

DANILO JOSÉ AYRES DE MENEZES

**CARACTERIZAÇÃO DO CICLO REPRODUTIVO ANUAL DE CUTIA MACHO
(RODENTIA: DASYPROCTIDAE) CRIADO EM CATIVEIRO: DINÂMICA
TESTICULAR E AVALIAÇÃO HORMONAL**

Teresina
Piauí - Brasil
2010

DANILO JOSÉ AYRES DE MENEZES

**CARACTERIZAÇÃO DO CICLO REPRODUTIVO ANUAL DE CUTIA MACHO
(RODENTIA: DASYPROCTIDAE) CRIADO EM CATIVEIRO: DINÂMICA
TESTICULAR E AVALIAÇÃO HORMONAL**

Tese submetida ao Programa de Pós-Graduação em
Ciência Animal da Universidade Federal do Piauí,
como parte dos requisitos para obtenção do título de
Doutor em Ciência Animal.

Área de concentração: Sanidade e Reprodução Animal.

Orientadora: **Prof^a. Dr^a. Maria Acelina Martins de Carvalho**

Co-orientadora: **Prof^a. Dr^a. María Josefina Illera Del Portal**

Teresina

Piauí - Brasil

2010

**CARACTERIZAÇÃO DO CICLO REPRODUTIVO ANUAL DE CUTIA MACHO
(RODENTIA: DASYPROCTIDAE) CRIADO EM CATIVEIRO: DINÂMICA
TESTICULAR E AVALIAÇÃO HORMONAL**

Tese defendida por:

DANILO JOSÉ AYRES DE MENEZES

Aprovado em: ___/___/___

BANCA EXAMINADORA:

Profa. Dra. Maria Acelina Martins de Carvalho
Centro de Ciências Agrárias
Universidade Federal do Piauí
(Presidente)

Profa. Dra. María Josefina Illera Del Portal
Facultad de Medicina Veterinaria
Universidad Complutense de Madrid
(Titular)

Prof. Dr. Antonio Chaves de Assis Neto
Faculdade de Zootecnia
Universidade Estadual Paulista
(Titular)

Prof. Dr. Antonio Augusto Nascimento Machado Júnior
Campus Profa. Cinobelina Elvas
Universidade Federal do Piauí
(Titular)

Prof. Dr. Amilton Paulo Raposo Costa
Centro de Ciências Agrárias
Universidade Federal do Piauí
(Titular)

Dedico

A minha mãe, Ana Maria Ayres Lima, por lutar com todas as armas que possuía (amor, carinho, dedicação) para que eu tivesse condições de chegar até aqui, por sempre me apoiar nas minhas decisões, pela minha educação e pelo que sou hoje.

“Uma árvore só frutifica se tiver boas raízes.”

*A Profa. Dra. Maria Acelina Martins de
Carvalho, orientadora e amiga, pelos
ensinamentos e oportunidades*

A Profa. Dra. María Illera Del Portal, Co-orientadora, pela amizade, carinho e confiança.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus. Obrigado senhor, por me dar forças para superar todas as dificuldades e barreiras nesta minha jornada.

*A toda minha família, em especial a Carlos Nelson, pelo companheirismo, carinho e apoio, a Daniela, Cynara, Geanie, Gerardo Filho, Rawlinson, Sueli (**in memorian**) Wesley, Felipe, George, Thiago, Rafael, Danyele, Juliana, Rawlinson Filho e ao meu pai, Gerardo Olímpio de Menezes, pelo apoio e carinho, pessoas importantes que me alicerçam.*

A Universidade Federal do Piauí, Teresina, PI, onde iniciei minha jornada na educação superior e, na qual, agora, obtenho o mais alto título da educação. UFPI, berço de idéias e produtos científicos e tecnológicos que promovem o desenvolvimento do Estado do Piauí.

A Universidade Complutense de Madrid-UCM, por colaborar com esta pesquisa, proporcionando aprofundamento dos meus conhecimentos e meios para realização de parte do experimento deste trabalho.

A Universidade Federal de Campina Grande-UFPG, por me acolher na sua grande família de professores, dando-me condições de exercer tão ilustre carreira profissional de educador e por permitir a conclusão de minha formação profissional.

A Universidade Federal Rural do Semi-Árido-UFRSA, Mossoró, RN, por ceder parte dos animais da nossa pesquisa.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior-CAPES, por proporcionar, por meio de recursos financeiros do Programa Institucional de Capacitação Docente e Técnica-PICDT, bolsa de doutorado, e do Programa de Doutorado no País com Estágio no Exterior-PDEE, recursos que me permitiram a realização de estágio de investigação no exterior.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico-CNPq, pelo auxílio financeiro (Processo: 620240/2006-7), que proporcionou a aquisição de equipamentos e materiais para a realização deste trabalho.

Ao Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Nacionais Renováveis-IBAMA, por conceder autorização para a realização dos estudos com os animais.

Ao Magnífico Reitor da UFPI, Prof. Dr. Luiz de Sousa Santos Júnior, que vem conduzindo tão brilhantemente a administração da Universidade, dando-nos condições de trabalho com a estruturação de novas instalações laboratoriais de pesquisa.

Ao coordenador do Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, em exercício durante o período de realização do curso, Prof. Dr. Francisco Assis Lima Costa e a todos os demais professores do curso, pelas orientações e ensinamentos.

Aos funcionários do Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal/UFPI, Sr. Luis e Sr. Vicente, por nos ajudar sempre que solicitado.

Aos funcionários do Núcleo de Estudos e Preservação de Animais Silvestres-NEPAS-UFPI, Dirceu e Antonio Francisco, pelos préstimos no cuidado com os animais da nossa pesquisa.

Aos funcionários da Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação da UFPI, Silmar, Leandro, Paulo, Dino, Larissa e demais colegas, pelo carinho e ajuda.

A professora Dra. María Josefina Illera Del Portal, pelo convite para a realização do estágio no Laboratório de Endocrinologia do Departamento de Fisiologia Animal da UCM, pela confiança e, principalmente, pelo seu carinho e amizade.

Ao Professor Dr. Juan Carlos Illera Del Portal, pela oportunidade da realização do estágio no laboratório do Departamento no qual é chefe, na UCM, além de sua valiosa ajuda na análise dos dados de parte de nosso trabalho.

A professora Dr. Gema Silván, da Universidad Complutense de Madrid, pela paciência confiança e supervisão, por ter me transmitido conhecimentos que possibilitaram a realização de parte das análises do nosso experimento.

A todos os demais professores e funcionários do Departamento de Fisiologia Animal da Facultad de Veterinária da UCM, por me receberem de forma tão carinhosa e acolhedora.

As “chicas, Let e Laura, mis amigas de despacho” no Departamento de Fisiologia Animal da UCM, pelo companheirismo, apoio e amizade.

A María Illera, filha da Professora Maria Josefina Illera, pelo carinho e paciência nas recepções em sua casa até tarde da noite nos maravilhosos jantares oferecidos por sua mãe.

Meu muito obrigado especial ao amigo Moacir Franco de Oliveira, pelo carinho e consideração, por mostrar-se sempre disposto a ajudar em qualquer momento, pelas suas sugestões e críticas ao nosso trabalho durante a fase de execução. Obrigado também a sua esposa “Raimundinha” e filho, o pequeno Gabriel, pela existência em minha vida, não só como amigos, mas também como uma família que sempre me acolheu em seu lar.

Ao meu grande amigo e irmão Antonio Chaves de Assis Neto, pela sua alegria, amizade e ajuda, sempre disposto a colaborar com nosso trabalho, a quem recorria sempre que tínhamos dúvidas na leitura do material histológico.

A professora e amiga Dr. Silvana Maria Medeiros Silva, pelas sugestões ao projeto de tese, pela amizade e disposição em ajudar sempre que recorria a seus conhecimentos como histopatologista.

Ao professor Gildenor Xavier Medeiros, da UFCG, por me substituir em minhas atividades didáticas, possibilitando a liberação para a realização deste curso.

A todos os meus colegas do curso de pós-graduação, em especial aos amigos Antonio Augusto, Airton Mendes, Hatawa de Melo, Máira Ferraz, Andressa. Obrigado meus amigos, pela paciência no convívio em nosso ambiente de trabalho.

Aos professores Francisco das Chagas Araujo Sousa (Chicão) e professora Eunice Anita de Moura Fortes, que me transmitiram meus primeiros conhecimentos em Morfologia e agora tive a honra de tê-los como amigos e colegas do curso de pós-graduação.

As professoras Dra. Rosa Maria Cabral e Dra. Márcia Rizzo, da UFPI, pela amizade conquistada em tão pouco tempo de convivência, as quais estarão sempre em meu coração.

Aos alunos de graduação em Medicina Veterinária, Gerson Tavares e Juliana Vilarinho, alunos de Iniciação Científica ligados ao nosso trabalho, pela valiosa ajuda na execução das tarefas de coleta e processamento do material. Sem eles teria sido muito mais difícil essa caminhada.

A todos os demais integrantes do nosso grupo de pesquisa que, em conjunto, fazemos do Laboratório de Pesquisas Morfológicas em Ciência Animal/UFPI, um lugar produtivo e gerador de novos conhecimentos e tecnologias.

A todos os demais amigos e colegas cujos nomes não estão aqui citados mas que colaboraram, direta ou indiretamente, para a conclusão deste curso.

Agradecimento especial às cutias, animais de nosso trabalho, que cederam parte de seus corpos para gerar conhecimentos que possam, futuramente, retribuir para o bem-estar e sobrevivência da espécie.

“Em termos de evolução, bem maior é o débito da Humanidade para com os animais do que o crédito que lhes temos dispensado para seu bem-estar e progresso.”

Eurípedes Kuhl

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	xv
LISTA DE TABELAS.....	xvi
LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS.....	xvii
RESUMO.....	xix
ABSTRACT	xx
INTRODUÇÃO	21
CAPITULO I	29
CAPITULO II.....	49
CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	68
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	70

LISTA DE FIGURAS

CAPITULO I

Figura 1. Fotomicrografia do parênquima testicular de cutias, onde são evidenciadas espermátides alongadas, em processo de espermição, no lúmen dos túbulos seminíferos, nos diferentes períodos avaliados. I) janeiro/fevereiro; II) março/abril; III) maio/junho; IV) julho/agosto; V) setembro/outubro; VI) novembro/dezembro. (Barra = 12,31 μ m)..... 39

CAPITULO II

Figura 1. Temperatura média e precipitação pluviométrica mensais de Teresina, Piauí, Brasil, em 2008. Dados meteorológicos fornecidos pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA Meio Norte. Teresina, Piauí, 2010..... 55

LISTA DE TABELAS

CAPITULO I

Tabela 1. Dados meteorológicos mensais de Teresina-PI, Brasil, em 2008.....	35
Tabela 2. Valores médios e desvios padrão do volume (cm ³), peso (g), comprimento (cm) e diâmetro (cm) do testículo de cutia, criadas em cativeiro, em diferentes períodos do ano. Teresina, Piauí, Brasil, 2010	39
Tabela 3. Valores médios e desvios padrão do diâmetro dos túbulos e altura do epitélio seminífero de cutias criadas em cativeiro, em diferentes períodos do ano. Teresina, Piauí, Brasil, 2010.....	40
Tabela 4. Valores médios e desvios padrão das concentrações de testosterona no plasma de cutias machos criados em cativeiro durante o ano. Teresina, Piauí, Brasil. 2010.....	41

CAPITULO II

Tabela 1. Números corrigidos ¹ de células por secção transversal de túbulo seminífero de cutia em diferentes períodos do ano. Teresina, Piauí, Brasil, 2010.....	58
Tabela 2. Rendimento da espermatogênese e eficiência de Células de Sertoli em cutias em diferentes períodos do ano. Teresina, Piauí, Brasil, 2010	59

LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

%	Porcentagem
BSA	Albumina Sérica Bovina
CEMAS	Centro de Multiplicações de Animais Silvestres
CES	Ciclo do Epitélio Seminífero
cm	Centímetro
cm ³	Centímetro cúbico
CME	Coefficiente de Eficiência Mitótica;
ECS	Eficiência de Células de Sertoli
EDTA	Ethylenediamine tetraacetic acid (Ácido etilenodiamino tetra-acético)
EIA	Enzime Imunoassay (Enzima Imunoensaio)
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Fig.	Figura
FSH	Hormônio Folículo Estimulante
g	Gramma
GnRH	Hormonio Liberador de Gonadotrofina
h	Hora
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis
Jan/Fev	Janeiro/Fevereiro
Jul/Ago	Julho/Agosto
Kg	Kilograma
LH	Hormônio Luteinizante
Mai/Jun	Mai/Junho
Mar/Abr	Março/Abril
mg	Miligramma
mL	Mililitro
mm	Milímetro
MO	Missouri
NEPAS	Núcleo de Pesquisas e Preservação de Animais silvestres
NH	New Hampshire
Nov/Dez	Novembro/Dezembro

°C	Graus Celsius
PP	Precipitação pluviométrica
RGE	Rendimento Geral da Espermatogênese;
RM	Rendimento Meiótico;
S	Sul
SEMAR	Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos
Set/Out	Setembro/Outubro
SISBIO	Sistema de Autorização e Informação da Biodiversidade
SNK	Student-Newman-Keuls
T°	Temperatura
UFPI	Universidade Federal do Piauí
UK	United Kingdom - Reino Unido
UR	Umidade Relativa do Ar
USA	United States of America – Estados Unidos da America
W	Oeste
µm	Micrômetro

RESUMO

Estudos sobre a plasticidade reprodutiva e os fatores que interagem com a reprodução são importantes para o conhecimento da biologia animal, em particular, de espécies silvestres, possibilitando estabelecer manejos mais adequados, tanto em cativeiro como para a preservação na natureza. O objetivo desta pesquisa foi caracterizar o ciclo reprodutivo de cutias macho, criados em cativeiro, avaliando-se aspectos morfofuncionais do testículo e a concentração plasmática de testosterona, durante o período de um ano. Foram utilizados 28 espécimes, sendo 24 destinados ao estudo morfológico e quatro às análises hormonais. Para o estudo da morfologia testicular, a cada mês, dois animais foram submetidos à orquiectomia unilateral esquerda e os testículos foram dissecados e isolados do epidídimo para a avaliação do peso, comprimento, diâmetro e volume do órgão. Fragmentos do testículo foram fixados em Bouin e processados para análise das características histológicas de medida da altura do epitélio e do diâmetro dos túbulos seminíferos, análise das populações celulares do ciclo do epitélio seminífero no estágio I e suas relações para estabelecer o rendimento da espermatogênese durante o ano. A testosterona foi analisada, mensalmente, por meio da técnica de Enzima Imunoensaio (EIA). Os resultados morfológicos demonstraram elevação do peso, volume e comprimento do testículo, da altura do epitélio e do diâmetro dos túbulos seminíferos, no período julho/agosto. As populações dos espermátócitos I em pré-leptóteno/leptóteno e paquíteno aumentaram a partir de março/abril e das espermátides arredondadas a partir de maio/junho, período este que também teve aumento o rendimento geral da espermatogênese. Todos os parâmetros morfológicos do testículo analisados mantiveram-se elevados até novembro/dezembro. Quanto aos níveis plasmáticos de testosterona, houve aumento a partir do mês de maio, com pico em junho, mantendo-se elevados até dezembro, assim como, ocorreu em relação aos dados morfológicos, sendo o menor valor verificado, em janeiro. Concluiu-se que a cutia apresentou maior atividade testicular e níveis plasmáticos de testosterona, entre os meses de maio a dezembro, correspondendo ao período da estação do ano com baixa precipitação pluviométrica.

Palavras-chave: *Dasyprocta*, sazonalidade, reprodução, morfologia, testosterona, roedor

ABSTRACT

CHARACTERIZATION OF THE ANNUAL REPRODUCTIVE CYCLE OF MALE AGOUTI (RODENTIA: DASYPROCTIDAE) RAISED IN CAPTIVITY: TESTICULAR DYNAMICS AND HORMONE EVALUATION

Works about the reproductive plasticity and the factors that interact with reproduction are important for understanding the animal biology, particularly wild species, making it possible to establish more appropriate management, both in captivity and for preserving nature. The aim of this study was to characterize the reproductive cycle of male agouti bred in captivity, evaluating the morphofunctional aspects of the testis and plasma testosterone during the period of one year. Twenty-eight specimens were used, of which twenty-four for the morphological and four for hormonal assays. For the study of the testicular morphology, two animals were subjected to unilateral orchiectomy per month, and the left testes were dissected and isolated from the epididymis to the assessment of weight, length, diameter and volume of the organ. Fragments of the testis were fixed in Bouin and processed for analysis of histological features, including measurements of the epithelium height and of the seminiferous tubules diameter, analysis of cell populations of the cycle of the epithelium seminiferous in stage I and their relations to establish the efficiency of spermatogenesis during the year. Testosterone was assessed monthly by using the technique of enzyme immunoassay (EIA). The morphological results showed an increase of weight, volume and length of the testis, the epithelial height and diameter of seminiferous tubules, in the period of July/August. The populations of spermatocytes I in pré-leptóteno/leptóteno and pachytene increased from March/April, and of round spermatids from May/June, a period in which the general spermatogenesis yield has also increased. All morphological testis parameters analyzed remained high until November/December. As for the plasma levels of testosterone, there had been an increase since May, with a peak in June, and remained high until December, as well as for the morphological data, being the lowest value verified in January. It was concluded that the agouti showed higher testicular activity and testosterone levels from May to December, considered to be the season of low rainfall.

