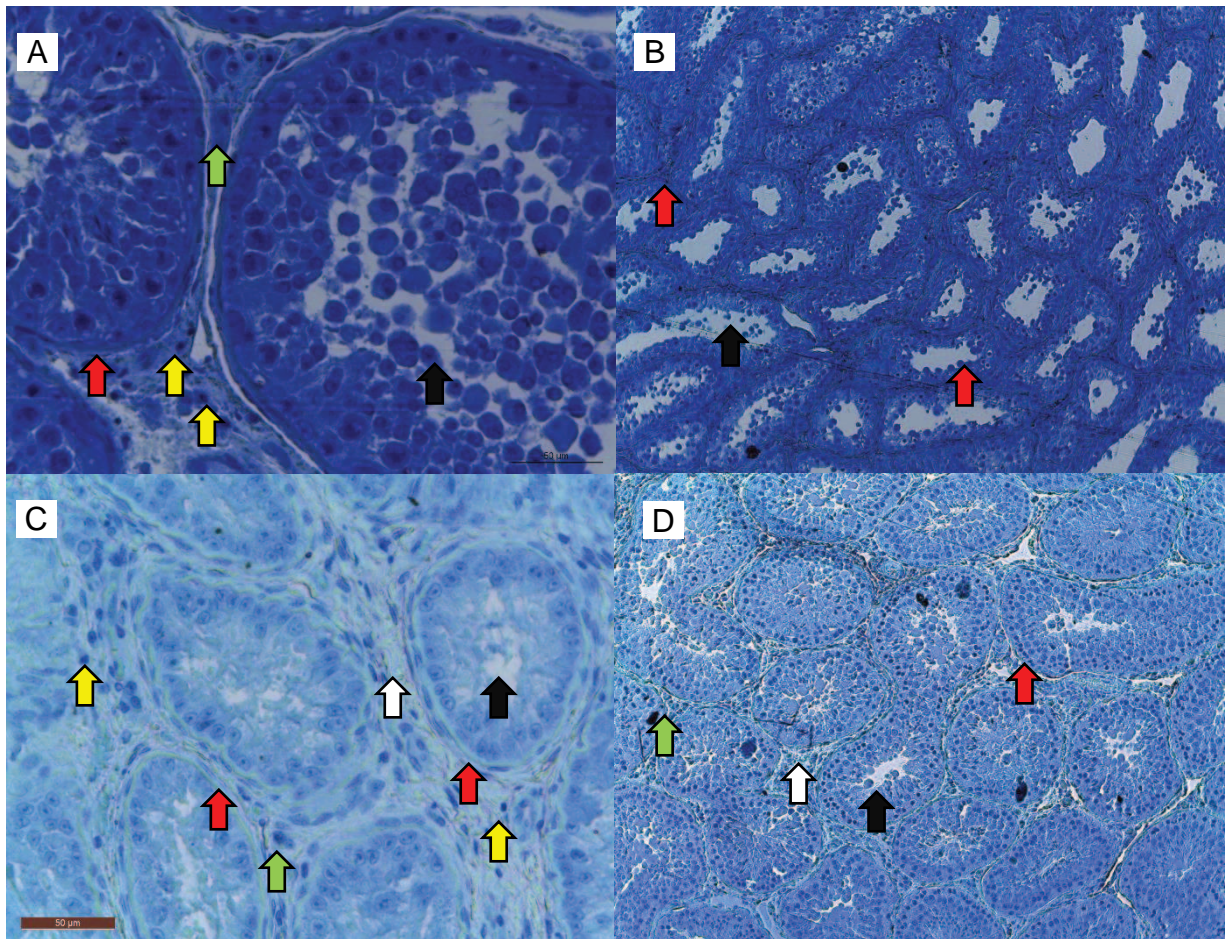
Em ruminantes os picos de liberação de LH tem variação de 4-5 horas durante 24 h em touros e de até 12 horas entre as liberações em ovinos, a presença dos picos de LH são imprescindíveis para um desenvolvimento testicular e correta espermatogênese (STANBENFELD e EDQVIST, 1996).

Mudanças na forma de secreção de LH e na conformação dos seus receptores na membrana das células de Leydig já foram descritos em animais imunocastrados com vacina anti-GnRH (FERRO et al., 2004).

A diminuição dos componentes tubulares pode promover uma maior visualização dos componentes intertubulares. Earl et al. (2006) observaram que animais imunocastrados apresentam espessamento da parede dos túbulos, aumento da proporção da membrana basal, pequenos vasos, células intersticiais mal definidas, aumento da densidade do tecido conjuntivo, porém os animais controle apresentam ciclo espermático sincrônico com sucessivas gerações celulares a partir da lâmina basal até o lúmen tubular. Características que foram encontradas no presente trabalho para os grupos 0,5, 1,0 mL e controle respectivamente (Figura 1).



Figura 1. Corte histológico testicular de caprinos imunocastrados com vacina anti-GnRH e grupo controle.