Keywords: *Dasyprocta*, seasonality, reproduction, morphology, testosterone, rodent

INTRODUÇÃO

Durante o processo de evolução dos mamíferos, notáveis modificações anatômicas, endócrinas e fisiológicas ocorreram, para garantir a continuidade da espécie. Dentre elas, a economia na produção de gametas, fertilização interna, desenvolvimento de placenta, assim como o nascimento sazonal de filhotes (HAFEZ; HAFEZ, 2004). Esses fatores impulsionam pesquisas na tentativa de entender como se deu o processo evolutivo, para investir em conhecimentos que possam controlar os fatores reprodutivos, visando potencializar a reprodução dos animais.

A atividade reprodutiva de muitos animais está associada a inúmeros fatores, indicando forte relação às condições ambientais, determinando ciclos anuais. Estas características sazonais refletem-se na atividade gonadal em machos e fêmeas, muitas vezes de forma distinta, determinando os nascimentos de suas proles em períodos do ano propícios a sobrevivência (BRONSON, 1985; HORTON, 2005). Este sincronismo da reprodução é uma estratégia de algumas espécies para maximizar o seu sucesso (IMS, 1990).

Os fatores ambientais com maior destaque ligados ao ciclo reprodutivo dos animais são a temperatura ambiente, disponibilidade de água, o ciclo dia/noite, disponibilidade de comida e a influência social (BRONSON, 1985). No entanto, particularmente nos trópicos, regiões próximas à linha do equador, a duração do dia não varia muito e os fatores sazonais mais importantes são os de disponibilidade de alimento, energia e período de chuva e seca (BRONSON, 1985; TRAINO et al., 2006).

Horton (2005) afirma que as condições ambientais podem imprimir sazonalidade em uma determinada espécie, ou influenciando o animal individualmente, onde a reprodução ocorrerá variavelmente em qualquer período do ano, dependendo dessas condições. Podem, ainda, imprimir características genéticas, passada de geração em geração, onde os animais jovens já apresentam, em suas funções reprodutivas, a idade de tornarem-se púberes e o período propício para reproduzir-se. Ou seja, diferentemente para cada espécie, os efeitos genotípicos e/ou fenotípicos podem influenciar os aspectos reprodutivos.

Dos fatores citados, o ciclo dia/noite (fotoperíodo) vem se mostrando de maior interesse por parte dos pesquisadores, já que o comprimento do fotoperíodo interfere na fisiologia reprodutiva do animal, atuando no hipotálamo e na hipófise, estimulando ou inibindo a produção de gonadotrofinas (BENTLEY, 1998). A maioria desses estudos foi realizado com

animais que vivem em regiões de clima temperado, ou sob condições controladas. Poucas são as informações referentes à sazonalidade reprodutiva em animais que vivem nos trópicos.

Assim, o efeito do fotoperíodo no eixo reprodutivo-neuroendócrino influenciou a maturidade sexual e/ou atividade testicular em *Onychomys leucogaster* (FROST; ZUCKER, 1983), em marmotas (*Marmota monax*) (CONCANNON et al., 1993) e em hamster siberiano (*Phodopus sungorus*) (ANAND et al., 2002). Teve efeito somático e reprodutivo no desenvolvimento juvenil de porquinhos da Índia (*Cavia aperea f. porcellus*) machos, onde o ganho de peso e a concentração de testosterona foram maiores, e a puberdade mais cedo, nos animais criados no período de dias longos, do que os submetidos a dias curtos (BAUER et al., 2008).

Para Lynch; Heath; Johnston (1981); Traino et al. (2006) a função reprodutiva é mediada através de mecanismos fisiológicos diferentes, mesmo para espécies muito próximas, como relatado para cinco espécies de roedores do gênero *Peromyscus*. Em tais espécies o fotoperíodo e a interação social influenciaram diferentemente a reprodução, sendo que tanto a origem geográfica, quanto a filogênese e os fatores ambientais também contribuíram para os padrões da plasticidade reprodutiva.

Em alguns roedores, não foi demonstrada influência do fotoperíodo nos parâmetros reprodutivos, como em *Saccostomus campestris* (BERNARD; HALL, 1995) e *Peromyscus aztecus* (DEMAS; NELSON, 1998). Entretanto, nesta última espécie, os mesmos parâmetros avaliados sofreram influência do convívio com fêmeas, sendo mais intensos que nos machos que viviam sem fêmeas. Hengstron e Breedlove (1999) também relataram que o efeito do fotoperíodo sobre a atividade gonadal de machos de hamster siberiano (*Phodopus sungorus*) foi atenuado pela presença de fêmeas. Nesta espécie, os níveis de FSH tiveram correlação positiva com o fotoperíodo e o de LH com a presença de animais do sexo oposto (ANAND et al., 2002). Essa interação com animais do sexo oposto se dá por meio dos estímulos sociais, que podem ser por liberação de feromônios, por contato e/ou emissão de sons por outro componente do grupo (BRONSON, 1985).

A razão entre o consumo de nutrientes e a energia gerada neste consumo é outro indicador importante. Esta razão foi estudada em ratos na avaliação da relação entre a quantidade de alimento e o desenvolvimento reprodutivo e foi observado que uma moderada restrição alimentar também interfere na atividade do sistema reprodutivo e no controle endócrino da reprodução, como nos níveis de LH e Testosterona (BLANK; DESJARDINS, 1985). Isto se deve ao fato de que a energia obtida com a alimentação é destinada inicialmente à

manutenção celular, termoregulação e locomoção, após isso, o excedente é utilizado nos processos fisiológicos da reprodução ou armazenado na forma de gordura (BRONSON, 1985). Por outro lado, foi demonstrado em ratos que a restrição alimentar não interferiu na atividade reprodutiva dos machos (HAMILTON; BRONSON, 1985). Em ratos silvestres da Califórnia (*Microtus californicus*), foram descritas alterações nos órgãos genitais influenciadas pelo fotoperíodo, no entanto, o efeito do fotoperíodo foi inibido pela presença de vegetação verde (NELSON; DARK; ZUCKER, 1983).

Em regiões de clima tropical, próximos a linha do equador, onde a variação na relação dia/noite não é muito expressiva, outros fatores podem estar relacionados com a atividade reprodutiva sazonal, como o período de chuva e a disponibilidade de alimento (HEIDMAN; BRONSON, 1990; DUBOST; HENRY; COMIZZOLI, 2004). Dessa forma, a atividade reprodutiva pode tornar-se oportunista e alguns animais desenvolvem uma flexibilidade reprodutiva como estratégia para adaptarem-se a condições sazonais e muitas vezes de clima imprevisível, como ocorre no rato do campo de quatro listras (*Rhabdomys pumilio*), no sul da África, no qual as condições de inverno intenso alteram a atividade reprodutiva em fêmeas, mas não em machos, porém, em inverno ameno, não ocorrem alterações nos parâmetros reprodutivos nos animais (JACSON; BERNARD, 2006).

Existem três teorias para a relação entre a reprodução de mamíferos e o fotoperíodo em regiões próximas a linha do equador. A primeira é de que os animais são sensíveis ao fotoperíodo e usam este mecanismo para reproduzir-se, na segunda os animais são sensíveis ao fotoperíodo, mas não se beneficiam deste mecanismo na reprodução e, por fim, a relação fotoperíodo/melatonina/GnRH/gonadotrofina não é funcional e os animais reproduzem-se continuamente durante todo o ano (HEIDEMAN; BRONSON, 1990).

A temperatura ambiente é outro fator importante a ser considerado na reprodução, pois, já vários autores constataram sua interferência na produção espermática de inúmeras espécies (CHOWDHURY; STEINBERGER, 1964; VAN DER MARK; FREE, 1970; LUE et al. 2000; SCHWALM, et al. 2007; MACHADO JUNIOR, et al. 2009).

Para a avaliação do estado funcional dos órgãos reprodutivos dos machos, muitos trabalhos apontam alterações no peso, volume, comprimento e diâmetro do testículo, bem como, modificações histológicas do parênquima, como indicadores para avaliar o ciclo reprodutivo.

Estudos das relações entre as populações celulares que determinam a cinética da espermatogênese há muito são utilizados para determinar a atividade testicular e o comportamento da estrutura testicular em consequência de diferentes fatores (JHONSON et al.,

1997; ALMEIDA et al., 2000; ASSIS NETO et al., 2003a; SAGATELI et al., 2004; OKUMA et al., 2006). Este parâmetro também vem sendo usado em pesquisas para estabelecer o ciclo reprodutivo de diversos animais como primatas (BANSODE; CHOWDHURY; DHAR, 2003), carnívoros (NEAL, et al., 1997; BLOTTNER; SCHÖN; JEWGENOW, 2006), cervos (SCHÖN et al., 2004; SCHÖN; BLOTTNER, 2008), roedores (FUENTES, et al. 1991, BERNARD; HALL, 1995; MUTEKA; CHIMIMBA; BENNETT, 2006a; 2006b; BOIANE et al., 2007) dentre outros.

O conhecimento dos componentes celulares que formam os diferentes estádios do Ciclo do Epitélio Seminífero (CES), segundo Benrdston (1977), é de suma importância para os estudos quantitativos da espermatogênese. Dentre os métodos descritos, o de morfologia tubular consiste na observação da organização das células da linhagem espermatogênica dentro do túbulo seminífero, sendo caracterizados até 8 Estádios do CES (CURTIS, 1918; ORTAVANTE et al., 1984), e o método do sistema acrossômico, onde são caracterizados até 14 estádios, consiste na identificação desses com base nos eventos celulares, principalmente, nas mudanças do sistema acrossômico e desenvolvimento morfológico das espermátides (LEBLOND; CLERMONT, 1952).

Em pesquisas que envolvem o rendimento da espermatogênese utilizando o sistema de morfologia tubular, o estágio I do CES, geralmente é o de eleição. As populações celulares neste estágio podem variar de espécie para espécie. Em roedores histricomorfos como cutia (*Dasyprocta sp* e *Dasyprocta aguti*) (TOLEDO et al., 1995; ASSIS NETO, et al., 2003c), capivara (*Hydrochoerus hydrochaeris*) (PAULA, 1999) e chinchila (*Chinchilla lanígera*) (LEAL; FRANÇA, 2009), foram observados os seguintes tipos celulares para o estágio I do CES: espermatogônias Tipo A, espermátocitos primários em pré-leptoteno/ leptoteno e paquíteno, e espermátides arredondadas.

Em viscacha (*Lagostomus maximus maximus*) o peso do testículo variou durante o ano, com valores mais elevados nos meses de abril e maio (outono), decrescendo nos meses de julho e agosto, voltando a aumentar em setembro (final do inverno início da primavera), aumentando gradativamente no verão até atingir o pico em abril. Histologicamente, durante o verão e outono, os túbulos seminíferos apresentaram diâmetro maior, com espermatozóides no seu lúmen, demonstrando completa espermatogênese em contraste ao observado no inverno, onde a espermatogênese estava incompleta entre julho e outubro e ausente em agosto (FUENTES et al., 1991). Para Muñoz et al. (2001), também, na viscacha (*Lagostomus maximus*

maximus), ocorreram variações no número e marcadas alterações nucleares e citoplasmáticas nas células de Sertoli, durante o ciclo reprodutivo anual.

Bernard e Hall (1995) submetendo ratos da espécie *Saccostomus campestris*, oriundos de regiões tropicais e que apresentam nascimento sazonal, a fotoperíodos com dias longos (16h Luz/8h Escuro) e dias curtos (8h Luz/16h Escuro), não observaram variações significativas do peso, comprimento e largura do testículo e atividade espermatogênica entre os grupos de dias longos e dias curtos. Fato também observado em *Rhabdomys pumilio* por Jackson e Bernard (1999).

A função testicular em capivaras (*Hydrochoerus y hydrochaeris*) adultas foi avaliada por Paula (1999), no sudeste do Brasil, que observou não haver diferenças significativas no peso, comprimento e largura do testículo, no diâmetro dos túbulos e na altura do epitélio seminífero, em diferentes épocas do ano.

De acordo com Dubost, Henry e Comizzoli (2004), estudando a sazonalidade em cutiaras (*Myoprocta exilis*), cutia (*Dasyprocta leporina*) e paca (*Agouti paca*), animais capturados por moradores rurais nas florestas da guiana francesa, não ocorreu diferença significativa na variação sazonal do peso do testículo em nenhuma das três espécies. Entretanto, o maior peso testicular foi registrado em agosto-outubro para cutiara e cutia, e novembro-janeiro para pacas. Os autores observaram, ainda, pela idade dos embriões, que a concepção ocorreu no período de maior peso testicular para cada espécie.

Foram relatadas alterações sazonais nos testículos de rato-topeira de duna do Cabo (*Bathyergus suillus*), África do Sul, onde a massa testicular, o volume testicular e o diâmetro dos túbulos seminíferos apresentaram um aumento, que se iniciou no mês de maio, com um pico em julho, porém, o volume testicular e o diâmetro dos túbulos seminíferos sofreram um decréscimo em agosto e outro aumento em outubro, e todos os parâmetros seguiram com um gradual decréscimo durante novembro e dezembro, mantendo o mesmo padrão dos meses de janeiro a abril (HART et al. 2006).

A maior atividade reprodutiva de machos de ratos da espécie *Aethomys ineptus* (MUTEKA; CHIMIMBA; BENNETT, 2006a) e da espécie *Aethomys namaquensis* (MUTEKA; CHIMIMBA; BENNETT, 2006b) ocorreu durante o verão e outono, com aumento no diâmetro dos tubúlos seminíferos, massa e volume testicular, no período de setembro a fevereiro, decrescendo gradualmente durante o inverno (maio a agosto). A presença de espermatozoides nos túbulos seminíferos e maior atividade espermatogênica foram observados, também, de setembro a maio em *A. ineptus* e de setembro a fevereiro em *A. namaquensis*. Os autores

constataram, ainda, que não havia atividade espermatogênica em *A. namaquensis* durante os meses de março a agosto, período ocorreu que houve apenas uma redução da espermatogênese em *A. ineptus*.

Em ratos de cauda longa (*Oligoryzomys flavescens*), os machos adultos apresentaram uma notável redução da espermatogênese durante os meses de inverno (junho a agosto). Em contraste, durante a principal estação de reprodução (outubro a abril) os testículos eram maiores, com maior diâmetro dos túbulos seminíferos e tanto o tecido intersticial quanto a quantidade de espermatozóides armazenados no epidídimo eram mais abundantes (BOIANE et al., 2007).

Para caracterização do ciclo reprodutivo, a avaliação das concentrações de testosterona também é de fundamental importância. De acordo com Hafez e Hafez (2004), este hormônio é essencial para as funções reprodutiva, prolongando a vida útil dos espermatozóides no epidídimo, promovendo o crescimento, desenvolvimento e atividade secretora dos órgãos sexuais do macho. Exerce, ainda, importante papel na manutenção das características sexuais secundárias, no comportamento sexual e na libido do macho. O'Donnell et al. (1994) afirmam que, na produção dos gametas masculinos, a testosterona age estimulando os estádios finais da espermatogênese, promovendo o desenvolvimento das espermátides arredondadas para a forma alongada.

Concannon et al. (1993) em marmotas (*Marmota monax*) adultas, submetidas ao clima austral verificaram um aumento na concentração de testosterona no período de setembro a dezembro, enquanto no clima boreal, ocorreu de janeiro e fevereiro. Para Cepeda, Adaro e Peñailillo (2006), em chinchilas chilenas (*Chinchilla laniger*), houve redução nas concentrações de testosterona nos meses de janeiro, fevereiro e junho, porém, aumento dos valores máximos em abril, maio, julho e agosto. Conforme Hart et al. (2006) no rato-toupeira de duna do Cabo (*Bathyergus suillus*), os níveis de testosterona apresentaram dois picos durante o ano, correspondendo aos meses de junho e agosto, mantendo-se basais nos demais meses. Muteka, Chimimba e Bennett (2006a, 2006b) para o rato de savana do Tete (*Aethomys ineptus*) e o rato de rocha de Namaqua (*Aethomys namakensis*), respectivamente, afirmam que a concentração de testosterona foi significativamente mais elevada no verão (setembro a fevereiro), decrescendo a partir de março, mantendo-se baixa até setembro.

Os estudos relativos à biologia de animais silvestres vêm colaborando com o crescimento da produção animal, onde algumas espécies mostram fácil adaptação em cativeiro e bom desempenho zootécnico, bem como, com a preservação de inúmeras espécies. Dentre esses animais, a cutia vem demonstrando potencial para criação zootécnica. No Brasil, existem relatos

da sua criação e utilização como fonte de proteína animal, pelos índios, desde os séculos XVI e XVII (NEGRET, 1984).

As cutias (*Dasyprocta sp*) são roedores que pertencem à subordem *Hystricomorpha*, família *Dasyproctidae* e gênero *Dasyprocta* (MOOJEN, 1952, LANGE; JABLONSKI, 1979). Apresentam importante papel ecológico na dispersão de sementes, pois come os frutos e enterram a semente no local onde caiu ou, a distâncias de 50 a 150 metros, para comer nas épocas de escassez, período em que se alimenta quase que exclusivamente de sementes que foram enterradas (SMYTHE, 1970).

Informações sobre alguns parâmetros reprodutivos da cutia (*Dasyprocta sp.*) são divergentes. Em relação à cutia macho, há relatos de que a puberdade ocorre aos seis (DEUTSCH; PUGLIA, 1988), oito ou nove meses de vida (FERREIRA et al., 2004; ASSIS NETO et al., 2003a,2003b). No que se refere às cutias fêmeas, Weir (1971) informou que ocorre nascimento sazonal durante o verão, enquanto, Guimarães, (1993) e Cavalcante et al. (2005) apontaram inexistência de sazonalidade nesses animais, apresentando, a fêmea, reprodução do tipo poliéstrica não estacional.

A cutia apresenta período de gestação que varia de 90 a 120 dias, conforme a espécie, com partos simples ou duplo, ocorrendo todo o ano, com até três filhotes por parto e dois partos por ano (DEUTSCH; PUGGLIA, 1988; NEGRET, 1984; GUIMARÃES, 1993; CAVALCANTE et al., 2005). O ciclo estral deste animal apresenta um período que pode variar de 30 a 34 dias na espécie *Dasyprocta prymnolopha* (GUIMARÃES; MOREIRA; VALE, 1997) ou de 27 a 45 dias em *Dasyprocta aguti* (ALMEIDA, 2009).

O objetivo desta pesquisa foi estudar o ciclo reprodutivo anual do macho de cutia, analisando a morfologia testicular e a concentração plasmática de testosterona, ao longo do ano, para determinar se há atividade testicular sazonal nesses animais.

A organização estrutural desta tese apresenta-se da seguinte forma: Introdução, Capítulos I e II, Considerações Finais e Referências Bibliográficas. Os Capítulos foram elaborados em forma de artigos científicos. O Capítulo I, intitulado “Morfologia testicular e avaliação da testosterona plasmática em cutia (Rodentia: Dasyproctidae) macho criado em cativeiro, durante o ciclo reprodutivo anual”, foi organizado conforme as normas do periódico *Animal Reproduction Science* (ISSN: 0378-4320), e o Capítulo II, com o título “Quantificação das células dos túbulos seminíferos e rendimento da espermatogênese durante o ciclo

reprodutivo anual de cutias (Rodentia: Dasyproctidae) machos criados em cativeiro” de acordo com as normas da Mammalian Biology (ISSN 1616-5047).

CAPITULO I*

*Elaborado segundo as normas da Animal Reproduction Science

1 **Morfologia testicular e avaliação da testosterona plasmática em cutia (Rodentia:**
2 **Dasyproctidae) macho criado em cativeiro, durante o ciclo reprodutivo anual.**

3

4

5 Danilo José Ayres de Menezes^a; Maria Josefina Illera^b; Maria Acelina Martins de Carvalho^{ac*}

6

7

8 ^aFederal University of Piauí, Post Graduation Program in Animal Science, Teresina, PI, 64049-
9 650, Brazil. danayres@uol.com.br

10 ^bComplutense University of Madrid, Veterinary Faculty, Department of Animal Physiology,
11 Madrid, 28040, Spain. mjillera@vet.ucm.es

12 ^cFederal University of Piauí, Department of Veterinary Morphophysiology, Teresina, PI, 64049-
13 650, Brazil, mcelina@ufpi.edu.br

14

15

16 *Autor para correspondência:

17 Maria Acelina Martins de Carvalho

18 Universidade Federal do Piauí, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Morfofisiologia
19 Veterinária, Campus da Socopo, CEP. 64049-550, Teresina, Piauí, Brazil.

20 e-mail: mcelina@ufpi.edu.br

21 Tel: +55 86 3215 5741

22 Fax: +55 86 3215 5740

23

24 **Resumo**

25 O ciclo reprodutivo dos mamíferos pode sofrer influência de vários fatores sejam ambientais,
26 sociais ou genéticos. O estudo da plasticidade reprodutiva e dos fatores que interagem com a
27 reprodução é importante para o conhecimento da biologia das espécies. O objetivo desta pesquisa
28 foi caracterizar o ciclo reprodutivo de cutias macho, criados em cativeiro, avaliando-se aspectos
29 morfológicos do testículo e a concentração plasmática de testosterona durante o período de um
30 ano. Foram utilizados 28 espécimes, sendo 24 destinados ao estudo morfológico do testículo e
31 quatro às análises da concentração plasmática de testosterona. Para o estudo da morfologia
32 testicular, a cada mês, dois animais foram submetidos à orquiectomia unilateral esquerda e os
33 testículos foram dissecados e isolados do epidídimo para a avaliação do peso, comprimento,
34 diâmetro e volume do órgão. Fragmentos do testículo foram fixados em Bouin e processados para
35 análise das características histológicas do parênquima, como altura do epitélio e diâmetro dos
36 túbulos seminíferos. A testosterona foi avaliada, mensalmente, por meio da técnica de Enzima
37 Imunoensaio (EIA). Os resultados morfológicos demonstraram elevação do peso, volume e
38 comprimento do testículo, da altura do epitélio e do diâmetro dos túbulos seminíferos, no período
39 julho/agosto, mantendo-se elevado até novembro/dezembro, e os valores mais baixos foram
40 verificados em janeiro/fevereiro. Não foram observadas diferenças em relação ao diâmetro
41 testicular durante o ano. Quanto aos níveis plasmáticos de testosterona, houve aumento a partir do
42 mês de maio, com pico em junho, mantendo-se elevada até dezembro, assim como ocorreu em
43 relação aos dados morfológicos, sendo o menor valor verificado em janeiro. Concluiu-se que a
44 cutia apresentou maior atividade testicular entre os meses de maio a dezembro.

45 **Palavras-chave:** *Dasyprocta*, sazonalidade, reprodução, morfologia, testosterona, roedor

46

47

48

49 1. Introdução

50

51 A atividade reprodutiva de muitos animais, particularmente os silvestres, está
52 associada a inúmeros fatores ambientais, que determinam seus ciclos anuais. Estas características
53 sazonais refletem-se na atividade gonadal em machos e fêmeas, muitas vezes de forma distinta,
54 determinando os nascimentos de suas proles em períodos do ano propícios a sobrevivência
55 (Bronson, 1985; Horton, 2005). Este sincronismo da reprodução é uma estratégia de algumas
56 espécies para maximizar o sucesso da reprodução (Ims, 1990).

57 Destacam-se como fatores ambientais que influenciam o ciclo reprodutivo dos
58 animais a temperatura ambiente, disponibilidade de água, o ciclo dia/noite (fotoperíodo),
59 viabilidade de alimento e a influência social (Bronson, 1985). Nos trópicos, onde a duração do
60 fotoperíodo não varia muito, os principais fatores considerados, são a nutrição, período de chuva
61 e seca (Bronson, 1985; Dubost *et al.*, 2004; Heideman e Bronson, 1990; Traino *et al.*, 2006), e a
62 interação com animais do sexo oposto (Anand *et al.*, 2002; Demas e Nelson, 1998; Hengstron e
63 Breedlove, 1999; Lynch *et al.* 1981). No entanto, a função reprodutiva pode ser mediada por
64 meio de mecanismos fisiológicos diferentes, mesmo para espécies muito próximas (Traino *et al.*,
65 2006). Diferentes fatores podem afetar variadas funções reprodutivas em uma mesma espécie,
66 como a idade à puberdade, período de acasalamento, dentre outras (Anand *et al.*, 2002; Demas e
67 Nelson, 1998; Jackson e Bernard, 1999).

68 Segundo Bentley (1998) o fotoperíodo interfere no eixo reprodutivo-neuroendócrino,
69 com a quantidade de luz diária agindo na fisiologia reprodutiva, atuando na hipófise e no
70 hipotálamo e estimulando a liberação das gonadotrofinas. Este fato foi observado em alguns
71 roedores como *Onychomys leucogaster* (Frost e Zucker, 1983), *Marmota monax* (Concannon *et*
72 *al.*, 1993), *Phodopus sungorus* (Anand *et al.*, 2002), *Cavia aperea f. porcellus* (Bauer *et al.*,
73 2008), que apresentaram variações na reprodução influenciadas pelo fotoperíodo. Já, em

74 *Zygodontomys brevicauda* (Heideman e Bronson, 1990) e *Peromyscus aztecus* (Demas e
75 Nelson, 1998), quando submetidos a variações controladas de fotoperíodo, não apresentaram
76 alterações no padrão reprodutivo.

77 Para avaliação da sazonalidade reprodutiva do macho, geralmente, são considerados
78 os níveis dos hormônios sexuais e as mudanças das características macro e microscópicas dos
79 órgãos genitais. Em *Lagostomus maximus maximus* (Fuentes, et al. 1991), *Aethomys ineptus*
80 (Muteka et al., 2006a) e *Aethomys namaquensis* (Muteka et a., 2006b) o peso do testículo e o
81 diâmetro dos túbulos seminíferos foram mensurados e demonstraram maior valor no verão e
82 outono. Além disso, nas duas últimas espécies, houve aumento do volume e da massa testicular.
83 Em *Bathyergus suillus* a massa testicular, o volume testicular e o diâmetro dos túbulos
84 seminíferos apresentaram valores mais elevados de maio a outubro (Hart et al. 2006). De acordo
85 com Dubost et al. (2004), avaliando três espécies de roedores na floresta da Guiana Francesa, o
86 peso testicular foi maior em agosto-outubro para *Myoprocta exilis* e *Dasyprocta leporina*, e
87 novembro-janeiro para *Agouti paca*, períodos que coincidiram com o início da gestação para
88 cada espécie.

89 Fuentes et al. (1991) observaram, ainda, correlação positiva entre a testosterona, o
90 peso do testículo e a atividade espermática em *Lagostomus maximus maximus*. Hart et al.
91 (2006), em *Bathyergus suillus*, informaram que, tanto o peso, quanto o volume do testículo e a
92 concentração de testosterona, apresentaram aumento no mesmo período.

93 Quanto aos aspectos reprodutivos da cutia, as informações disponíveis na literatura
94 são escassas e, algumas vezes, divergentes. Deutsch e Puglia (1988) afirmaram que esses
95 animais chegam à puberdade aos seis meses, enquanto Assis Neto et al. (2003a, 2003b),
96 estudando animais criados em cativeiro, revelaram que o macho de cutia é considerado púbere
97 somente a partir dos nove meses de vida. De acordo com Cavalcante et al. (2005) e Negret
98 (1984), as fêmeas apresentam partos simples ou duplos, ocorrendo durante todo o ano, podendo

99 conceber até três filhotes por parto e até dois partos por ano, com período de gestação variando
100 de 90 a 120 dias, dependendo da espécie. Quanto a duração do ciclo estral, segundo Guimarães
101 et al. (1997), pode variar de 30 a 34 dias na espécie *Dasyprocta prymnolopha*, e de 27 a 45 dias
102 em *Dasyprocta aguti* conforme Almeida (2009). O ciclo reprodutivo foi caracterizado como do
103 tipo poliestrico não estacional (Cavalcante et al., 2005). No entanto, Dubost et al. (2004) e Weir
104 (1971) observaram que ocorre nascimento sazonal nessa espécie.

105 Com o objetivo de caracterizar o ciclo reprodutivo anual do macho de cutia, foram
106 estudados os aspectos macro e microscópico dos testículos, bem como, os níveis plasmáticos de
107 testosterona, para o melhor entendimento da biologia reprodutiva dessa espécie animal.

108

109 **2. Materiais e métodos**

110

111 Foram utilizados 28 cutias macho, 16 *Dasyprocta prymnolopha*, oriundos do Núcleo
112 de Estudos e Preservação de Animais Silvestres – NEPAS (Registro IBAMA Nº 02/08-618), da
113 Universidade Federal do Piauí, Teresina, Piauí, Brasil e 12 da espécie *Dasyprocta aguti* do
114 Centro de Multiplicação de Animais Silvestres – CEMAS (Registro IBAMA Nº 14.492.004), da
115 Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, Rio Grande do Norte. A pesquisa foi
116 desenvolvida em 2008, na cidade de Teresina, situada a 72,0 metros de altitude, com latitude de
117 05°05'S, longitude de 42°48'W e clima tipo Aw (tropical quente e úmido), segundo classificação
118 de Köppen (Peel, et al. 2007). Apresenta curta estação chuvosa com média de cinco meses
119 (janeiro a maio) e a duração do fotoperíodo oscila de 12:03 às 12:37, horas e minutos, durante
120 todo o ano (SEMAR, 1997). As condições meteorológicas do local, durante o período deste
121 estudo, estão expressas na Tabela 1.

122 Os animais apresentavam-se com idade entre um e dois anos e peso homogêneo (2,08
123 \pm 0,23kg). Foram utilizados para o estudo hormonal, quatro machos (*Dasyprocta Prymnolopha*),

124 que viviam em grupos familiares no NEPAS, em baias de 3X9m e 24 espécimes, para o estudo
 125 morfológico do testículo, mantidos em gaiolas de ferro de 100x60x40 cm (comprimento x
 126 largura x altura), cada macho com uma fêmea adulta. As cutias permaneceram, pelo menos, um
 127 mês em adaptação nas condições do experimento, antes do início do estudo, e foram alimentadas
 128 com ração comercial peletizada (Proteína bruta mínima-12%, Extrato Etérico-1,5%, Matéria
 129 fibrosa-12%, Matéria mineral-13%, Cálcio-1,3% e Fósforo-0,4%), além de milho, frutas e
 130 verduras regionais da época, e água *ad libitum*.

131 **Tabela 1**

132 Dados meteorológicos mensais de Teresina-PI, Brasil, em 2008.

Meses (2008)	T° (°C)			UR (%)	PP (mm)
	Média	Máxima	Mínima		
Janeiro	27,3	32,6	22,1	80	295,2
Fevereiro	26,9	31,9	22,0	80	220,5
Março	26,6	31,4	21,9	85	298,3
Abril	26,7	31,7	21,7	86	507,4
Maiο	26,8	32,2	21,5	80	166,4
Junho	26,3	32,3	20,3	70	6,5
Julho	26,8	33,1	20,6	65	0,0
Agosto	27,8	35,1	20,4	59	1,4
Setembro	29,3	36,9	21,6	56	14,4
Outubro	30,5	37,8	23,3	53	8,5
Novembro	30,8	37,8	23,7	54	14,6
Dezembro	28,7	33,9	23,5	72	192,0

149 Fonte: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA Meio Norte. Teresina, Piauí, 2010.

T° – Temperatura Média do Ar

UR – Umidade Relativa

PP – Precipitação Pluviométrica

152 Para o estudo morfológico do testículo, ao longo de um ano, a cada mês, dois animais
153 foram submetidos à orquiectomia unilateral esquerda, após anestesia com associação de
154 cloridrato de quetamina (20mg/Kg) e cloridrato de xilazina (1,5 mg/Kg), por via intramuscular.
155 Os testículos foram dissecados, isolados do epidídimo, pesados(g) em balança de precisão com
156 escala de 0,001g (Gibertini, Modelo Cristal 200, Itália), e mensurado com paquímetro digital
157 com escala de 0-100mm (Modelo Eco-100, EcoGage Instrumento de Medição, Itália), obtendo-
158 se o comprimento e o diâmetro do órgão. Em seguida, estimou-se o volume dos testículos pelo
159 método de Cavaliere (Mandarim-de-Lacerda, 2003).

160 Para o estudo histológico foram realizadas secções transversais seriadas obtendo-se
161 fragmentos de aproximadamente 4mm de espessura, que foram fixados em solução de Bouin por
162 um período de 24 horas, seguindo de 5 lavagens em álcool 70%, com intervalos de 12 horas
163 entre as lavagens, e submetidos ao processamento histológico de rotina para inclusão em
164 parafina. Foram obtidos cortes de 5 µm de espessura, corados com Hematoxilina-Eosina e
165 analisadas em Programa Computacional de Análise de Imagens (Leica Qwin D-1000, versão
166 4.1, Cambridge, UK), com microscópio de luz (Nikon Eclipse E200, Japan).

167 De cada testículo foram analisados seis cortes aleatórios, por meio do programa de
168 análise de imagem, medindo-se o diâmetro dos túbulos e a altura do epitélio seminífero em 30
169 secções transversais por testículo, selecionadas aleatoriamente, mediante varredura horizontal,
170 sendo utilizadas aquelas que apresentaram contorno o mais circular possível, não importando o
171 estágio do Ciclo do Epitélio Seminífero (CES).

172 Os dados foram agrupados a cada dois meses, durante o ano (janeiro/fevereiro,
173 março/abril, maio/junho, julho/agosto, setembro/outubro e novembro/dezembro).

174 Quanto à análise das concentrações plasmáticas de testosterona, foram colhidas
175 amostras de 3ml de sangue, mensalmente, sempre no período da manhã, entre 9:00h e 10:00h,
176 por meio de punção da veia safena lateral, utilizando-se seringa contendo 1 gota de

177 anticoagulante (EDTA). O sangue foi centrifugado a 2.500 x g, durante 20 minutos, e o plasma
178 foi congelado a -20°C, conduzido ao Laboratório de Endocrinologia do Departamento de
179 Fisiologia Animal da Faculdade de Veterinária da Universidade Complutense de Madrid,
180 Espanha e analisado por meio da técnica de Enzima Imunoensaio (EIA) de competição, segundo
181 Illera et al. (1997), Munro e Lasley (1988) e Silván et al. (1993). Foi utilizado anticorpo
182 policlonal, produzido em coelhos, contra testosterona-6CMO:BSA (C9003), purificado e
183 caracterizado por reação cruzada contra hormônios esteróides afins. O hormônio conjugado
184 testosterona-3HS foi marcado por horseradsh peroxidase (Sigma, MO, USA) e a testosterona
185 utilizada foi obtida da Steraloids Inc. (Wilton, NH, USA). O coeficiente de variação intra- e
186 inter-análise considerado foi de 4,5% e 7,5%, respectivamente (Munro e Lasley, 1988). A
187 absorvância foi lida a 450-600 nm em um leitor de microplacas e as concentrações hormonais
188 foram calculadas por meio de software desenvolvido para a técnica (AID, Eurogenetics,
189 Bélgica). As concentrações de hormônio estão expressas em ng/mL.

190 Os resultados estão apresentados sob forma de média \pm desvio padrão e foram
191 avaliados por análise de variância para um delineamento inteiramente casualizado, seguido de
192 teste de Student-Newman-Keuls ($p < 0,05$) para comparação das médias. Os dados hormonais
193 foram submetidos à transformação por raiz quadrada antes da análise de variância.