A animal do grupo controle, B animal do grupo 0,5 mL, C e D animal do grupo 1,0 mL Bopriva®. Setas pretas (Lúmen), amarelas (Células de Leydig), vermelhas (Membrana Basal), verdes (Tecido Conjuntivo), brancas (Vasos).

Em suínos castrados com **IMPROVAC**® é observada uma clara redução do DTS, 38% de redução para animais imunizados entre 10 – 14 semanas de idade, 18 % para animais imunizados entre 16 – 20 semanas em comparação aos animais do grupo controle.

Atribuindo a redução dos túbulos à hipoplasia testicular que é característica de animais imunocastrados com vacinas anti-GnRH (ZAMARATSKAIA et al., 2008; EINARSSON et al., 2009).

Os dados referentes aos índices: Leydigossomático (ILS%), Tubulossomático (ITS %), Comprimento Total Tubular (CTTm), Comprimento Total por Grama de Testículo (CTGTm $\mu$ g), expressos na Tabela 6 indicam que não houve diferença entre os grupos experimentais ( $P > 0,05$ ).

Tabela 9. Morfometria testicular de caprinos imunocastrados com vacina anti-GnRH.

Parâmetros	Grupos Experimentais		
	Controle	0,5mL de vacina	1,0mL de vacina
ILS (%)	0,0032±0,006	0,0038±0,006	0,0010±0,0003
ITS (%)	0,3798±0,083	0,3490±0,048	0,3638±0,0611
CTT (m)	1769,48±690,20	1398,43±885,74	1384,82±796,59
CTGT (mg)	13,06±5,07	34,34±23,10	65,75±91,65

Controle – aplicação de 1,0mL de solução fisiológica subcutânea (SC); 0,5mL de vacina – aplicação de 0,5mL de vacina anti-GnRH SC; 1,0mL de vacina – aplicação de 1,0mL de vacina anti-GnRH SC. ILS – Índice Leydigossomático; ITS – Índice Tubulossomático; CTT – Comprimento total de túbulos seminíferos; CTGT – Comprimento total de túbulos seminíferos por grama de testículo.

Martins et al. (2008) encontraram valor de 3671,30m para o CTT de ovinos SPRD, valor superior ao obtido em todos os grupos experimentais no presente estudo.

Segundo Devkota et al (2010) a hipoplasia pode ser uma consequência de um quadro de degeneração testicular causado por diversos fatores dentre eles: lesões obstrutivas, traumas, efeitos da idade, fatores hereditários e processos autoimune levando a redução na proporção do volume tubular e testicular, visto que os túbulos são os componentes em maior proporção no parênquima dos testículos. A hipoplasia causada pela aplicação de vacinas anti-GnRH tem um caráter autoimune transitório e reversível sem afetar a função reprodutiva dos animais imunizados (FERRO et al., 2004; JANETT et al., 2009; JANETT et al., 2012b)

Os custos referentes a aquisição de vacinas para imunocastração podem ser tidos como um fator limitante para seu uso pelos produtores de caprinos no Brasil, principalmente na Região Nordeste visto que durante a realização deste experimento as imunizações dos animais saíram a um valor de R\$ 15,00 para os animais vacinados com 1 mL do conjugado, R\$ 7,50 para os animais vacinados com 0,5 mL do conjugado. Custos que são bem superiores quando comparados com o método convencional de castração mais utilizado que é o burdizzo.

## 5 CONCLUSÃO

Diante do observado no presente trabalho conclui-se que a utilização do conjugado anti-GnRH, pode ser uma ferramenta eficaz na castração de caprinos, visto que promoveu a redução da circunferência escrotal, do diâmetro dos túbulos seminíferos, da altura dos túbulos seminíferos e do índice leydigossomático, sem diferença no peso final, assim como um quadro de aspermia em todos os animais dos grupos tratados.

A dose preconizada para uso em bovinos, de 1,0mL pode ser reduzida para 0,5mL para uso em caprinos sem prejuízo na eficiência do bloqueio.

Mais estudos são necessários para avaliar a eficácia do processo por um tempo maior, determinar por quanto tempo as características da imunocastração permanece e se a sua reversão traz algum prejuízo aos parâmetros reprodutivos dos animais.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABI SAAB, S.; SLEIMAN, F.T.; NASSAR, K.H.; CHEMALY, I.; EL-SKAFF, R. 1997. Implication of high and low protein levels on puberty and sexual maturity of growing goats male kids. *Small Ruminants Research* 25:17-22.
- ADAMS, T.E.; DALEY, C.A.; ADAMS, B.M.; SAKURAI, H. 1993. Testis function and feedlot performance of bulls actively immunized against gonadotropin releasing hormone: effect of implants containing progesterone and estradiol benzoate. *Journal of Animal Science*. 71: 811-817.
- AGGA, G.E.; UDALA, U.; REGASSA, F.; W DIE, A. 2011. Body measurements of bucks of three goat breeds in Ethiopia and their correlation to breed, age and testicular measurements. *Small Ruminants Research*. 95:133-138.
- AGUIAR, G.V.; ARAUJO, A.A.; MOURA, A.A.A. 2006. Desenvolvimento testicular, espermatogênese e concentrações hormonais em touros Angus. *Revista Brasileira de Zootecnia* 35: 1629-1638.
- AHMAD, N.; NOAKES, D.E.; WILSON, C.A. 1996. Secretory profiles of LH and testosterone in pubescent male goat kids. *Small Ruminants Research* 21: 51-56.
- AHME, O.S.; AL-BADRANY, M.S. 2009. Chemical castration in equidae. *Mosul College of Veterinary*
- AISEN, E. G.; BICUDO, S.D. 2008. Reprodução Ovína e Caprina. *São Paulo Med.Vet.*
- ALMEIDA, M.M.; MACHADO, J.A.A.N.; AMBRÓSIO, C.E.; MENEZES, D.J.A.; RIGHI, D.A.; NASCIMENTO, I.M.R.; CARVALHO, M.A.M. 2010. Influência do grau de bipartição escrotal sobre parâmetros reprodutivos de caprinos. *Pesquisa Veterinária Brasileira* 30: 345-350.
- AMANN, R. P.; SCHANBACHER, B. D. 1983. Physiology of male reproduction. *Journal of Animal Science* 57: 380-403.
- AMATAYAKUL-CHANTELIER, S.; JACKSON, J.A.; STEGNER, J.; KING, V.; RUBIO, L.M.S.; HOWARD, R.; LOPEZ, E.; WALKER, J. 2012. Immunocastration of *Bos indicus* x Brown Swiss bulls in feedlot with gonadotropin-releasing hormone vaccine Bopriva provides improved performance and meat quality. *Journal of Animal Science* 90:3718-3728.
- ASSIS, R. M.; PÉREZ, J. R. O.; BARRETO FILHO, J. B.; PAULA, O. J. de; ALMEIDA, T. R. V.; MACHADO JUNIOR, G. L.; FRANÇA, P. M. 2008. Evolução do peso testicular de cordeiros da raça Santa Inês alimentados com diferentes níveis de energia. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*. 60:1219-1226.
- BARBOSA, L. P.; OLIVEIRA, R.L.; SILVA, T.M.; JESUS, I.B.; GARCEZ NETO, A.F.; BAGALDO, A.R. 2012. Morfometria testicular de cabritos alimentados com óleo de licuri (*Syagrus coronata*). *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*. v.64, n.4, p.804-809.
- BARROS, N.N.; VASCONCELOS, V.R.; WANDER, A.E. 2005. Eficiência bioeconômica de cordeiros F. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 40:825-831.
- BONGSO, T. A.; JAINUDEEN, M. R.; ZAHRAH, A. S. 1982. Relationship of scrotal circumference to age, bodyweight and onset of spermatogenesis in goats (*Capra Hircus*). *Theriogenology*. v.18, n.5: p.513-524.
- BONNEAU, M.; ENRIGHT, W. J. 1995. Immunocastration in cattle and pigs. *Livestock Production Science* 42: 193-200
- BOWEN, R.A. 2008. Male contraceptive technology for non-human male mammals. *Animal Reproduction Science* 105:139-143.
- BRAGA, Z.C.A.C.; BRAGA, A.P.; VASCONCELOS, S.H.L. 2003. Efeito da castração sobre ganho de peso e características da carcaça de caprinos SRD. *Caatinga* 16: 13-15.