194 Os protocolos usados neste estudo foram aprovados pelo Comitê de Ética em
195 Experimentação da Universidade Federal do Piauí (Processo Nº 0540/06) e pelo Ministério do
196 Meio Ambiente, por meio do Sistema de Autorização e Informação da Biodiversidade – SISBIO
197 do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis – IBAMA (Processo
198 Nº 14923-1).

199

200

201

202 3. Resultados

203

204 Os dados relativos ao volume, peso, comprimento e diâmetro do testículo de cutia
205 obtidos durante o ano estão demonstrados na Fig. 1.

206 Os valores médios de peso, volume e comprimento mostraram-se mais baixos no
207 período de janeiro/fevereiro até maio/junho. Os maiores valores foram observados em
208 julho/agosto, com redução progressiva até novembro/dezembro. Apesar dos resultados
209 indicarem variações nas médias mensais dos parâmetros analisados, não foram constatadas
210 diferenças estatísticas significativas entre as variáveis, (Peso: $F=0,59$, $P=0,71$; Volume: $F=1,46$,
211 $P=0,25$; Comprimento: $F=1,87$, $P=0,15$; Diâmetro: $F=0,68$, $P=0,64$).

212 O peso do testículo variou de $3,71 \pm 0,36$ g no período de março/abril a $3,90 \pm 0,72$ g
213 em maio/junho, com aumento em julho/agosto para $4,82 \pm 1,26$ g. Em setembro/outubro ($4,25 \pm$
214 $1,54$ g) e novembro/dezembro ($4,04 \pm 1,36$ g), mostrou-se ainda elevado, comparado com os
215 demais períodos do ano, sendo menor apenas que em julho/agosto.

216 O volume testicular apresentou menores valores em janeiro/fevereiro ($3,46 \pm$
217 $0,50\text{cm}^3$) e novembro/dezembro ($3,55 \pm 0,88\text{cm}^3$), e maior em julho/agosto ($4,95 \pm 0,9\text{cm}^3$).
218 Durante os outros períodos analisados, o volume manteve valores muito próximos, variando de
219 $3,79 \pm 0,61\text{cm}^3$ (maio/junho) a $3,98 \pm 1,35\text{cm}^3$ (setembro/outubro).

220 O comprimento do testículo também foi maior em julho/agosto ($3,98 \pm 0,40\text{cm}$), no
221 entanto, o menor comprimento foi observado nos animais do período de maio/junho ($3,24 \pm$
222 $0,31\text{cm}$). Já o diâmetro do órgão manteve-se relativamente constante durante todo o ano (Fig. 1).

223 Histologicamente, no lúmen dos túbulos seminíferos, foram observados
224 espermatozoides e espermátides alongadas em processo de espermição, em todos os períodos
225 estudados, indicando que o testículo da cutia apresentou atividade no processo de
226 espermatogênese durante todo o ano (Fig. 2).

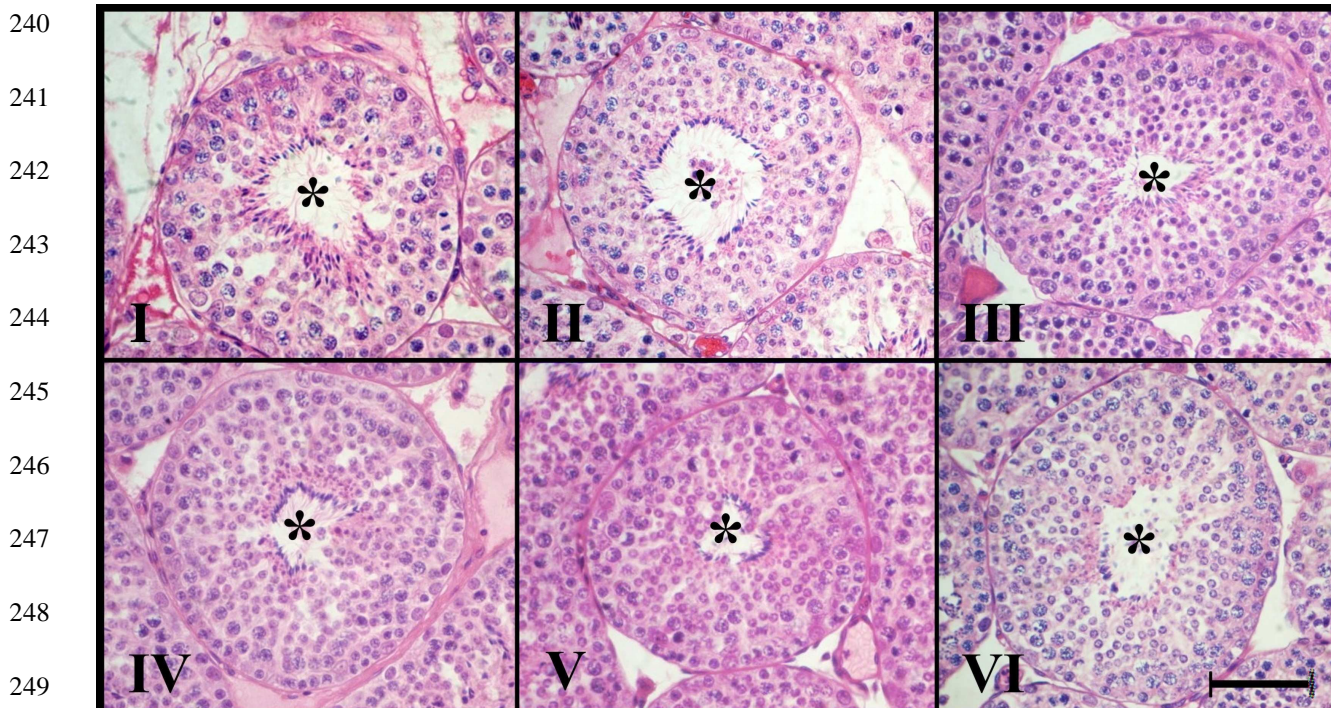
227 **Tabela 2**

228 Valores médios e desvios padrão do volume (cm³), peso (g), comprimento (cm) e diâmetro (cm)
 229 do testículo de cutia, criadas em cativeiro, em diferentes períodos do ano. Teresina, Piauí, Brasil,
 230 2010.

231	Período do ano	Volume(cm ³)	Peso (g)	Comprimento (cm)	Diâmetro (cm)
232	Janeiro/Fevereiro	3,46 ± 0,50 ^a	3,75 ± 0,73 ^a	3,50 ± 0,33 ^a	1,42 ± 0,15 ^a
233	Março/Abril	3,83 ± 0,85 ^a	3,71 ± 0,36 ^a	3,46 ± 0,13 ^a	1,39 ± 0,13 ^a
234	Maió/Junho	3,80 ± 0,61 ^a	3,90 ± 0,72 ^a	3,25 ± 0,31 ^a	1,48 ± 0,09 ^a
235	Julho/Agosto	4,96 ± 0,90 ^a	4,82 ± 1,26 ^a	3,98 ± 0,40 ^a	1,55 ± 0,21 ^a
236	Setembro/Outubro	3,99 ± 1,35 ^a	4,25 ± 1,54 ^a	3,61 ± 0,41 ^a	1,43 ± 0,23 ^a
237	Novembro/Dezembro	3,55 ± 0,88 ^a	4,04 ± 1,36 ^a	3,53 ± 0,46 ^a	1,36 ± 0,17 ^a

238 Valores acompanhados de mesma letras na coluna, não diferem estatisticamente entre si (p<0,05).

239



250 **Fig. 1.** Fotomicrografia do parênquima testicular de cutias, onde são evidenciadas espermátides
 251 alongadas, em processo de espermiacção, no lúmen (*) dos túbulos seminíferos, nos diferentes
 252 períodos avaliados. I) janeiro/fevereiro; II) março/abril; III) maio/junho; IV) julho/agosto; V)
 253 setembro/outubro; VI) novembro/dezembro. (Barra = 50µm).

254
 255 Os resultados referentes aos parâmetros histométricos analisados estão indicados na
 256 Tabela 2. Observou-se diferença estatística significativa quanto ao diâmetro dos túbulos
 257 seminíferos do testículo de cutia ($F=3,22$; $P=0,03$) entre os períodos do ano, fato que não
 258 ocorreu em relação à altura de epitélio ($F=1,77$, $P=0,17$). Os maiores valores, tanto para o
 259 diâmetro dos túbulos, quanto para a altura do epitélio seminífero do testículo de cutias, foram
 260 encontrados em julho/agosto e os menores nos períodos de janeiro/fevereiro e
 261 novembro/dezembro.

262

263

264 **Tabela 3**

265 Valores médios e desvios padrão do diâmetro dos túbulos e altura do epitélio seminífero de
 266 cutias criadas em cativeiro, em diferentes períodos do ano. Teresina, Piauí, Brasil, 2010.

267

268

Período do ano	Diâmetro dos túbulos seminíferos (μm)	Altura do epitélio seminífero (μm)
Janeiro/Febrero	$115,63 \pm 6,67^b$	$44,83 \pm 1,94^a$
Março/Abril	$132,16 \pm 7,87^{ab}$	$47,56 \pm 2,90^a$
Maio/Junho	$129,64 \pm 14,29^{ab}$	$47,82 \pm 5,33^a$
Julho/Agosto	$139,94 \pm 3,84^a$	$53,14 \pm 1,21^a$
Setembro/Outubro	$125,07 \pm 10,10^{ab}$	$48,37 \pm 3,89^a$
Novembro/Dezembro	$114,63 \pm 17,13^b$	$45,85 \pm 7,40^a$

269

270

271

272

273

274

275

276

277

278

279

280

281

282

Valores acompanhados de mesma letras na coluna, não diferem estatisticamente entre si ($p < 0,05$).

283 Os valores médios de testosterona plasmática obtidos durante o ciclo reprodutivo
 284 anual de cutias macho estão apresentados na Tabela 3.

285 As concentrações plasmáticas de testosterona apresentaram diferenças estatísticas
 286 entre os períodos do ano ($p < 0,05$). De janeiro a abril apresentou-se baixa, elevando-se a partir de
 287 maio, atingindo maior valor mês de junho, decrescendo gradativamente até o mês de dezembro.

288

289 **Tabela 4**

290 Valores médios e desvios padrão das concentrações de testosterona no plasma de cutias machos
 291 criados em cativeiro durante o ano. Teresina, Piauí, Brasil. 2010

292

Meses (2008)	Testosterona (ng/mL)
Janeiro	101,40 \pm 34,84 ^c
Fevereiro	108,27 \pm 54,61 ^c
Março	159,26 \pm 45,20 ^{abc}
Abril	130,75 \pm 32,35 ^{bc}
Maio	215,62 \pm 76,72 ^{abc}
Junho	283,72 \pm 159,48 ^a
Julho	218,50 \pm 161,27 ^{abc}
Agosto	191,64 \pm 67,54 ^{abc}
Setembro	225,85 \pm 29,24 ^{ab}
Outubro	197,93 \pm 49,17 ^{abc}
Novembro	201,44 \pm 62,66 ^{abc}
Dezembro	168,37 \pm 30,06 ^{abc}

304

305

Para a análise estatística, foi realizada a transformação de raiz quadrada, porém, na tabela, estão representados os valores reais que, seguidos de mesma letra, não diferem estatisticamente entre si ($p < 0,05$).

306

307

308

309 3 Discussão

310

311 Na avaliação do ciclo reprodutivo de cutia macho foram constatadas variações
312 morfológicas e hormonais durante o ano.

313 O peso, volume e comprimento do testículo de cutias apresentaram um discreto
314 aumento no período de menor precipitação de chuvas na região, correspondendo aos meses de
315 julho a dezembro, fato similar ocorreu em *Lagostomus maximus maximus* (Fuentes et al. 1991)
316 quanto ao peso do testículo, *Aethomys ineptus* (Muteka et al. 2006a) e *Aethomys namaquensis*
317 (Muteka et al. 2006b) em relação a massa e o volume testicular, os quais apresentaram maiores
318 valores no verão. De forma semelhante, Dubost et al. (2004) constataram variações durante o
319 ano no peso dos testículos de *Mioprocta exilix* e *Dasyprocta leporina*, sendo que o maior peso
320 testicular foi observado no período de agosto a outubro, e em *Agouti paca*, verificaram aumento
321 de peso testicular no período de novembro a janeiro. Já Hart et al. (2006) afirmaram que a massa
322 e o volume testicular de *Bathyergus suillus*, aumentaram a partir de maio, com pico em julho,
323 decrescendo em novembro.

324 Em outros roedores, foram constadas variações do peso, comprimento e diâmetro dos
325 testículos, relacionadas a mudanças no fotoperíodo, fator não analisado neste experimento, tendo
326 em vista a baixa oscilação do comprimento do dia ao longo do ano. Desta foram, Lynch et al.
327 (1981) em *Peromyscus leucopus*, Frost e Zuker (1983) em *Onychomys leucogaster* e Anand et
328 al., (2002) em *Phodopus sungorus*, verificaram menores medidas testiculares associadas a
329 períodos de dias mais curtos. Por outro lado, espécies como *Saccostomus campestris* (Bernard e
330 Hall, 1995), *Peromyscus aztecus* (Demas e Nelson, 1998), *Phodopus sungorus* (Hengstron e
331 Breedlove, 1999) apresentaram maior massa e peso testicular influenciado pelo convívio com
332 animais de sexo oposto.

333 O parênquima testicular, na cutia, mostrou atividade espermatogênica durante todo o
334 ano, semelhante ao descrito por Jackson e Bernard (2006) para *Rhabdomys pumilio*, divergindo
335 de Fuentes et al. (1991) que observaram um período de inatividade gonadal em *Lagostomus*
336 *maximus maximus*, durante o inverno, onde os túbulos seminíferos se comportaram como
337 cordões, apresentando somente espermatogônias como célula da linhagem espermatogênica.

338 Quanto à altura ao diâmetro dos túbulos seminíferos, os animais deste estudo,
339 apresentaram valores mais elevados no período de menor precipitação pluviométrica, indicando
340 maior atividade testicular nesse período, o que coincide com os achados de Fuentes et al. (1991)
341 em *Lagostomus maximus maximus*, Hart et al. (2006) em *Barthylus suillus*, e Muteka et al.
342 (2006a) em *Aethomys ineptus*. Ainda, em *Aethomys ineptus* e *A. namaquensis*, Muteka et al.
343 (2006b) observaram que o fotoperíodo também influenciou na altura do epitélio e diâmetro dos
344 túbulos seminíferos, os quais foram maiores em animais submetidos a dias longos.

345 As variações na morfologia dos testículos estão associadas à atividade testicular,
346 controlada pelos hormônios sexuais (Blanco-Rodriguez, 1998; Print e Loveland, 2000; Sinha
347 Hikim e Swerdloff, 1999). Em acordo com estas informações, a concentração plasmática de
348 testosterona na cutia aumentou a partir do mês de maio, que correspondeu ao final da estação
349 chuvosa e início da estação seca na região, mostrando-se elevada até dezembro, o que coincide
350 com o período de maior atividade testicular demonstrado pelos dados morfológicos obtidos. Esse
351 aumento das concentrações de testosterona durante o verão também foi relatado por Fuentes et
352 al. (1991), em *Lagostomus maximus maximus*, Muteka et al. (2006a), em *Aethomys ineptus*, e
353 Muteka et al. (2006b) em *Aethomys namaquensis*.

354 Em *Bathyergus suillus*, de acordo com Hart et al. (2006), foram observados dois
355 picos de testosterona durante o ano, um em junho e outro em agosto, assim como ocorreu quanto
356 aos maiores valores deste hormônio em cutias macho. Do mesmo modo, foram demonstrados em
357 *Marmota monax* submetidas à fotoperíodo característico do Hemisfério Sul (austral) (Concannon

358 et al., 1993) e *Chinchillas laniger* (Cepeda et al. 2006). Já Concannon et al. (1993) informaram
359 que em *Marmota monax* submetidas a fotoperíodo característico do Hemisfério Norte (boreal) o
360 maior valor na concentração de testosterona ocorreu de janeiro a março.

361 Conforme os resultados obtidos, nas condições deste experimento, conclui-se que a
362 maior atividade testicular ocorreu no período de menor precipitação pluviométrica da região.
363 Estudos sobre o ciclo reprodutivo anual devem ser realizados, também, na cutia fêmea, no
364 intuito de investigar o período de maior atividade reprodutiva nesses animais.

365

366 **5. Referencias**

367

368 Almeida, H. M. 2009. Parâmetros morfofisiológicos da reprodução de cutias (*Dasyprocta aguti*,
369 Linnaeus 1766) em cativeiro: análise colpocitológica, morfométrica e concentrações
370 plasmáticas de progesterona e estradiol, por enzima imunoenensaio, durante o ciclo estral.
371 Dissertação, Universidade Federal do Piauí, Teresina, Piauí, Brasil.

372 Anand, S., Losee-Olson, S., Turek, F.W., Horton, T.H. 2007. Differential regulation of
373 luteinizing hormone and follicle-stimulating hormone in male Siberian hamsters by
374 exposure to females and photoperiod. *Endocrinology* 143, 2178-2188.

375 Assis Neto, A.C., Carvalho, M. A. M., Melo, M.I.M., Miglino, M.A., Oliveira, M.F., Menezes,
376 D.J.A., Papa, P.C., Kfoury Júnior, J.R. 2003a. Análise qualitativa do estabelecimento da
377 espermatogênese em cutias (*Dasyprocta aguti*) criadas em cativeiros. *Braz. J. Vet. Res.*
378 *Anim. Sci.* 40 (Suplemento 3), 180-184.