- BRAUN, W. F. 1980. Ram Scrotal Circumference Measurements. *Theriogeno bgy. March*, v.13, n.3, p.221-229.
- BROOM, D.M.; MOLENTO, C.F.M. 2004. Bem-estar animal: conceito e questões relacionadas – Revisão. *Archives of Veterinary Science* 9: 1-11
- BROWN, S.N.; KNOWLES, T.G.; EDWARDS, J.E.; WARRISS, P.D. 1999 Relationship between food deprivation before transport and aggression in pigs held in lairage before slaughter. *Veterinary Record* 145: 630-634
- BURGER, D.; JANETT, F.; VIDAMENT, M.; STUMP, R.; FORTIER, G.; IMBODEN, I.; THUN, R. 2003. Immunization against GnRH in adult stallions: Effects on semen characteristics, behavior and shedding of equine arteritis virus. *Animal Reproduction Science* 94:107-111.
- CAMPOS, A.N.C.; NUNES, J.F.; SILVA FILHO, A.H.S. 2006 Parâmetros biométricos do trato genital masculino de caprinos sem raça definida (SRD) criados no semi-árido nordestino. *Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science* 40: 85-189.
- CHANDOLIA, R. K. 1997. Ultrasonography of the developing reproductive tract in ram lambs effects of a GnRH agonist. *Theriogeno bgy* 48:99-117.
- COLÉGIO BRASILEIRO DE REPRODUÇÃO ANIMAL 2013 Manual para exame andrológico e avaliação de sêmen animal 3ª ed. Belo Horizonte, MG.
- COSTA, D.S.; PAULA, T.A.R. 2003 Espermatogênese em mamíferos. *Scientiae viãve lha (ES)* 4:53-72.
- DALEY, D.A.; ADAMS, T.E.; DALEY, C.A.; PATTON, W.R.; EVENS, J.L. 1995 Effects of immunocastration on growth, carcass characteristics and reproductive development in ram lambs. *Sheep Goat Research Journal* 11:31-34.
- DE JONGE, C.L.; BARRATT, C.L.R. 2006. *The Sperm Cell* Cambridge University Press. 1ª ed. p.1-31.
- DELGADILLO, J. A.; SANTIAGO-MIRAMONTES, M. A. DE; CARRILLO, E. 2007 Season of birth modifies puberty in female and male goats raised under subtropical conditions. *Animal* 1: 858-864.
- DEVKOTA, B.; MIYAKE, Y.; TAKAHASHI, K.; MATSUZAKI, S.; MATSUI, M.; N, YAMAGISHI, A, MIYAMOTO. 2010. GnRH induced testosterone response in poor semen quality holstein bulls. *Biology of Reproduction*. v.83. n. 1. p. 515.
- DUCKETT, R.J., HEDGER, M.P., MCLACHLAN, R.I., WREFORD, N.G. 1997 The effects of the gonadotrophin releasing hormone immunization and recombinant follicle stimulating hormone on the Leydig cells and macrophages population of the adult rat testis. *Journal of Andrology* v.18, 417-423.
- DUKES' Physiology of Domestic Animals 2004 Cornell University Press, 856p.
- EARL, E.R.; WALTERSTON, M.M.; AUGHEY, E.; HARVEY, M.J.; MATSCHKE, C.; COLSTON, A.; FERRO, V.A. 2006. Evaluation of two GnRH-I based vaccine formulations on the testes function of entire Suffolk cross ram lambs. *Vaccine* 24: 3172-3183.
- EINARSSON, S.; ANDERSSON, K.; WALLGREN, M., LUNDSTRÖM, K.; RODRIGUEZ-MARTINEZ, H. 2009 Short- and long-term effects of immunization against gonadotropin-releasing hormone, using Improvac®, on sexual maturity, reproductive organs and sperm morphology in male pigs. *Theriogeno bgy*. 71: 302-310.
- EMIR, L.; DADALI, M.; SUNAY, M.; EROL, D.; CAYDERE, M.; USTUN, H.; Chemical castration with intratesticular injection of 20% hypertonic saline a minimally invasive method. *Urology* 25: 392-396
- ESBENSHADE, K.L.; JOHNSON, B.H. 1987 Active immunization of boars against gonadotropin releasing hormone. II. Effects on libido and response to testosterone propionate. *Theriogeno bgy* 27: 581-585.
- EURIDES D, MAZZANTIA, SILVA L.A.F, FIORAVANTI M.C.S, TRONCOSO NETO N.S, HARDT G.G, NEVES T.C. 1998 Preparação de rufiões ovinos por fixação da curvatura caudal da flexura sigmoide do pênis. *Revista Brasileira de Ciência Veterinária* 5:59- 62.

FERRO, V.A.; KHAN, M.A.H.; MACADAM, D.; COLSTON, A.; AUGHEY, E.; MULLEN, A.B.; WATERSTON, M.M.; HARVEY, M.J.A.; 2004. Efficacy of an anti-fertility vaccine based on mammalian gonadotrophin releasing hormone (GnRH) a histological comparison in male animals *Veterinary Immunology and Immunopathology* 101: 73-86.

FRANÇA, L.R.; RUSSELL, L.D. 1998 The testis of domestic animals. In: REGADERA, J. e MARTINEZ-GARCIA, F. Male reproduction. A multidisciplinary overview. Madrid: Churchill Livingstone, p. 197-219.

GIBBONS, A.; CUETO, M.; LANARI, M.R.; DOMINGO, E. 2009 Actividad sexual em cabritos criollos Neuquinos de la Patagônia Argentina. *Archivos de Zootecnia*. V. 58. N. 221. p. 129-132.

GODFREY, S.I.; WALKDEN-BROWN, S.W.; MARTIN, G.B.; SPEIJERS, E.J. 1996 Immunisation of goat bucks against GnRH to prevent seasonal reproductive and agonistic behavior. *Animal Reproduction Science* 44:41-54.

GÖKDAL, O.; ATAY, O.; ULKER, H.; KAYAARDI, S.; KANTER, M.; DEAVILA, M.D.; REEVES, J.J. 2010 The effects of immunological castration against GnRH with recombinant OL protein (Ovalbumin-LHRH-7) on carcass and meat quality characteristics, histological appearance of testes and pituitary gland in Kivrcik male lambs. *Meat Science*. 8: 686-692.

GONÇALVES, P.B.D.; FOGUEIREDO, J.R.; FREITAS, V.J.F. 2008. Biotécnicas Aplicadas à Reprodução Animal 2. ed. São Paulo: Roca: 33-56.