379 Assis Neto, A.C., Carvalho, M.A.M., Melo, M.I.M., Miglino, M.A., Oliveira, M.F., Mariana,
380 A.N.B. 2003b. Fases do desenvolvimento e diferenciação testicular em cutias (*Dasyprocta*
381 *aguti*) criadas em cativeiros. *Braz. J. Vet. Res. Anim. Sci.* 40 (Suplemento 1), 71-79.

- 382 Bauer, B., Womastek, I., Dittami, J., Huber, S. 2008. The effects of early environmental
383 conditions on the reproductive and somatic development of juvenile guinea pigs (*Cavia*
384 *aperea f. aporcellus*). *General Comparative Endocrinology* 155, 680-685.
- 385 Bentley, P.J., 1998. Hormones and Reproduction. In: Bentley, P.J. (Eds), *Comparative*
386 *Vertebrate Endocrinology*. Cambridge University Press, London, pp. 379-440.
- 387 Bernard, R. T. F., Hall, J., 1995. Failure of the Estrous Cycle and Spermatogenesis to Respond to
388 Day Length in a Subtropical African Rodent, the Pouched Mouse (*Saccostomus*
389 *campestris*). *Biol. Reprod.* 52, 1291-1295.
- 390 Blanco-Rodriguez, J., 1998. A matter of death and life: the significance of germ cell death during
391 spermatogenesis. *Int. J. Androl.* 21, 236– 248.
- 392 Bronson, F. H., 1985. Mammalian reproduction: an ecological perspective. *Biol. Reprod.* 32, 1-
393 26.
- 394 Cavalcante, R. R., Almeida, M.M., Moura, S.G., Martins Júnior, L.M., Conde Júnior, A.M.,
395 Carvalho, M.A.M., Lopes, J.B. 2005. Peso pós-parto, frequência e prevalência do tipo de
396 parto em cutias (*Dasyprocta* sp) criadas em cativeiro. *Rev. Ciência Animal Brasileira* 6,
397 67-70.
- 398 Cepeda, C.R., Adaro, A.L., Peñailillo, G.P., 2006. Morphometric variations of *Chinchilla*
399 *laniger* prostate and plasmatic testosterone concentration during its annual reproductive
400 cycle. *Int. J. Morphol.* 24, 89-97.
- 401 Concannon, P. Roberts, P., Baldwin, B., Erb, H., Tennant, B. 1993. Alteration of growth,
402 advancement of puberty, and season-appropriate circannual breeding during 28 months of
403 photoperiod reversal in Woodchucks (*Marmota monax*). *Biol. Reprod.* 48, 1057-1070.
- 404 Demas, G.E., Nelson, R.J., 1998. Social, but not photoperiodic, influences on reproductive
405 function in male *Peromyscus aztecus*. *Biol. Reprod.* 58, 385-389.

- 406 Deutsch, L.A., Puglia, L.R.R., 1988. Os animais silvestres: proteção, doenças e manejo. Editora
407 Globo, Brazil.
- 408 Dubost, G., Henry, O., Comizzoli, P., 2004. Seasonality of reproduction in the three largest
409 terrestrial rodents of French Guiana Forest. *Mammal. Biol.* 70 93–109.
- 410 Frost, D., Zucker, I., 1983. Photoperiod and melatonin influence seasonal gonadal cycles in the
411 grasshopper mouse (*Onychomys leucogaster*). *J. Reprod. and Fertil.* 69, 237-244.
- 412 Fuentes, L.B., Caravaca, N., Pelzer, L.E., Scardapane, L.A., Piezzi, R.S., Guzman, J.A. 1991.
413 Seasonal Variations in the Testis and Epididymis of Vizcacha (*Lagostomus maximus*
414 *maximus*). *Biol. Reprod.* 45, 493-497.
- 415 Guimaraes, D.A.A., Moreira, D., Vale, W.G. 1997. Determinação do ciclo reprodutivo da cutia
416 (*Dasyprocta prymnolopha*) através do diagnóstico colpocitológico. *Acta Amazônica* 27,
417 55-64.
- 418 Hart, L., O’Riain, M.J., Jarvis, J.U.M., Bennett, N.C. 2006. The cape dune mole-rat, *Bathyergus*
419 *suillus* (Rodentia: Bathyergidae), a seasonal or aseasonal breeder? *J. Mammal.* 87, 1078–
420 1085.
- 421 Heideman, P.D., Bronson, F.H., 1990. Photoperiod, melatonin secretion, and sexual maturation
422 in a tropical rodent. *Biol. Reprod.* 43, 745-750.
- 423 Hegstrom, C.D., Breedlove, S.M., 1999. Social Cues Attenuate Photoresponsiveness of the Male
424 Reproductive System in Siberian Hamsters (*Phodopus sungorus*) *J. Biol. Rhyth.* 14, 54-61.
- 425 Horton, T.H., 2005. Fetal Origins of Developmental Plasticity: Animal models of induced life
426 history variation. *Am. J. Hum. Biol.* 17, 34 – 43.
- 427 Illera, J.C., Lorenzo, P.L., Silvan, G., Munro, C.J., Illera, M.J. Illera M., 1997. Enzyme
428 immunoassay for testosterone and androstenedione in culture maturation medium from
429 rabbit oocytes matured in vitro. *Theriogenol.* 47, 1375-1388.

- 430 Ims, R. A., 1990. The ecology and evolution of reproductive synchrony. Trends in Ecology &
431 Evolution. 5, 135-140.
- 432 Jakson, C., Bernard, R.T.F., 1999. Short day length alone does not inhibit spermatogenesis in the
433 seasonally breeding four-striped field mouse (*Rhabdomys pumilio*). Biol. Reprod. 60,
434 1320–1323.
- 435 Lynch, G.R., Heath, H.W., Johnston, C.M., 1981. Effect of Geographical Origin on the
436 Photoperiodic Control of Reproduction in the White-Footed Mouse, *Peromyscus leucopus*.
437 Biol. Reprod. 25, 475-480.
- 438 Mandarim-de-Lacerda, C. A., 2003. Stereological tools in biomedical research. Anual da
439 Academia Brasileira de Ciências. 75, 469-486.
- 440 Munro, C.J., Lasley, B.L., 1988. Non-radiometric methods for immunoassay of steroid
441 hormones. Prog. Clin. Biol. Res. 285, 289-329.
- 442 Muteka, S. P., Chimimba C. T., Bennett, N. C., 2006a. Reproductive seasonality in the Tete veld
443 rat (*Aethomys ineptus*) (Rodentia: Muridae) from southern Africa. J. Zoology, 270, 314–
444 322.
- 445 Muteka, S.P., Chimimba, C.T., Bennett, N.C., 2006b. Reproductive seasonality in *Aethomys*
446 *namaquensis* (Rodentia: Muridae) from southern África. J. Mammalogy, 87, 67-74.
- 447 Negret, R., 1984. Ecología y Manejo de Fauna Silvestre. Edición Comemorativa de la Segunda
448 Expedicion Botânica, Bogotá.
- 449 Peel, M. C.; Finlayson, B. L.; McMahon, T. A., 2007. Updated world map of the Köppen-Geiger
450 climate classification. Hydrol. Earth Syst. Sci. 11, 1633–1644.
- 451 Print, C. G., Loveland, K. L., 2000. Germ cell suicide: new insights into apoptosis during
452 spermatogenesis. Bioassays. 22, 423–430.

- 453 Silvan G.; Illera J. C.; Illera M., 1993. Application of enzyme-linked immunosorbent assay
454 (ELISA) for determining testosterone levels in the follicular fluid of prepubertal and
455 pubertal heifers. *Anim. Reprod. Sci.* 32, 275-281.
- 456 Sinha Hikim, A. P., Swerdloff, R. S., 1999. Hormonal and genetic control of germ cell apoptosis
457 in the testis. *Rev. Reprod.* 4, 38–47.
- 458 Trainor, B.C., Martin II, L.B., Greiwe, K.M., Kuhlman, J.R., Nelson, R.J., 2006. Social and
459 photoperiod effects on reproduction in five species of *Peromyscus*. *General and*
460 *Comparative Endocrinology.* 14, 252-259.
- 461 Weir, B.J. 1971. Some observations on reproduction in the female agouti, *Dasyprocta aguti*. *J.*
462 *Reprod. Fertility.* 24, 203-211.
- 463

CAPITULO II*

* Elaborado segundo as normas da revista *Mammalian Biology*

1 **Quantificação das células dos túbulos seminíferos e rendimento da espermatogênese**
2 **durante o ciclo reprodutivo anual de cutias (Rodentia: Dasyproctidae) machos criados em**
3 **cativeiro**

4
5
6 Danilo José Ayres de Menezes^a; Maria Josefina Illera^b; Maria Acelina Martins de Carvalho^{ac*}

7
8
9 ^aPost Graduation Program in Animal Science, Federal University of Piauí, Teresina, Brazil

10 ^bVeterinary Faculty, Department of Animal Physiology, Complutense University of Madrid,
11 Madrid, Spain

12 ^cDepartment of Veterinary Morphophysiology, Federal University of Piauí, Teresina, PI, Brazil.

13 ^cCampus Experimental de Dracena, State University of São Paulo, Dracena, SP, Brazil

14
15
16
17 *Autor para correspondência:

18 Maria Acelina Martins de Carvalho

19 Universidade Federal do Piauí, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Morfofisiologia
20 Veterinária, Campus da Socopo, CEP. 64049-550, Teresina, Piauí, Brazil.

21 e-mail: mcelina@ufpi.edu.br

22 Tel: +55 86 3215 5741

23 Fax: +55 86 3215 5740

24

25 **Resumo**

26 As informações sobre a biologia reprodutiva, em cutia macho, são pouco conclusivas, o que
27 merece atenção a fim de se estabelecer manejos mais adequados para a espécie, tanto em
28 cativeiro quanto para a sua preservação na natureza. Com o objetivo de avaliar características
29 morfofuncionais do testículo de cutias durante ciclo reprodutivo anual, foram estudadas as
30 populações celulares do ciclo do epitélio seminífero e suas relações para estabelecer o
31 rendimento da espermatogênese durante o ano. Foram utilizados 24 machos com idade entre 1 e
32 2 anos e peso homogêneo, onde, a cada mês, dois animais foram submetidos à orquiectomia
33 unilateral esquerda. Fragmentos do testículo foram fixados em Bouin e processados para análise
34 das características histológicas do parênquima. Foi realizada a contagem dos núcleos das células
35 da linhagem espermatogênica e de Sertoli no estágio I do ciclo do epitélio seminífero (CES),
36 identificado pelo método de morfologia tubular, e estimou-se o rendimento da espermatogênese.
37 Considerando os quatro tipos celulares existentes no estágio I do CES da cutia, foi observada
38 diferença estatística ($p < 0,05$) para os números corrigidos dos espermátócitos I em pré-
39 leptóteno/leptóteno e paquíteno, e das espermátides arredondadas, nos diferentes períodos do
40 ano, com os espermátócitos I aumentando a partir de março/abril, e as espermátides a partir de
41 maio/junho, todas mantendo valores elevados até novembro/dezembro. O rendimento geral da
42 espermatogênese também apresentou maiores valores durante o ano, no período de maio/junho a
43 novembro/dezembro, sendo este último o período de maior atividade testicular ($p < 0,05$). Tanto
44 em relação aos valores observados para as populações celulares quanto ao rendimento geral da
45 espermatogênese, foi constatado que a maior atividade testicular na cutia ocorreu no período de
46 maio a dezembro.

47 **Palavras-chave:** *Dasyprocta*, sazonalidade, espermatogênese, célula de Sertoli, reprodução

48

49

50 **Introdução**

51 A cutia (*Dasyprocta sp*) é um roedor silvestre que pertence à subordem
52 *Hystricomorpha*, família *Dasyproctidae* e gênero *Dasyprocta* (Moojen, 1952; Lange e
53 Jablonski, 1979), e apresenta importante papel ecológico na dispersão de sementes (Smythe,
54 1970).

55 São poucas as informações sobre o ciclo reprodutivo anual em cutias, além de às
56 vezes apresentarem-se divergentes. Para Weir (1971) ocorre nascimento sazonal durante o verão
57 nesta espécie, enquanto Guimarães, (1993), Cavalcante et al. (2005) indicam inexistência de
58 sazonalidade em cutia fêmea, apresentando, a fêmea, reprodução do tipo poliéstrica não
59 estacional.

60 As cutias fêmeas apresentam partos simples ou duplos, ocorrendo todo o ano, com
61 período de gestação variando de 90 a 120 dias, dependendo da espécie (Deutsch e Pugglia,
62 1988; Negret, 1984; Guimarães, 1993; Cavalcante et al., 2005) e o ciclo estral pode variar de 30
63 a 34 dias na espécie *Dasyprocta prymnolopha* (Guimarães et al., 1997) e de 27 a 45 dias em
64 *Dasyprocta aguti* (Almeida, 2009).

65 Quanto aos aspectos relativos à biologia reprodutiva de cutias machos, dados foram
66 encontrados na literatura consultada sobre a morfologia dos órgãos genitais (Menezes, et. al.,
67 2003; Carvalho, et. al., 2008), e sobre a puberdade, que pode ocorrer aos seis (Deutsch e Pugglia,
68 1988), oito ou nove meses de vida (Ferreira et al., 2004; Assis Neto et al., 2003a,b), de acordo
69 com a espécie.

70 Nos estudos dos aspectos reprodutivos, parâmetros como as relações entre as
71 populações celulares, no estabelecimento da cinética da espermatogênese, há muito são
72 utilizados, determinando a atividade testicular e o comportamento da estrutura testicular em
73 detrimento a diferentes fatores (Jhonson et al., 1997; Almeida et al., 2000; Assis Neto et al.,
74 2003c; Sagateli et al., 2004; Okuma et al., 2006). Em particular, a respeito da sazonalidade em

75 mamíferos selvagens, este parâmetro vem sendo utilizado para estabelecer o ciclo reprodutivo
76 de animais como primatas (Bansode et al., 2003), carnívoros (Neal et al., 1997; Blottner et al.
77 2006), cervos (Schön et al., 2004; Schön e Blottner, 2008), roedores (Fuentes, et al. 1991,
78 Bernard; Hall, 1995; Muteka et al., 2006a,b; Boiane et al., 2007).

79 O conhecimento dos componentes celulares que formam os diferentes estádios do
80 ciclo do epitélio seminífero (CES), segundo Benrdston (1977), é de suma importância para os
81 estudos quantitativos da espermatogênese. Dentre os métodos descritos, nota-se que os de
82 morfologia tubular e sistema acrossômico são frequentemente usados para análise da cinética da
83 espermatogênese. O primeiro consiste na observação da organização das células da linhagem
84 espermatogênica dentro do túbulo seminífero, sendo caracterizados até 8 estádios do CES
85 (Curtis, 1918; Ortavant et al., 1984), e o segundo, na identificação dos estádios com base nos
86 eventos celulares, principalmente, nas mudanças do sistema acrossômico e desenvolvimento
87 morfológico das espermátides, onde são caracterizados até 14 estádios (Leblond e Clermont,
88 1952).

89 Em pesquisas que envolvem o rendimento da espermatogênese utilizando o sistema
90 de morfologia tubular, o estágio I do CES, geralmente é o de eleição. Em roedores
91 histricomorfos como cutia (*Dasyprocta sp* e *Dasyprocta aguti*) (Toledo et al., 1995; Assis Neto,
92 et al., 2003c), capivara (*Hydrochoerus hydrochaeris*) (Paula, 1999) e chinchila (*Chinchilla*
93 *lanígera*) (Leal e França, 2009), foram observados os seguintes tipos celulares para o estágio I
94 do CES: espermatogônias Tipo A, espermátocitos primários em pré-leptoteno/ leptóteno e
95 paquíteno, e espermátides arredondadas.

96 O entendimento da biologia reprodutiva das espécies animais fornece base para
97 melhorar seu manejo reprodutivo, seja com fins de criação em cativeiro, ou de preservação na
98 natureza. Assim, com o objetivo de caracterizar o ciclo reprodutivo anual do macho de cutia,
99 foram estudadas as populações das células da linhagem espermatogênica e de Sertoli, bem

100 como, o rendimento da espermatogênese, com o intuito de identificar alterações na atividade
101 testicular da cutia em diferentes períodos do ano.

102

103 **Material e métodos**

104 Foram utilizados 24 cutias machos, 12 *Dasyprocta prymnolopha*, oriundos do
105 Núcleo de Estudos e Preservação de Animais Silvestres – NEPAS (Registro IBAMA N° 02/08-
106 618), da Universidade Federal do Piauí, Teresina, Piauí, Brasil e 12 da espécie *Dasyprocta aguti*
107 do Centro de Multiplicação de Animais Silvestres – CEMAS (Registro IBAMA/RN N°
108 14.492.004), da Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, Rio Grande do Norte. A
109 pesquisa foi desenvolvida em 2008, na cidade de Teresina, situada a 72,0 metros de altitude,
110 com latitude de 05°05’S, longitude de 42°48’W e clima tipo Aw (tropical quente e úmido),
111 segundo classificação de Köppen (Peel, et al. 2007). Apresenta curta estação chuvosa com
112 média de cinco meses (janeiro a maio) e a duração do fotoperíodo oscila de 12:03 às 12:37,
113 horas e minutos, durante todo o ano (SEMAR, 1997). As condições meteorológicas do local,
114 durante o período deste estudo, estão expressas na Tabela 1.

115 Os animais apresentavam-se com idade entre um e dois anos e peso homogêneo (2,08
116 \pm 0,23kg), mantidos em gaiolas de ferro de 100x60x40 cm (comprimento x largura x altura),
117 cada macho com uma fêmea adulta. As cutias permaneceram, pelo menos, um mês em
118 adaptação às condições do experimento, antes do início do estudo, e foram alimentadas com
119 ração comercial peletizada (Proteína bruta mínima-12%, Extrato Etérico-1,5%, Matéria fibrosa-
120 12%, Matéria mineral-13%, Cálcio-1,3% e Fósforo-0,4%), além de milho, frutas e verduras
121 regionais da época, e água *ad libitum*.