GONZÁLEZ, F. H. D. 2002. Introdução a Endocrinologia Reprodutiva Veterinária. Laboratório de Bioquímica Clínica Animal Porto Alegre.

GRAY, L.E.; OSTBY, J.; FURR, J.; WOLF, C.J.; LAMBRIGHT, C.; PARKS, L.; VEERAMACHANENI, D.N.; WILSON, V.; PRICE, M.; HOTCHKISS, A.; ORLANDO, E.; GUILLETT, L. 2001. Effects of environmental antiandrogens on reproductive development in experimental animals. *Acta Pathologica Microbiologica et Immunologica Scandinavica*. 109: 302-319.

HAG, F.M.E.; MUDALAL, M.O.; AHMED, M.K.A.; MOHAMED, A.S.; KHAIR, M.A.; ELBUSHRA, O.E.; MEKKI, M.A.; AHMED, T.K.; FADLALLA, B. 2007 Carcass and meat from intact and castrated desert male goats of different ages. *Tropical Science* 47:38-42.

HAN, X.; GU, L.; XIA, C.; FENG, J.; CAO, X.; DU, X.; ZENG, X.; SONG, T. 2015 Effect of immunization against GnRH on hypothalamic and testicular function in rams. *Theriogenology*. 83: 642-649.

HASHIMOTO, J.H.; ALCALDE, C.R.; SILVA, K.T. 2000. Qualidade de carcaças e da carne de caprinos Boer x Saanen confinados recebendo rações com casca do grão de soja em substituição ao milho. *Revista Brasileira de Zootecnia* 36: 165-167.

HOWE, L.M. 2006 Surgical methods of contraception and sterilization. *Theriogenology*. 66: 500-509.

HUANG, Y. T. 1994. Semen quality and genetic correlations with testes size. *Taiwan Sugar* v.41, n.6: p.20-27.

JANETT, F.; GERIG, T.; TSCHUOR, A.C.; AMATAYAKUL-CHANTLER, S.; WALKER, J.; HOWARD, R.; PIECHOTTA, M.; BOLLWEIN, H.; HARTNACK, S.; THUN, R. 2012a. Vaccination against gonadotropin-releasing factor (GnRF) with bopriva significantly decreases testicular development, serum testosterone levels and physical activity in pubertal bulls. *Theriogenology* 78:182-188.

JANETT, F.; GERIG, T.; TSCHUOR, A.C.; AMATAYAKUL-CHANTLER, S.; WALKER, J.; HOWARD, R.; BOLLWEIN, H.; THUN, R. 2012b. Effect of vaccination against gonadotropin-releasing factor (GnRF) with bopriva® in the prepubertal bull calf. *Animal Reproduction Science*. 131: 72-80.

JANETT, F.; STUMP, R.; BURGER, D.; THUN, R. 2009. Suppression of testicular function and sexual behavior by vaccination against GnRH (Equity®) in the adult stallion. *Animal Reproduction Science* 115: 88-102.

- JOHNSON, L.; VARNER, D.D.; ROBERTS, M.E.; SMITH, T.L.; KEILLOR, G.E.; SCRUTCHFIELD, W.L. 2000. Efficiency of spermatogenesis: a comparative approach. *Animal Reproduction Science* 60:471-480.
- KIYMA, Z.; ADAMS, T.E.; HESS, B.W.; RILEY, M.L.; MURDOCH W.J.; MOSS, G.E. 2000. Gonadal function, sexual behavior, feedlot performance, and carcass traits of ram lambs actively immunized against GnRH. *Journal of Animal Science* 78: 2237-2243.
- KUTZLER, M.; WOOD, A. 2006. Non-surgical methods of contraception and sterilization. *Theriogenology* 66: 524-525.
- LAND, R. G. 1973. Expression of female sex-limited characters in the male. *Nature* 241: 208-209.
- LEVY, J.K.; MILLER, L.A.; CYNDA, C.P.; RITCHEY, J.W.; ROSS, M.K.; FAGERSTONE, K.A. 2004. GnRH immunocontraception of male cats. *Theriogenology* 62: 1116-1130.
- LÔBO, R.N.B.; MARTINS FILHO, R. FERNANDES, A.A.O. 1997. Correlações entre o desenvolvimento do perímetro escrotal e caracteres de crescimento em ovinos da raça Morada Nova. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 26: 265-271.
- LUETJENS, C. M.; WEINBAUER, G. F.; WISTUBA, J. 2005. Primate spermatogenesis: new insights into comparative testicular organisation, spermatogenic efficiency and endocrine control. *Biological Reviews*. 80: 475-488.
- MACHADO JÚNIOR A.A.N.; OLIVEIRA L.S.; CONDE JÚNIOR A.M., MENEZES D.J.A., ASSIS NETO A.C., ALVES F.R.; CARVALHO M.A.M. 2008. Cellular characterization and quantification of seminiferous epithelium in goats with and without bipartition of the scrotum. *Brazilian Journal of Morphological Science*. 25: 45-48.
- MADDOCKS, S.; KERN, S.; SETCHELL, B.P. 1995 Investigating local regulation of the testis of ruminants. *Journal of Reproduction and Fertility* 49: 309-319.
- MADRUGA, M.S.; ARRUDA, S.G.B.; NASCIMENTO, J.A. 1999. Castration and slaughter age effects on nutritive value of mestiço goat meat. *Meat Science* 52: 119 -125.
- MADRUGA, M.S.; GALVÃO, M.; DE S.; COSTA, R.G.; BELTRÃO, S.E.S.; SANTOS, N.M.DOS; CARVALHO, F.M.DE; VIARO, V. D. 2008. Perfil aromático e qualidade química da carne de caprinos Saanen alimentados com diferentes níveis de concentrado. *Revista Brasileira de Zootecnia* 37: 936-943.
- MADRUGA, M.S.; NARAIN, N.; DUARTE, T.F.; SOUSA, W.H. DE; GALVÃO, M. DE S.; CUNHA, M.G.G.; RAMOS, J.L.F. 2005. Características químicas e sensoriais de cortes comerciais de caprinos SRD e mestiços de Bôer. *Revista Ciência e Tecnologia Alimentar*. 25: 713-719.
- MAIA, M.; VIEIRA, R.J. 1992. Comportamento sexual do caprino. II. Aspectos quantitativos do sêmen no período pós-puberal. *Revista Brasileira de Reprodução Animal* 16: 23-32.
- MARTINS, J.A.M.; SOUZA, C.E.A.; CAMPOS, AGUIAR, G.V., LIMA, A.C.B.; ARAUJO, A.A.; NEIVA, J.N.M.; MOURA, A.A.A. 2008. Biometria do trato reprodutor e espermatogênese em ovinos sem padrão racial definido (SPRD). *Archivos de zootecnia* 57:553-556.
- MARTINS, P.C.; ALBUQUERQUE, M.P. DE MACHADO, I.P.; MESQUITA, A.A. 2013. Implicações da imunocastração na nutrição de suínos e nas características de carcaça. *Archivos de zootecnia* 62:105-118.
- MATTOS, C.W.; CARVALHO, F.F.R.; DUTRA JR, W.M. 2000. Características de carcaça e dos componentes não carcaça de cabritos Moxotó e Canindé submetidos a dois níveis de alimentação. *Revista Brasileira de Zootecnia* 29: 1520-1527.
- MIES FILHO, A. 1987. Inseminação artificial 6 ed. Porto alegre: Sulina v.2: 750p.
- MONTE, A.L. DE S.; VILLARROEL, A.B.S; GARRUTI, D. DOS S. ZAPATA, J.F.F.; BORGES, Â.S. 2007. Parâmetros físicos e sensoriais de qualidade da carne de cabritos mestiços de diferentes grupos genéticos. *Revista Ciência e Tecnologia Alimentar*. 27: 233-238.