122

123

124

125

126

127

128

129

130

131

132

133

134

135

136

137

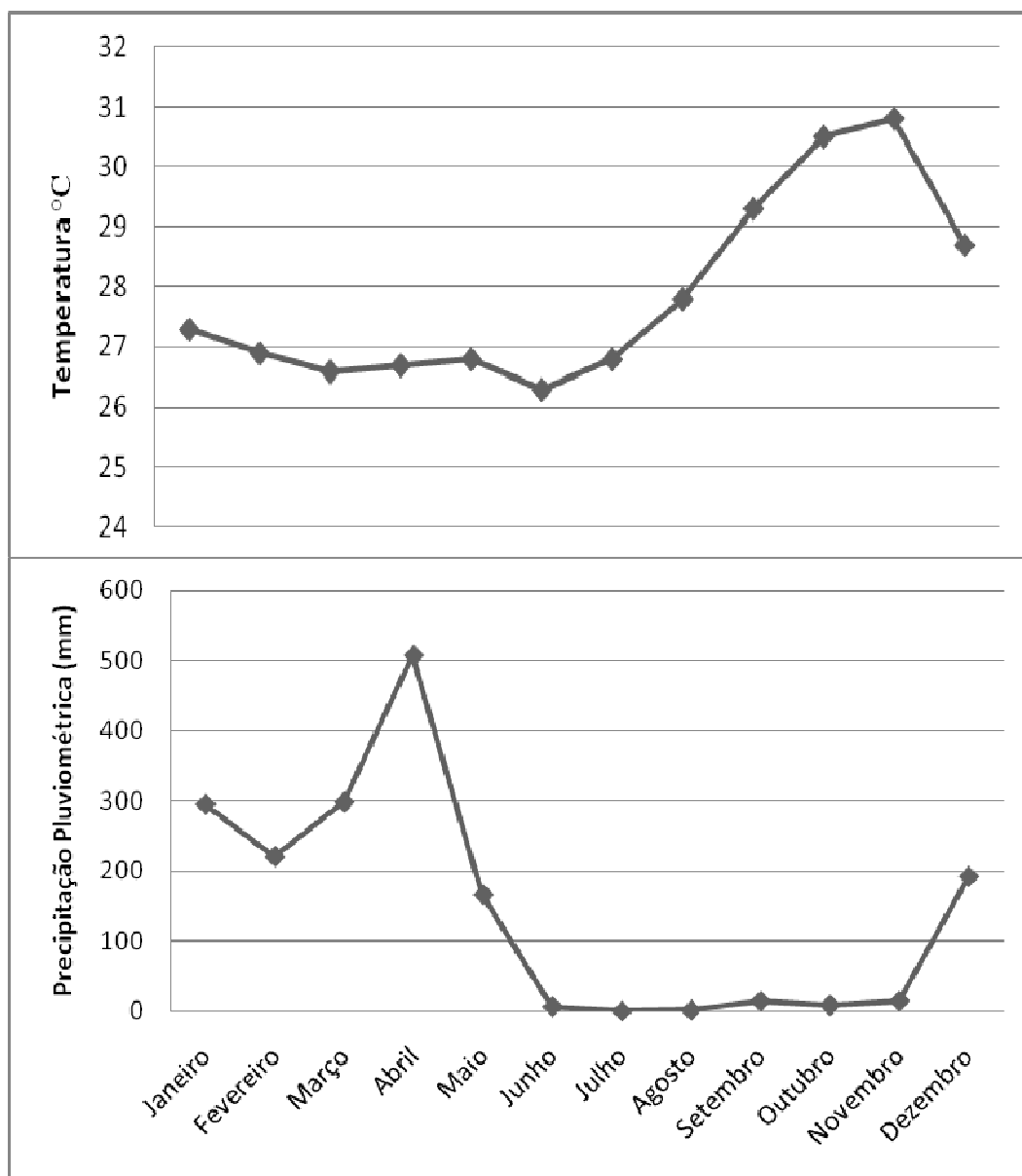
138

139

140

141

142



143

144

145

146

147

148

149

Fig. 1. Temperatura média e precipitação pluviométrica mensais de Teresina, Piauí, Brasil, em 2008. Dados meteorológicos fornecidos pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA Meio Norte. Teresina, Piauí, 2010.

150 Ao longo de um ano, a cada mês, dois animais foram submetidos à orquiectomia
151 unilateral esquerda, após anestesia com associação de cloridrato de quetamina (20mg/Kg) e
152 cloridrato de xilazina (1,5 mg/Kg), por via intramuscular. Os órgãos foram dissecados e secções
153 transversais seriadas de aproximadamente 4mm de espessura, foram fixadas em solução de
154 Bouin por um período de 24 horas, seguidos de cinco lavagens em álcool 70%, com intervalo de
155 12 horas entre as lavagens, e processadas em rotina histológica e incluídos em parafina. Foram
156 obtidos cortes de 5 µm de espessura, corados com Hematoxilina-Eosina e analisadas com
157 objetiva de 40X em microscópio de luz Nikon Eclipse E200 (Japan), acoplado ao Programa
158 Computacional de Análise de Imagens Leica Qwin D-1000, versão 4.1 (Cambridge, UK).

159 De cada testículo foram analisados seis cortes aleatórios, realizando-se contagem dos
160 núcleos das células da linhagem espermatogênica e de Sertoli em 20 secções transversais de
161 túbulos seminíferos, o mais circular possível, no estágio I do CES, identificado com base no
162 método da morfologia tubular (Ortavant et al., 1984) e descrito, na cutia, por Toledo et al.
163 (1995), Assis Neto, et al. (2003c). Todos os números celulares encontrados foram corrigidos de
164 acordo com o fator de correlação de Abercrombie (1946): Contagem real = contagem bruta X
165 espessura do corte / espessura do corte + diâmetro nuclear.

166 O Diâmetro nuclear foi obtido em 10 de cada tipo celular, em cada testículo, exceto
167 das células de Sertoli, nas quais foram medidos os nucléolos, utilizando-se objetiva de 100X.

168 O rendimento da espermatogênese foi estimado com base no rendimento ou
169 coeficiente de eficiência de mitoses (razões entre espermatócitos primários em pré-
170 leptóteno/leptóteno e espermatogônia), no rendimento meiótico (razão entre espermátide
171 arredondada e espermatócito primário em pré-leptóteno/leptóteno), no rendimento geral da
172 espermatogênese (razão entre espermátides arredondadas e espermatogônias) e no índice de
173 células de Sertoli (razão entre o número total de espermátides arredondadas e o número total de
174 células de Sertoli).

175 Os resultados foram agrupados em períodos de dois meses, obtendo-se um delineamento
176 inteiramente casualizado, com seis tratamentos e quatro repetições, e estão expressos sob a forma
177 de média e desvio padrão obtidos com a análise de variância, seguidos do teste Student-
178 Newman-Keuls (SNK) para comparação das médias a 5 % de significância.

179

180 **Resultados**

181 Os resultados obtidos para os números corrigidos das células da linhagem
182 espermatogênica e de Sertoli, por secção transversal, no estágio I do CES em cutias, nos
183 diferentes períodos do ano, estão expressos na Tabela 1.

184 Não foram observadas diferenças estatísticas significativas ($p > 0,05$) para o número
185 de células de Sertoli e espermatogônias entre os períodos analisados.

186 Quanto ao número total de espermátócitos I em pré-leptóteno/leptóteno, o período
187 que apresentou o maior número de células foi de julho/agosto, porém, não demonstrando
188 diferença estatística ($p > 0,05$) dos períodos de março/abril, maio/junho, setembro/outubro e
189 novembro/dezembro. O menor valor foi constatado em janeiro/fevereiro, o qual não foi diferente,
190 estatisticamente ($p > 0,05$), do período de março/abril.

191 Os valores encontrados para os espermátócitos I em paquíteno mostraram aumento
192 no número de células a partir de março/abril, com o maior valor observado em
193 novembro/dezembro. No período de janeiro/fevereiro foi observado o menor número para este
194 tipo celular.

195 O número total de espermátides arredondadas foi significativamente ($p < 0,5$) maior
196 no período de julho/agosto e menor nos períodos de janeiro/fevereiro e março/abril. Os valores
197 observados entre os períodos de maio/junho a novembro/dezembro, no entanto, não
198 apresentaram diferenças estatísticas ($p > 0,05$) entre si.

199 Os dados referentes ao rendimento da espermatogênese e eficiência das células de
 200 Sertoli na cutia estão apresentados na tabela 2. Dentre os parâmetros analisados, não foram
 201 observadas diferenças estatísticas significativas ($p > 0,05$) entre os períodos estudados para o
 202 coeficiente de eficiência mitótica e rendimento meiótico.

203 Com relação ao rendimento geral da espermatogênese, observou-se maior no período
 204 de maio/junho a novembro/dezembro, sendo este último o que representou o melhor rendimento
 205 geral, diferenciando-se estatisticamente ($p < 0,05$) dos períodos de janeiro/fevereiro e março/abril.

206 O número de espermátides arredondadas por célula de Sertoli indica a eficiência
 207 destas células no processo de espermatogênese. Na cutia, o melhor índice de eficiência destas
 208 células foi constatado no período de julho/agosto e o mais baixo em janeiro/fevereiro ($p < 0,05$).

209
 210 Tabela 1 Números corrigidos¹ de células por secção transversal de túbulo seminífero de cutia em
 211 diferentes períodos do ano. Teresina, Piauí, Brasil, 2010

212

213	Períodos (2008)	SPG	PL/L	P	SPD Ar	Células de Sertoli
214	Jan/Fev	2,0 ± 0,6 ^a	16,6 ± 3,3 ^b	13,4 ± 2,5 ^b	46,7 ± 11,0 ^b	8,4 ± 0,9 ^a
215	Mar/Abr	2,1 ± 0,5 ^a	20,3 ± 3,1 ^{ab}	17,2 ± 1,8 ^{ab}	46,0 ± 5,1 ^b	7,7 ± 0,9 ^a
216	Mai/Jun	2,1 ± 1,1 ^a	24,2 ± 3,2 ^a	17,0 ± 2,7 ^{ab}	59,3 ± 16,8 ^{ab}	9,0 ± 0,7 ^a
217	Jul/Ago	2,3 ± 0,7 ^a	26,1 ± 2,5 ^a	20,1 ± 6,4 ^{ab}	79,4 ± 6,5 ^a	9,1 ± 2,1 ^a
218	Set/Out	1,7 ± 0,2 ^a	22,2 ± 3,1 ^a	19,1 ± 3,3 ^{ab}	64,4 ± 18,4 ^{ab}	8,5 ± 0,2 ^a
219	Nov/Dez	1,5 ± 0,3 ^a	23,0 ± 1,1 ^a	22,0 ± 1,1 ^a	72,5 ± 8,0 ^{ab}	8,8 ± 0,7 ^a

220
 221
 222
 223

¹ Correção segundo ABERCROMBEI (1946); SPG - espermatogônia; PL/L - espermátocito primário jovem em pré-leptóteno/Leptóteno; P - espermátocitos primário velho em paquíteno; SPD Ar - Espermátide arredondada no estágio 1
 Médias seguidas de letras iguais na mesma coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste SNK ($p < 0,05$)

224

225

226 Tabela 2 Rendimento da espermatogênese e eficiência de Células de Sertoli em cutias em
227 diferentes períodos do ano. Teresina, Piauí, Brasil, 2010

228	Períodos	CEM	RM	RGE	ECS
229	(2008)				
230	Jan/Fev	8,7 ± 3,2 ^a	2,8 ± 0,2 ^a	24,5 ± 9,8 ^b	5,5 ± 0,9 ^b
231	Mar/Abr	10,2 ± 3,0 ^a	2,3 ± 0,3 ^a	23,3 ± 6,6 ^b	6,0 ± 0,6 ^{ab}
232	Mai/Jun	13,0 ± 4,4 ^a	2,4 ± 0,4 ^a	30,7 ± 9,2 ^{ab}	6,5 ± 1,6 ^{ab}
233	Jul/Ago	12,0 ± 3,8 ^a	3,1 ± 0,4 ^a	37,3 ± 14,4 ^{ab}	8,9 ± 1,3 ^a
234	Set/Out	13,3 ± 3,7 ^a	2,9 ± 0,8 ^a	38,7 ± 13,4 ^{ab}	7,6 ± 2,1 ^{ab}
235	Nov/Dez	15,5 ± 2,3 ^a	3,1 ± 0,2 ^a	48,4 ± 3,9 ^a	8,3 ± 1,6 ^{ab}

236

Médias seguidas de letras iguais na mesma coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste SNK (p<0,05);

237

CME – Coeficiente de Eficiência Mitótica; RM – Rendimento Meiótico; RGE – Rendimento Geral da Espermatogênese; ECS – Eficiência de Células de Sertoli

238

239 **Discussão**

240

241

242

243

244

Segundo informações na literatura, o uso das relações entre as populações celulares para a determinação do rendimento da espermatogênese vem sendo empregado a fim de estabelecer o comportamento da estrutura e da atividade testicular frente a diferentes fatores (Jhonson et al., 1997; Almeida et al., 2000; Assis Neto et al., 2003c; Sagateli et al., 2004; Okuma et al., 2006).

245

246

247

248

249

250

Analisando a atividade testicular da cutia por meio da quantificação celular e rendimento da espermatogênese, foi possível observar características do parênquima do testículo que mostraram variações destes parâmetros em diferentes períodos do ano, da mesma forma como observado em outros mamíferos selvagens (Bansode et al., 2003; Neal, et al., 1997; Blottner et al., 2006; Schön et al., 2004; Schön e Blottner, 2008; Fuentes, et al. 1991, Bernard e Hall, 1995; Muteka et al., 2006a,b; Boiane et al., 2007) .

251 Em relação à quantificação das populações celulares da linhagem espermatogênica
252 da cutia, observou-se, neste estudo, que os números dos tipos celulares foram superiores aos
253 encontrados por Assis Neto et al. (2003c) em cutias (*Dasyprocta aguti*) aos 14 meses de vida, o
254 que não ocorreu em relação às de células de Sertoli, o qual foi semelhante.

255 Dos tipos celulares observados da linhagem espermatogênica na cutia, os
256 espermatócitos I em pré-leptoteno/leptóteno e paquíteno, e as espermatides arredondadas,
257 mostraram variações em seu número no decorrer do ano, com aumento a partir de maio/junho,
258 com os maiores valores registrados até o período de novembro/dezembro, o que coincide com o
259 período da estação seca na região. Relatos referentes ao número de células da linhagem
260 espermatogênica associados a variações sazonais em roedores não foram encontrados na
261 literatura, entretanto, Muñoz et al. (2001) citaram variação sazonal no número de células de
262 Sertoli durante o ciclo reprodutivo anual do macho de viscacha (*lagostomus maximus maximus*),
263 fato que não foi observado nesta pesquisa para a cutia.

264 Quanto ao rendimento geral da espermatogênese, a cutia apresentou aumento, a partir
265 de maio/junho, com os maiores valores mantidos até novembro/dezembro, correspondendo ao
266 final da estação chuvosa e o período da estação seca, respectivamente, coincidindo com as
267 variações observadas, também, para os valores das populações celulares no estágio I. Dados
268 semelhantes em relação à espermatogênese foram referidos em roedores da espécie *Lagostomus*
269 *maximus maximus* (Fuentes et al., 1991), *Aethomys ineptus* (Muteka et al., 2006a), *Aethomys*
270 *namaquensis* (Muteka et al, 2006b), *Oligoryzomys flavescens* (Boiane et al., 2007), onde a maior
271 atividade espermatogênica foi observada no verão.

272 Em roedores das espécies *Lagostomus maximus maximus* e *Aethomys namaquensis*,
273 Fuentes et al. (1991) e Muteka et al, (2006b), respectivamente, afirmaram que ocorreu um
274 período de inatividade espermatogênica durante o mês de agosto, o que não foi observado na

275 cutia, pois, apesar da variações no rendimento da espermatogênese, não foi constatada
276 inatividade testicular durante o ano.

277 Contrastando com nossos resultados, Bernard e Hall (1995) não observaram
278 diferenças entre a atividade espermatogênica em ratos da espécie *Rhabdomys pumilio*
279 submetidos a diferentes fotoperíodos, mesmo tendo reprodução do tipo sazonal, apesar de ser
280 uma espécie oriunda de regiões tropicais.

281 De acordo com Blanco-Rodriguez (1998), Sinha Hikim e Swerdloff (1999) e Print e
282 Loveland (2000), variações no índice da população de células do epitélio seminífero estão
283 associadas à atividade testicular e refletem diretamente nos parâmetros biométricos dos
284 testículos, além de outros parâmetros histológicos, como altura do epitélio e diâmetro dos
285 túbulos seminíferos.

286 Assim, outros trabalhos, que não envolveram diretamente a espermatogênese,
287 relataram sobre os parâmetros biométricos testiculares para identificar sazonalidade em roedores.
288 É o caso de Dubost et al. (2004), que observaram, na Guiana Francesa, maior peso testicular na
289 cutiara (*Myoprocta exilis*) e cutia (*Dasyprocta leporina*) em agosto-outubro, e na paca (*Agouti*
290 *paca*) no período de novembro-janeiro. Comparando com nossos resultados, observou-se
291 semelhança ao período de maior atividade espermatogênica na cutia para as duas primeiras
292 espécies, porém, diferente do período observado na paca.