- MORAIS, D.B.; BARBOSA, L.P.; MELO, B.E.S.; MATTA, S.L.P.; NEVES, M.M.; BALARINI, M.K.; RODRIGUES, M.V. 2012. Microscopia e morfometria de componentes tubulares de testículos de coelhos suplementados com geleia real. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia* 64:810-816.
- MORALES, J.; GISPERT, M.; HORMOT, M.; PÉREZ, J.; SUÁREZ, P.; PIÑEIRO, C. 2010. Evaluation of production performance and carcass quality characteristics of boars immunized against gonadotropin-releasing hormone (GnRH) compared with physically castrated male, entire male and female pigs. *Spanish Journal of Agricultural Research*. 8: 599-606.
- MOREIRA, E.P.; MOURA, A.A.A.; ARAÚJO, A.A. 2001. Efeitos da insulação escrotal sobre a biometria testicular e parâmetros seminiais em carneiros da Raça Santa Inês criados no Estado do Ceará. *Revista Brasileira de Zootecnia* 30: 1704-1711.
- NAUDÉ, R. T. & HOFMEYER, H. S. 1981. Meat Production Goat Production. Academic Press, London, UK: 285-307.
- NISHIMURA, N.; KAWATE, N.; SAWADA, T.; MORI, J. 1992. Chemical castration by a single intratesticular injection of lactic acid in rats and dogs. *Journal of Reproduction and Development*. 38: 263-266.
- NISHIMURA, S.; OKANO, K.; YASUKOUCHI, K.; GOTOH, T.; TABATA, S.; WAMOTO, H. 2000. Testis developments and puberty in the male Tokara (Japanese native) goat. *Animal Reproduction Science*. 64:127-131.
- NOTTER, D. R.; LUCAS, J. R.; MCLAUGHERTY, F. D. 1981 Accuracy of estimation of testis measures in ram lambs. *Theriogenology* v.15, n.2: p.227-234.
- NUNES, J.F. 2001. Inseminação artificial em caprinos. *Biotécnicas aplicadas a reprodução animal* ed. varela. São Paulo p. 111-125.
- O'DONNELL, L.; ROBERTSON, K.M.; JONES, M.E.; SIMPSON, E.R. 2001. Estrogen and spermatogenesis. *Endocrine Reviews*. 22: 289-318.
- OKWEE-ACAI, J.; OJOK, L.; ACON, J. 2008. Testicular morphologic and hormonal responses to an intratesticular injection of lactic acid for induction chemosterilisation in adult mubend goats. *African Journal Animal Biomedicine Science*. 3: 5-11.
- OONK, H.B.; TURKSTRA, J.A.; SCHAAPER, W.M.M.; ERKENS, J.H.F.; SCHUITEMAKER-DE WEEERD, M.H.; VAN NES, A.; VERHEIJDEN, J.H.M.; MELOEN, R.H. 1998 New GnRH-like peptide construct to optimize efficient immunocastration of male pigs by immunoneutralization of GnRH. *Vaccine* 16: 1074-1082.
- OSÓRIO, M.R.M.; BONACINA, M.S.; OSÓRIO, J.C.S.; ROTA, E.L.; FERREIRA, O.G.L.; TREPTOW, R.O.; GONÇALVES, M.S.; OLIVEIRA, M.M. 2013. Características sensoriais da carne de ovinos Corriedale em função da idade de abate e castração. *Revista Agrária* 6: 60-66.
- PALUDA, A.M. 2005. GnRH analogues – agonists and antagonists. *Animal Reproduction Science* 88:115-126.
- PANT H.H., SHARMA R.K., PATEL S.H., SHUKLA H.R., MITTAL A.K., KASIRAJ R., MISRA A.K. & PRABHAKAR J.H. 2003 Testicular development and its relationship to semen production in Murrah buffalo bulls. *Theriogenology* v. 60. p. 27-34.
- PARTHASARATHY, V.; PRICE, E.O.; ORIHUELA, A.; DALLY, M.R.; ADAMS, T.E. 2002. Passive immunization of rams (*Ovis aries*) against GnRH: effects on antibody titer, serum concentrations of testosterone, and sexual behavior. *Animal Reproduction Science* 71: 203-215.
- PAULA, T. A. R.; COSTA, D. S.; MATTA, S. L. P. 2002. Avaliação histológica quantitativa do testículo de capivaras (*Hydrochoerus hydrochaeris*) adultas. *Bioscience Journal* 18: 121-136.
- PETERS MAJ, DE ROOIJ DG, TEERDS KJ, VAN DER GAAG I, VAN SLUIJS FJ. 2000. Spermatogenesis and testicular tumours in ageing dogs. *Journal of Reproduction Fertility* 120: 443-452.