293 Da mesma forma, Hart et al. (2006) evidenciaram diferenças na massa testicular,
294 volume testicular e diâmetro dos túbulos seminíferos em rato-topeira de duna do Cabo
295 (*Bathyergus suillus*), África do Sul, com aumento a partir de maio, seguindo com os valores altos
296 até o decréscimo durante novembro e dezembro, semelhante ao observado para a cutia no Piauí,
297 Brasil. Já Paula (1999) relatou que não ocorreram diferenças significativas no peso,
298 comprimento e largura do testículo, no diâmetro dos túbulos e na altura do epitélio seminífero de

299 capivaras (*Hidrochoerus hydrochaeris*), analisados em animais coletados em diferentes épocas
300 do ano no sudeste do Brasil.

301 Conclui-se que o testículo de cutias apresenta maior atividade espermatogênica
302 durante o período de menor precipitação de chuvas e temperaturas mais elevadas, com melhor
303 potencial reprodutivo para esta época do ano, fato semelhante ao observado em outros roedores
304 selvagens que vivem em ambientes com características sazonais. Considerando essas variações
305 na atividade testicular da cutia, outros trabalhos devem ser desenvolvidos no sentido de
306 corroborar nossos achados, como análise do sêmen e da capacidade de fecundar fêmeas em
307 diferentes períodos do ano, bem como dos fatores envolvidos que podem influenciar o ciclo
308 reprodutivo anual de cutias.

309

310 **Referências**

311

312 Abercrombie, M., 1946. Estimation of nuclear population from microtome sections. *Anat*
313 *Record*. 92, 239-247.

314 Almeida, H.M., 2009. Parâmetros morfofisiológicos da reprodução de cutias (*Dasyprocta aguti*,
315 Linnaeus 1766) em cativeiro: análise colpocitológica, morfométrica e concentrações
316 plasmáticas de progesterona e estradiol, por enzima imunoensaio, durante o ciclo estral.
317 Teresina. Dissertação. Universidade Federal do Piauí, Teresina, Brasil.

318 Almeida, L.M.; Weiss, R.R.; Castro, C.S., Büchele, J., 2000. Histological quantification of
319 spermatogenesis in dimethyl sulfoxide treated wistar rats. *Arch. Vet. Sci.* 5, 129-135.

320 Assis Neto, A.C.; Carvalho, M.A.M., Melo, M.I.V., Miglino, M.A.; Oliveira, M.F.; Mariana,
321 A.N.B., 2003a. Fases do desenvolvimento e diferenciação testicular em cutias (*Dasyprocta*
322 *aguti*) criadas em cativeiros. *Braz. J. Vet. Res. Anim. Sci.* 40, 71-79.

- 323 Assis Neto, A. C. ; Melo, M. I. V. ; Carvalho, M. A. M. ; Miglino, M. A.; Oliveira, M. F.;
- 324 Menezes, D.J.A.; Kfoury Júnior, J. R., 2003b. Análise qualitativa do estabelecimento da
- 325 espermatogênese em cutias (*Dasyprocta aguti*) criadas em cativeiros. Braz. J. Vet. Res.
- 326 Anim. Sci. 40, 180-184.
- 327 Assis Neto, A. C; Melo, M. I. V.; Carvalho, M. A. M.; Miglino, M. A.; Oliveira, M. F.;
- 328 Ambrósio, C. E.; Silva, S. M. M. S.; Blasquez, F. X. H.; Papa, P. C.; Kfoury Júnior, J. R.,
- 329 2003c. Quantificação de células dos túbulos seminíferos e rendimento da espermatogênese
- 330 em cutias (*Dasyprocta aguti*) criadas em cativeiros. Braz. J. Vet. Res. Anim. Sci. 40, 175-
- 331 179.
- 332 Bansode, F.W.; Chowdhury, S.R.; Dhar, J.D., 2003. Seasonal changes in the seminiferous
- 333 epithelium of rhesus and bonnet monkeys. J. Med. Primatol. 32, 170–177.
- 334 Berndtson, W.E., 1977. Methods for quantifying mammalian Spermatogenesis: A review. J.
- 335 Anim. Sci. 44, 818-833.
- 336 Bernard, R.T.F., Hall, J., 1995. Failure of the Estrous Cycle and Spermatogenesis to Respond to
- 337 Day Length in a Subtropical African Rodent, the Pouched Mouse (*Saccostomus campestris*).
- 338 Biol. Reprod. 52, 1291-1295.
- 339 Blanco-Rodriguez, J., 1998. A matter of death and life: the significance of germ cell death during
- 340 spermatogenesis. Int. J. Androl. 21, 236–248.
- 341 Blottner, S.; Schön, J.; Jewgenow, K., 2006. Seasonally activated spermatogenesis is correlated
- 342 with increased testicular production of testosterone and epidermal growth factor in mink
- 343 (*Mustela vison*). Theriogenology. 66, 1593-1598.
- 344 Boiani, L.; Casanova, G.; Olivera, A.; Berois, N., 2007. Seminiferous epithelium cycle of a
- 345 hantavirus reservoir, the long-tailed mouse *Oligoryzomys flavescens* (Rodentia—Cricetidae).
- 346 Tissue and Cell. 39, 267–275.

- 347 Carvalho, M.A.M.; Machado Junior, A.A.N.; Silva, R.A.B.; Menezes, D.J.A.; Conde Júnior,
348 A.M.; Righi, D.A., 2008. Arterial supply for the penis in Agoutis, *Dasyprocta prymnolopha*,
349 Wagler, 1831. *Anat. Hist. Embryol.* 37, 60-62.
- 350 Cavalcante, R.R., Almeida, M.M., Moura, S.G., Martins Júnior, L.M., Conde Júnior, A.M.,
351 Carvalho, M.A.M., Lopes, J.B. 2005. Peso pós-parto, frequência e prevalência do tipo de
352 parto em cutias (*Dasyprocta* sp) criadas em cativeiro. *Rev. Ciên. Anim. Bras.* 6, 67-70.
- 353 Costa, D.S.; Paula, T.A.R., 2003. Espermatogênese em mamíferos. *Scientia.* 4, 53-72.
- 354 Curtis, G.M., 1918. The morphology of the mammalian seminiferous tubule. *Am. J. Anat.* 24,
355 339-394.
- 356 Deutsch, L.A.; Puglia, L.R.R., 1988. Os animais silvestres: proteção, doenças e manejo. Globo,
357 Brasil.
- 358 Dubost, G; Henry, O.; Comizzoli, P., 2004. Seasonality of reproduction in the three largest
359 terrestrial rodents of French Guiana Forest. *Mamm. Biol.* 70, 93–109.
- 360 Ferreira, A.C.S.; Guimarães, D.A.; Ramos, R.S.L.; Souza, P.C.; Batista, C.R.; Ohashi, O.M.,
361 2004. Reproductive developmental phases of male Agouti (*Dasyprocta* sp.) raised in
362 captivity determined by quantitative analysis of spermatogenic cells. *Rev. Bras. Reprod.*
363 *Anim.* 28, 196-201.
- 364 Fuentes, L.B., Caravaca, N., Pelzer, L.E., Scardapane, L.A., Piezzi, R.S., Guzman, J.A. 1991.
365 Seasonal Variations in the Testis and Epididymis of Vizcacha (*Lagostomus maximus*
366 *maximus*). *Biol. Reprod.* 45, 493-497.
- 367 Guimarães, D.A.A., 1993. Algumas Características Reprodutivas da Cutia Fêmea (*Dasyprocta*
368 *Prymnolopha*) Criada em Cativeiro. Dissertação. Universidade Federal do Pará. Belém,
369 Brasil.

- 370 Hart, L., O’Riain, M.J., Jarvis, J.U.M., Bennett, N.C. 2006. The cape dune mole-rat, *Bathyergus*
371 *suillus* (Rodentia: Bathyergidae), a seasonal or aseasonal breeder? J. Mammal. 87, 1078–
372 1085.
- 373 Johnson, L.; Blanchard, T.L.; Vamer, D.D.; Scrutchfield. W. L., 1997. Factors affecting
374 spermatogenesis in the stallion. Theriogenology. 48, 1199-1216.
- 375 Lange, R.B.; Jablonski, E.F., 1979. Roedores do Paraná. Estudos de Biologia. Imprensa
376 Universitária da UCP, Paraná, Brasil, v. 2. pp. 1-15.
- 377 Leal, M.C.; França, L.R., 2009. Slow increase of Sertoli cell efficiency and daily sperm
378 production causes delayed establishment of full sexual maturity in the rodent *Chinchilla*
379 *lanigera*. Theriogenology. 71, 509–518.
- 380 Menezes, D.J.A.; Carvalho, M.A.M.; Assis Neto, A.C.; Oliveira, M.F.; Farias, E.C.; Miguino,
381 M.A.; Medeiros, G.X., 2003. Morfologia dos órgãos genitais externos do macho de cutia
382 (*Dasyprocta aguti*, Linnaeus, 1766). Braz. J. Vet. Res. Anim. Sci. 40, 148-143.
- 383 Moojen, J., 1952. Os roedores do Brasil. Biblioteca Científica Brasileira, Rio de Janeiro, Brasil.
- 384 Muñoz, E.M.; Fogal, T.; Dominguez, S.; Scardapane, L.; Scardapane, L.; Piezzi, R.S., 2001.
385 Ultrastructural and Morphometric Study of the Sertoli Cell of the Viscacha (*Lagostomus*
386 *maximus maximus*) During the Annual Reproductive Cycle. Anat. Record. 262, 176–185.
- 387 Muteka, S. P., Chimimba C. T., Bennett, N. C., 2006a. Reproductive seasonality in the Tete veld
388 rat (*Aethomys ineptus*) (Rodentia: Muridae) from southern Africa. J. Zoology, 270, 314–
389 322.
- 390 Muteka, S.P., Chimimba, C.T., Bennett, N.C., 2006b. Reproductive seasonality in *Aethomys*
391 *namaquensis* (Rodentia: Muridae) from southern África. J. Mammal., 87, 67-74.
- 392 Neal, J.; Murphy, B.D.; Moger, W.H., Oliphant, L.W., 1977. Reproduction in the male ferret:
393 Gonadal activity during the annual cycle; recrudescence and maturation. Biol. Reprod. 17,
394 380-385.

- 395 Negret, R., 1984. Ecología y Manejo de Fauna Silvestre. Edición Comemorativa de la Segunda
396 Expedición Botânica, Bogotá.
- 397 Okuma, Y.; O'Connor, A.E.; Hayashi, T., Loveland, K.L.; Kretser, D.M.; Hedger, M.P., 2006.
398 Regulated production of activin A and inhibin B throughout the cycle of the seminiferous
399 epithelium in the rat. *J. Endocrinol.* 190, 331–340.
- 400 Ortavant, R.; Courot, M.; Hochereau-de-Reviere, M.T., 1984. Espermatogénesis en los
401 mamíferos domésticos. In: COLE, H.H.; CUPPS, P.T. (Eds), Reproducción en los animales
402 domésticos. Acribia, Zaragoza, 3rd edición, pp. 171-190.
- 403 Paula, T.A.R., 1999. Análise histométrica e funcional do testículo de capivaras (*Hydrochoerus*
404 *hydrochaeris*) adultas. Tese. Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, Brasil.
- 405 Peel, M. C.; Finlayson, B. L.; McMahon, T. A., 2007. Updated world map of the Köppen-Geiger
406 climate classification. *Hydrol. Earth Syst. Sci.* 11, 1633–1644.
- 407 Print, C.G.; Loveland, K.L., 2000. Germ cell suicide: new insights into apoptosis during
408 spermatogenesis. *Bioassays.* 22, 423–430.
- 409 Segatelli, T.M.; França, L.R.; Pinheiro, P.F.F.; Almeida, C.C.D.; Martinez, M.; Matinez, F.E.,
410 2004. Spermatogenic cycle length and spermatogenic efficiency in the Gerbil (*Meriones*
411 *unguiculatus*). *J. Androl.* 25, 872-880.
- 412 Schön, J.; Blottner, S., 2008. Estrogens are involved in seasonal regulation of spermatogenesis
413 and sperm maturation in roe deer (*Capreolus capreolus*). *Gen. Comp. Endocrinol.* 159, 257–
414 263.
- 415 Schön J.; Göritz, F.; Streich, J.; Blottner S., 2004. Histological organization of roe deer testis
416 throughout the seasonal cycle: variable and constant components of tubular and interstitial
417 compartment. *Anat.Embryol.* 208, 151–159.
- 418 Sinha Hikim, A. P., Swerdloff, R. S., 1999. Hormonal and genetic control of germ cell apoptosis
419 in the testis. *Rev. Reprod.* 4, 38–47.

- 420 Smythe, N., 1970. Ecology and behavior of the agouti (*Dasyprocta punctata*) and related species
421 on Barro Colorado Island, Panama. Thesis. University of Maryland, U.S.A.
- 422 Toledo, M.L.B.; Messias, A.G.; Ohashi, O.M., 1995. Determinação dos estágios do ciclo do
423 epitélio seminífero da cutia (*Dasyprocta prymnolopha*), através do método de morfologia
424 tubular. Anais do Congresso Brasileiro de Reprodução Animal, 11. Colégio Brasileiro de
425 Reprodução Animal, Belo Horizonte, Minas Gerais. (Abstract)
- 426 Weir, B.J. 1971. Some observations on reproduction in the female agouti, *Dasyprocta aguti*. J.
427 *Reprod. Fertility*. 24, 203-211.

5 CONSIDERAÇÕES GERAIS

Conclusões Gerais

A partir dos resultados obtidos, foi possível caracterizar aspectos do ciclo reprodutivo anual de cutia macho. Foram observadas alterações na morfologia testicular, tanto macro como microscópicas, e nas concentrações plasmáticas de testosterona que indicam atividade testicular mais intensa no período de maio a dezembro. As variáveis de peso, volume e comprimento do testículo, altura do epitélio e do diâmetro dos túbulos seminíferos, das populações celulares e do rendimento geral da espermatogênese, indicam uma maior atividade espermática, durante o ano, a partir do mês de maio, mantendo os parâmetros elevados até dezembro. Este padrão na atividade testicular da cutia foi comprovado pelos níveis plasmáticos de testosterona, onde, também, houve aumento a partir do mês de maio, com pico em junho, mantendo-se elevados até dezembro. Os menores valores para todos os dados analisados mostraram-se no período de janeiro/fevereiro.

Relacionando os nossos achados com os dados meteorológicos fornecidos pela EMBRAPA Meio Norte, para o local onde foi desenvolvido este experimento, podemos concluir que a cutia apresentou maior atividade testicular e níveis plasmáticos de testosterona no período do ano que corresponde ao de menor precipitação pluviométrica e temperaturas mais elevadas.

Destacamos, ainda, que já há algum tempo, estudos sobre a biologia reprodutiva de cutias criadas no Núcleo de Estudos e Preservação de Animais Silvestres, da Universidade Federal do Piauí-UFPI (NEPAS/UFPI), vem sendo desenvolvidos, sob a coordenação da Profa. Dra. Maria Acelina Martins de Carvalho. Assim, conhecimentos já foram gerados sobre aspectos morfológicos dos órgãos genitais de machos e fêmeas (MENEZES et al., 2001; ARAUJO et al., 2002; MOURA et al. 2002; ALMEIDA et al., 2003; MENEZES et al., 2003; MOURA et al., 2003; FORTES et al. 2005; CARVALHO et al. 2008), sobre a maturidade sexual de cutias macho (ASSIS NETO, et al. 2002; 2003a, 2003b, 2003c), aspectos morfológicos e quantitativos de espermatozóides epididimários (FERRAZ, 2009) e parâmetros reprodutivos de cutias fêmeas, como peso pós-parto, frequência e prevalência do tipo de parto (CAVALCANTE et al., 2005), caracterização colpocitológica e perfis hormonais durante o ciclo estral de cutias (ALMEIDA, 2009).

Sugerimos, portanto, estudos mais aprofundados sobre a plasticidade reprodutiva da cutia, particularmente no que se refere ao comportamento destes animais frente aos diversos fatores que exercem influência direta e indiretamente na sua fisiologia reprodutiva, para reforçarem os resultados apresentados nesta pesquisa, assim, destacamos:

- Estudos sobre os perfis hormonais de fêmeas, dos hormônios relacionados à reprodução, ao longo do ano;
- Levantamento dos partos ocorridos nas condições de cativeiro, ao longo do ano, comparativamente, entre grupos com proporções diferentes de machos e fêmeas;
- Testar a influência de outros fatores como fotoperíodo, efeito nutricional e interação social sobre atividade gonadal da cutia, estabelecendo possível manipulação da fisiologia destes animais.

Por fim, com o melhor entendimento da biologia reprodutiva, esta espécie animal poderá ser apontada como um modelo experimental para estudos no campo de terapias hormonais, pesquisas com células tronco da linhagem espermatogênica, efeito de agentes químicos sobre a atividade testicular, dentre outros estudos na reprodução, bem como a potencialização de sua criação em cativeiro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, H. M. **Parâmetros morfofisiológicos da reprodução de cutias (*Dasyprocta aguti*, Linnaeus 1766) em cativeiro: análise colpocitológica, morfométrica e concentrações plasmáticas de progesterona e estradiol, por enzima imunoensaio, durante o ciclo estral.** Teresina, 2009, 68 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) - Universidade Federal do Piauí.

ALMEIDA, L.M.; WEISS, R.R.; CASTRO, C.S., et al. Histological quantification of spermatogenesis in dimethyl sulfoxide treated wistar rats. *Archives of Veterinary Science* v.5, p.129-135, 2000.

ALMEIDA, M. M.; CARVALHO, M. A. M.; CAVALCANTE FILHO, M. F., et al. Estudo morfológico e morfométrico do ovário da cutia (*Dasyprocta aguti*, Linnaeus, 1776). **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, São Paulo, Brasil, v. 40, n. 1, p. 55-62, 2003.

ARAÚJO, W. R.; CARVALHO, M. A. M.; MOURA, S. G., et al. Parâmetros Macroscópicos e Biométricos dos Órgãos Genitais Femininos de Cutias (*Dasyprocta aguti*). **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, Belo Horizonte, v. Supl., n. 05, p. 178-180, 2002

ANAND, S.; LOSEE-OLSON, S.; TUREK, F. W., et al. Differential regulation of luteinizing hormone and follicle-stimulating hormone in male Siberian hamsters by exposure to females and photoperiod. *Endocrinology*, v. 143, n. 6 p. 2178-2188, 2007.

ASSIS NETO, A. C.; CARVALHO, M. A. M., MELO, M. I. V., et al. Fases do desenvolvimento e diferenciação testicular em cutias (*Dasyprocta aguti*) criadas em cativeiros. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, São Paulo, v. 40, p. 71-79, 2003b. (Suplemento 1).

ASSIS NETO, A. C. ; MELO, M. I. V. ; CARVALHO, M. A. M., et al. Análise qualitativa do estabelecimento da espermatogênese em cutias (*Dasyprocta aguti*) criadas em cativeiros.

Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science, São Paulo, v. 40, p. 180-184, 2003c. (Suplemento 3).

ASSIS NETO, A. C.; MELO, M. I. V.; CARVALHO, M. A. M.; et al. Quantificação de células dos túbulos seminíferos e rendimento da espermatogênese em cutias (*Dasyprocta aguti*) criadas em cativeiros **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, São Paulo, v. 40, p. 175-179, 2003a. (Suplemento 3).

ASSIS NETO, A. C.; MELO, M. I. V.; CARVALHO, M. A. M., et al. Desenvolvimento Testicular de Cutias (*Dasyprocta aguti*): Avaliação Cronológica da Espermatogênese e Parâmetros Biométricos Testiculares. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, Belo Horizonte, v. 26, n. 2, p. 80-82, 2002.

BANSODE, F.W.; CHOWDHURY, S.R.; DHAR, J.D. Seasonal changes in the seminiferous epithelium of rhesus and bonnet monkeys. **Journal of Medical Primatology**. v. 32, p. 170–177, 2003.

BAUER, B.; WOMASTEK, I.; DITTAMI, J.; et al. The effects of early environmental conditions on the reproductive and somatic development of juvenile guinea pigs (*Cavia aperea f. aporcellus*). **General and Comparative Endocrinology**, v. 155, p. 680-685, 2008.

BERNDTSON, W. E. Methods for quantifying mammalian Spermatogenesis: A review. **Journal of Animal Science**. v. 44, p. 818-833, 1977.

BENTLEY, P. J. Hormones and Reproduction. In: BENTLEY, P. J. **Comparative Vertebrate Endocrinology**. London: Cambridge University Press 1998. p. 379-440.

BERNARD, R. T. F.; HALL, J. Failure of the Estrous Cycle and Spermatogenesis to Respond to Day Length in a Subtropical African Rodent, the Pouched Mouse (*Saccostomus campestris*). **Biology of Reproduction** v. 52, p. 1291-1295, 1995.

BLANK, J. L.; DESJARDINS, C. Differential effects of food restriction on pituitary-testicular function in mice. **American Journal of Physiology. Regulatory, Integrative and Comparative Physiology**, v. 248, p 18 -189, 1985.

BLOTTNER, S.; SCHÖN, J.; JEWGENOW, K. Seasonally activated spermatogenesis is correlated with increased testicular production of testosterone and epidermal growth factor in mink (*Mustela vison*). **Theriogenology** v. 66, n. 6, p. 1593-1598, 2006.

BOIANI, L.; CASANOVA, G.; OLIVERA, A.; et al. Seminiferous epithelium cycle of a hantavirus reservoir, the long-tailed mouse *Oligoryzomys flavescens* (Rodentia—Cricetidae) **Tissue and Cell**. v. 39, p. 267–275, 2007.

BRONSON, F. H. Mammalian reproduction: an ecological perspective. **Biology of Reproduction**, v 32, p 1-26, 1985.

CARVALHO, M. A. M.; MACHADO JÚNIOR, A. A. N.; SILVA, R. A. B., et al. Arterial supply for the penis in Agoutis (*Dasyprocta prymnolopha*, Wagler, 1831). **Anatomia, Histologia, Embryologia**, v. 37, p. 60-62, 2008.

CAVALCANTE, R. R.; ALMEIDA, M. M.; MOURA, S. G., et al. Peso pós-parto, frequência e prevalência do tipo de parto em cutias (*Dasyprocta* sp) criadas em cativeiro. **Revista Ciência Animal Brasileira**. v. 6, n. 2, p. 67-70, 2005.

CEPEDA, C.R.; ADARO, A.L.; PEÑAILILLO, G.P. Morphometric variations of *Chinchilla laniger* prostate and plasmatic testosterone concentration during its annual reproductive cycle. **Int. Journal. Morphol**, v.24, n.1, p.89-97, 2006.

CHOWDHURY, A.K.; STEINBERGER, E. A quantitative study of the effect of heat on the germinal epithelium of the rat testis. **American Journal of Anatomy**, v. 115, p. 509–24, 1964.

CONCANNON, P. ROBERTS, P BALDWIN, B., et al. Alteration of growth, advancement of puberty, and season-appropriate circannual breeding during 28 months of photoperiod reversal in Woodchucks (*Marmota monax*). **Biology of Reproduction**, v. 48, p 1057-1070, 1993.

CURTIS, G. M. The morphology of the mammalian seminiferous tubule. **America Journal of Anatomy**. v. 24, p. 339-394, 1918.

DEMAS, G. E.; NELSON, R. J. Social, but not photoperiodic, influences on reproductive function in male *Peromyscus aztecus*. **Biology of Reproduction**. v. 58, p. 385-389, 1998.

DEUTSCH, L. A.; PUGLIA, L. R. R. **Os animais silvestres: proteção, doenças e manejo**. Brasil: Globo, 1988. 187 p.

DUBOST, G; HENRY, O.; COMIZZOLI, P. Seasonality of reproduction in the three largest terrestrial rodents of French Guiana Forest. **Mammalian Biology**. v. 70, n. 2 p. 93–109, 2004.

FERRAZ, M. S. Determinação de protocolo para colheita e análise quantitativa de espermatozoides epididimários em cutias (*Dasyprocta aguti*, Linnaeus, 1766). Teresina, 2009, 57 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) - Universidade Federal do Piauí.

FERREIRA, A.C.S.; GUIMARÃES, D.A.; RAMOS, R.S.L. et al. Reproductive developmental phases of male Agouti (*Dasyprocta* sp.) raised in captivity determined by quantitative analysis of spermatogenic cells. *Revista Brasileira de Reprodução Animal*. v. 28, p. 196-201, 2004.

FORTES, E. A. M.; CARVALHO, M. A. M. ; ALMEIDA, M. M., et al. Aspectos morfológicos da tuba uterina de cutias (*Dasyprocta aguti*, Mammalia: Rodentia). **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, São Paulo, v. 42, n. 2, p. 130-134, 2005.

FROST, D.; ZUCKER, I. Photoperiod and melatonin influence seasonal gonadal cycles in the grasshopper mouse (*Onychomys leucogaster*). **Journal of Reproduction and Fertility**, v. 69, n. 1, p. 237-244, 1983.

FUENTES, L.; CARAVACA, B. N.; PELZER, L. E., et al. Seasonal Variations in the Testis and Epididymis of Vizcacha (*Lagostomus maximus maximus*). **Biology of Reproduction**. v. 45, p. 493-497, 1991.

GUIMARAES, D. A. A. **Algumas Características Reprodutivas da Cutia Fêmea (*Dasyprocta prymnolopha*) Criada em Cativeiro.** Belém, 1993. Dissertação (Mestrado em Zoologia) - Universidade Federal do Pará.

GUIMARAES, D. A. A.; MOREIRA, D.; VALE, W. G. Determinação do ciclo reprodutivo da cutia (*Dasyprocta prymnolopha*) através do diagnóstico colpocitológico. **Acta Amazônica**, Manaus-Amazonas, v. 27, n. 1, p. 55-64, 1997.

HAFEZ, E. S. E.; HAFEZ, B. **Reprodução Animal.** 7 ed. São Paulo: Manole, 2004, 530 p.

HAMILTON, G. D.; BRONSON, F. H. Food Restriction and Reproductive Development in Wild House Mice. **Biology of Reproduction**, v. 32, p. 773-778, 1985.

HART, L.; O'RIAIN, M. J.; JARVIS, J. U. M., et al. The Cape dune mole-rat, *Bathyergus suillus* (Rodentia: Bathyergidae), a seasonal or aseasonal breeder? **Journal of Mammalogy**. v. 87, n. 6, p. 1078–1085, 2006.

HEIDEMAN, P. D.; BRONSON, F. H. Photoperiod, melatonin secretion, and sexual maturation in a tropical rodent. **Biology of Reproduction** v. 43, p. 745-750, 1990.

HEGSTROM, C. D.; BREEDLOVE, S. M. Social cues attenuate photoresponsiveness of the male reproductive system in siberian hamsters (*Phodopus sungorus*) **Journal of Biological Rhythms**, v. 14 n. 1, p. 54-61, 1999.

HORTON, T. H. Fetal Origins of Developmental Plasticity: Animal models of induced life history variation. **American Journal of Human Biology**, v. 17, p. 34 – 43, 2005.

IMS, R. A. The ecology and evolution of reproductive synchrony. **Trends in Ecology & Evolution**, v. 5, n. 1, p. 135-140, 1990.

JACKSON, C.; BERNARD, R. T. F. Variation in the timing of reproduction of the four-striped field mouse, *Rhabdomys pumitio*, in the Eastern Cape Province, South Africa. **African Zoology**, v. 41, n. 2, p 301-304, 2006.

JOHNSON, L.; BLANCHARD, T.L.; VAMER, D.D.; et al. Factors affecting spermatogenesis in the stallion. **Theriogenology**, v. 48, p. 1199-1216, 1997.

LANGE, R. B.; JABLONSKI, E. F. Roedores do Paraná. **Estudos de Biologia**. Paraná: Imprensa Universitária da UCP, v. 2, p. 1-15, Mar. 1979.

LEAL, M. C.; FRANÇA, L. R. Slow increase of Sertoli cell efficiency and daily sperm production causes delayed establishment of full sexual maturity in the rodent *Chinchilla lanigera*. **Theriogenology**. v. 71, p. 509–518, 2009.

LEBLOND, C.P.; CLERMONT, Y. Definition of the stage of the seminiferous epithelium in the rat. **Annals of the New York Academic Science**, v.55, n. 4, p. 548-573, 1952.

LUE, Y.H.; SINHA HIKIM, A.P.; WANG, C.; et al. Testicular heat exposure enhances the suppression of spermatogenesis by testosterone in rats: the “two-hit” approach to male contraceptive development. **Endocrinology**, v. 141, p. 1414–1424, 2000.

LYNCH, G. R.; HEATH, H. W.; JOHNSTON, C. M. Effect of Geographical Origin on the Photoperiodic Control of Reproduction in the White-Footed Mouse, *Peromyscus leucopus*. **Biology of Reproduction**, v. 25, p. 475-480, 1981.

MACHADO JUNIOR, A. A. N. ; MIGLINO, M. A.; MENEZES, D. J. A., et al. Influence of the bipartite scrotum on the testicular and scrotal temperatures in goats. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 29, p. 797-802, 2009.

MENEZES, D. J. A.; CARVALHO, M. A. M.; ASSIS NETO, A. C., et al. Morfologia dos órgãos genitais externos do macho de cutia (*Dasyprocta aguti*. Linnaeus, 1766). **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, São Paulo, v. 40, n. Suplem., 2, p. 158-164, 2003.

MENEZES, D. J. A.; CARVALHO, M. A. M.; OLIVEIRA, M. F. et al. Aspectos morfológicos da glândula do pênis da cutia (*Dasyprocta sp*, RODENTIA). **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, Belo Horizonte, MG, v. 25, n. 2, p. 208-209, 2001.

MOOJEN, J. **Os roedores do Brasil**. Rio de Janeiro: Biblioteca Científica Brasileira, 1952. 214 p.

MOURA, S. G.; CARVALHO, M. A. M.; ARAÚJO, W. R., et al. Caracterização da Dinâmica da Cérvix Uterina e da Membrana Vaginal em Cutias (*Dasyprocta aguti*, Rodentia) Criadas em Cativeiro. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, Belo Horizonte, v. Supl.5, n. 5, p. 171-173, 2002.

MOURA, S. G.; CARVALHO, M. A. M.; ARAÚJO, W. R., et al. Proposta de classificação para o útero da cutia (*Dasyprocta aguti*, Linnaeus, 1766). **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, Belo Horizonte, MG, v. 27, p. 284-285, 2003.

MUTEKA, S. P.; CHIMIMBA C. T.; BENNETT, N. C. Reproductive seasonality in the Tete veld rat (*Aethomys ineptus*) (Rodentia: Muridae) from southern Africa. **Journal of Zoology**, v. 270, p. 314–322, 2006a.

MUTEKA, S.P.; CHIMIMBA, C.T.; BENNETT, N.C. Reproductive seasonality in *Aethomys namaquensis* (Rodentia: Muridae) from southern África. **Journal of Mammalogy**, v.87, n. 1, p.67-74, 2006b.

MUÑOZ, E. M.; FOGAL, T.; DOMINGUEZ, S.; SCARDAPANE, L., et al. Ultrastructural and Morphometric Study of the Sertoli Cell of the Viscacha (*Lagostomus maximus maximus*) During the Annual Reproductive Cycle. **The Anatomical Record**, v. 262, p. 176–185, 2001.

NEAL, J.; MURPHY, B. D.; MOGER, W. H., et al. Reproduction in the male ferret: Gonadal activity during the annual cycle; recrudescence and maturation. **Biology of Reproduction**, v. 17, p. 380-385, 1977.

NEGRET, R. **Ecología y Manejo de Fauna Silvestre**. Bogotá, 1984. 154 p. (Edición Comemorativa de la Segunda Expedición Botánica).

NELSON, R. J.; DARK, J.; ZUCKER, I. Influence of photoperiod, nutrition and water availability on reproduction of male California voles (*Microtus californicus*). **Journal of Reproduction and Fertility**. v. 69, n. 2, p. 473-477, 1983.

O'DONNELL, L. ; ROBERTSON, K. M., JONES, M. E., et al. Testosterone promotes the conversion of round spermatids between stages VII and VIII of the rat spermatogenic cycle. **Endocrinology**, v. 135, n. 6, p.2608-2614, 1994.

OKUMA, Y.; O'CONNOR, A. E.; HAYASHI, T., et al. Regulated production of activin A and inhibin B throughout the cycle of the seminiferous epithelium in the rat. **Journal of Endocrinology**, v. 190, p. 331–340, 2006.

ORTAVANT, R; COUROT, M.; HOCHEREAU-DE-REVIERS, M.T.,. Espermatogénesis en los mamíferos domésticos. In: COLE, H.H.; CUPPS, P.T. Reproducción en los animales domésticos. 3 ed. Zaragoza: Acribia, 1984, pp. 171-190.

PAULA, T.A.R. **Análise histométrica e funcional do testículo de capivaras (*Hydrochoerus hydrochaeris*) adultas**. Belo Horizonte, 1999. 84p. Tese (Doutorado em Biologia Celular) – Universidade Federal de Minas Gerais.

SEGATELLI, T. M.; FRANÇA, L. R.; PINHEIRO, P. F. F.; et al. Spermatogenic cycle length and spermatogenic efficiency in the Gerbil (*Meriones unguiculatus*). **Journal Andrololgy**, v. 25, p. 872-880, 2004.

SCHÖN, J.; BLOTTNER, S. Estrogens are involved in seasonal regulation of spermatogenesis and sperm maturation in roe deer (*Capreolus capreolus*). **General and Comparative Endocrinology**. v. 159, p. 257–263, 2008.

SCHÖN J.; GÖRITZ, F.; STREICH, J.; et al. Histological organization of roe deer testis throughout the seasonal cycle: variable and constant components of tubular and interstitial compartment. **Anatomy and Embryology**. v. 208, p. 151–159, 2004.

SCHWALM, A.; GAULY, M.; ERHARDT, G.; et al. Changes in testicular histology and sperm quality in llamas (*Lama glama*), following exposure to high ambient temperature. **Theriogenology**, v. 67, p. 1316–1323, 2007.

SMYTHE, N. **Ecology and behavior of the agouti (*Dasyprocta punctata*) and related species on Barro Colorado Island, Panama**. Tese (Doutorado). University of Maryland, U.S.A. 1970. p. 201.

TOLEDO, M. L. B.; MESSIAS, A. G.; OHASHI, O. M. Determinação dos estágios do ciclo do epitélio seminífero da cutia (*Dasyprocta prymnolopha*), através do método de morfologia tubular. In: Congresso Brasileiro de Reprodução Animal, 11., 1995, Belo Horizonte. Anais... Belo Horizonte, Minas Gerais: Colégio Brasileiro de Reprodução Animal, 1995. p. 229.

TRAINOR, B. C. ; MARTIN II, L. B., GREIWE, K. M., et al. Social and photoperiod effects on reproduction in five species of *Peromyscus*. **General and Comparative Endocrinology**. v. 48, n. 2, p. 252-259, 2006.

VAN DEMARK, N. L. AND FREE, M. J. Temperature effect. In: JOHNSON, A. D.; COMES, W. R.; VAN DEMARK, N. L. **The Testis**, vol. 3, London: Academic Press, 1970, pp. 233-313.

WEIR, B. J. Some observations on reproduction in the female agouti, *Dasyprocta aguti*. **Journal of reproduction and fertility**. v. 24, p. 203-211, 1971.