- PIRARD, M.; PORTETELLE, D.; BERTOZZI, C.; PARMENTIER, I.; HAEZEBROECK, V.; FONTAINE, S.; RENAVILLE, R. 2002. Immunocastration of farm animals. *Biotechno bgy in Anima l Husbandry* 5: 277-289.
- PRUNIER, A.; BONNEAU, M.; VON BORELL, E. H.; CINOTTI, S.; GUNN, M.; FREDRIKSEN, B.M; GIERSING, M.; MORTON, D. B.; TUYTTENS, F. A. M.; VELARDE, A. 2006. A review of the welfare consequences of surgical castration in piglets and the evaluation of non-surgical methods, *Anima l Welfare* 15: 277-289.
- QUEIROZ, G.C.; CARDOSO, F.M. 1989. Avaliação histológica do rendimento da espermatogênese de carneiros deslanados adultos. *Revista Brasileira de Reprodução Anima l* 13: 99-108.
- REGE, J.E.O.; TOE, F.; MUKASA-MUGERWA, E. 2000. Reproductive characteristics of Ethiopian highland sheep: II. Genetic parameters of semen characteristics and their relationship with testicular measurements in ram lambs. *Small Ruminants Research* 37: 173-187.
- RIBEIRO, E.L.A.; SILVA, L.D.F.; ROCHA, M.A.; MIZUBUTI, I.Y. 2003. Desempenho de cordeiros inteiros ou submetidos a diferentes métodos de castração abatidos aos 30kg de peso vivo. *Revista Brasileira de Zootecnia* v. 32, n. 3: p. 745 – 752.
- RIBEIRO, S.D.A. 1997. *Caprinocultura: Criação racional de caprinos*. 1a ed. São Paulo, SP. Nobel 318p.
- SANTOS D. O.; SIMPLÍCIO, A. A. 2000. Parâmetros escroto-testiculares e de sêmen em caprinos adultos submetidos à insulação escrotal. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 35: 1835-1841.
- SANTOS, J. D. F.; EUFRASIO, R.O.; PINHEIRO, G.F.M.; ALVES, F.R.; CARVALHO, M.A.M.; MACHADO JUNIOR, A.A.N. 2015. Influência da estação do ano sobre a estrutura testicular em ovinos explorados no sul do Estado do Piauí. *Pesquisa Veterinária Brasileira*. v.35. n.11. p.933-939.
- SCHANBACHER, B. D. 1982 Responses of ram lambs to active immunization against testosterone and luteinizing hormone releasing hormone. *American Journal of Physiology* 242: 201–205.
- SIMPLÍCIO, A.A.; VIERA, G.S.; NELSON, E.A. 1988. Puberdade em cabritos da raça Moxotó no nordeste brasileiro. *Revista Brasileira de Reprodução Anima l* 12: 121-126.
- SOAVE, G.L.; TREVISAN, C. 2011. Castração alternativa em suinocultura. *Revista Eletrônica Nutritime* 8: 1461-1468.
- SOUSA, J.F.; BARBAS, J.P.; FERREIRA, G.M.B.C.; HORTA, A.E.M. 2001. Variação anual das características seminais em bodes da raça Serrana. *Revista Portuguesa de Zootecnia* 13: 297-311.
- SOUZA, C.E.A; ARAÚJO, A.A.; OLIVEIRA, J.T.A; LIMA SOUZA, A.C.; NEIVA, JNM; MOURA, A.A.A. 2009. Reproductive Development of Santa Inês Rams During the First Year of Life: Body and Testis Growth, Testosterone Concentrations, Sperm Parameters, Age at Puberty and Seminal Plasma Proteins. *Reproduction in Domestic Animals* 44: 1-10.
- STABENFELDT, G.H.; EDQVIST, L. Processos reprodutivos no macho. In: SWENSON, M.J.; REECE, W.O. 1996 *Dukes – Fisiologia dos Animais Domésticos*. Rio de Janeiro. ed. Guanabara Koogan S.A. cap. 35. pag. 603-614.
- TEIXEIRA, P.P.M.; SILVA, A.S.L.; VICENTE, W.R.R. Castração na produção de ovinos e caprinos. *Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária (ISSN: 1679 – 7353)* 14,
- THEUBET, G., THUN, R., HILBE, M., JANETT, F. 2010. Effect of vaccination against GnRH (Bopriva®) in the male pubertal calf. *Schweizer Archiv für Tierheilkunde*. 152:459–469.
- THOMPSON Jr, D.L. 2000. Immunization against GnRH in male species. *Animal Reproduction Science* 60:459-469.
- ÜLKER, H.; KÜÇÜK, M.; YILMAZ, A.; YÖRÜK, M.; ARSLAN, L.; AVILA, D.M. de; REEVES, J.J. 2009. Changes in testicular development, ultrasonographic and histological appearance of the testis in buck kids immunized against LHRH using recombinant LHRH fusion protein. *Reproduction in Domestic Animals* 44:37-43.

- VASQUEZ BRUNO, H.; KIEFER, C.; BRUMATTI, R.C. SANTOS, A.P.; ROCHA, G.C.; RODRIGUES, G.P. 2013. Avaliação técnico-econômica de suínos machos imuno e cirurgicamente castrados. *Ciência Rura IOn Ine* 43: 2063-2069.
- VINKE, C.M.; DEUJK, R.; HOUX, B.B.; SCHOEMAKER, N.J. 2008. The effects of surgical and chemical castration on intermale aggression, sexual behavior and playbehavior in the male ferret (*Mustela putorius furo*). *App Ied Anima IBehavior Science* 115:104-121.
- VON BORRELL, E.; BAUMGARTNER, J.; GIERSING, M.; JÄGGIN, N.; PRUNIER, A.; TUYTTENS, F.A.; EDWARDS, S.A. 2009. Animal welfare Implications of surgical castration and its alternatives in pigs. *Anima I3*:1488-1496.
- WONG, E., NIXON, L. N. & JOHNSON, C. B.J.1975. *Agric. Food Chem* 23:495-497
- WROBEL, K.H.; REICHHOLD, J.; SCHIMMEL, M. 1995. Quantitative morphology of the ovine seminiferous epithelium. *Anna b o fAnatomy, Berlin* 177:19-32.
- XAVIER, G.C.; MAYMONE, A.C.M; SOARES, P.C.; SILVA JUNIOR, V.A.; GUERRA, M.M.P. 2008. Suplementação dietética com Selênio e Vitamina E nos parâmetros seminais de caprinos induzidos a insulação escrotal. *Acta Anima IScience* 30:103-111.
- ZAMARATSKAIA, G.; RYDHMER, L.; ANDERSSON, H.K. 2008. Long-term effect of vaccination against gonadotropin-releasing hormone, using *Improvac™*, on hormonal profile and behavior of male pigs. *Anima IReproduction Science* 108: 37-48.
- ZAPATA, J.F.F.; SEABRA, L.M.J.; NOGUEIRA, C.M.; BARROS, N. 2000. ESTUDO DA QUALIDADE DA CARNE OVINA DO NORDESTE BRASILEIRO: PROPRIEDADES FÍSICAS E SENSORIAIS. *Ciência e Tecnologia de Alimentos* 20: 274-277.