

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CAMPUS DE JABOTICABAL**

**CONCENTRAÇÕES PLASMÁTICAS DE ESTRADIOL,
TESTOSTERONA, PROGESTERONA, PROLACTINA E
CORTICOSTERONA EM PERDIZES (*Rhynchotus rufescens*),
CRIADAS EM CATIVEIRO**

Frank Angelo Tomita Bruneli

Médico Veterinário

JABOTICABAL – SÃO PAULO – BRASIL

Fevereiro de 2006

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CAMPUS DE JABOTICABAL**

**CONCENTRAÇÕES PLASMÁTICAS DE ESTRADIOL,
TESTOSTERONA, PROGESTERONA, PROLACTINA E
CORTICOSTERONA, EM PERDIZES (*Rhynchotus rufescens*),
CRIADAS EM CATIVEIRO**

Frank Angelo Tomita Bruneli

Orientadora: Profa. Dra. Sandra Aidar de Queiroz

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - Unesp, Campus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Doutor em Zootecnia.

JABOTICABAL – SÃO PAULO – BRASIL

Fevereiro de 2006

Bruneli, Frank Angelo Tomita
B894c Concentrações plasmáticas de estradiol, testosterona,
progesterona, prolactina e corticosterona em perdizes (*Rhynchotus
rufescens*), criadas em cativeiro / Frank Angelo Tomita Bruneli. – –
Jaboticabal, 2006
iv, 86 f. ; 28 cm

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de
Ciências Agrárias e Veterinárias, 2006

Orientador: Sandra Aida de Queiroz

Banca examinadora: Renato Luis Furlan, Ramon Diniz Malheiros,
Nilva Aparecida Nicolao Fonseca, Maria Estela Gaglianone Moro

Bibliografia

1. Hormônios. 2. Reprodução. 3. Aves silvestres. I. Título. II.
Jaboticabal-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 639.12:612.018

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação – Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação - UNESP, Campus de Jaboticabal.

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

FRANK ANGELO TOMITA BRUNELI - nascido aos seis dias de abril do ano de 1978, em Londrina, Paraná, concluiu a graduação em Medicina Veterinária pela Universidade Estadual de Londrina em 2001. No ano seguinte, ingressou no curso de mestrado em Zootecnia (Produção Animal) [Jaboticabal] pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, onde após um ano foi transferido ao programa de doutorado direto, defendendo sua tese aos 24 dias de fevereiro do ano de 2006. Até a presente data, publicou 2 artigos em periódicos especializados e 28 trabalhos em anais de eventos. Possui 14 itens de produção técnica. Participou de 19 eventos no Brasil. Orientou 1 trabalho de conclusão de curso nas áreas de Zootecnia e Medicina Veterinária. Em suas atividades profissionais interagiu com 52 colaboradores em co-autorias de trabalhos científicos. Em seu currículo Lattes os termos mais freqüentes na contextualização da produção científica, tecnológica e artístico-cultural são: TINAMÍDEO, AVE SILVESTRE, TAXA DE FERTILIDADE, TINAMOU, BRODY, CORRELAÇÕES, ENDOCRINOLOGIA, GOMPERTZ, HERDABILIDADE e MEDO.

A Deus, o Criador dos céus, dos mares e da terra, bem como tudo o que neles há; Dono de infinita graça e misericórdia, expressada a nós por meio da morte do Seu Unigênito Filho, Cristo Jesus, em favor da nossa pecaminosidade; o Todo-Poderoso Senhor de minha vida, que me amou e através do Seu Santo Espírito me resgatou da escuridão do pecado e me trouxe à luz da Sua Sabedoria e Majestade, para sua glória eterna.

Dedico.

AGRADECIMENTOS

Deixo aqui registrado às gerações futuras, meus sinceros agradecimentos:

A Deus, primeiramente, por Sua benevolência, misericórdia, justiça, sabedoria e direção.

A Deus também, que através de meus pais Alice e Francisco, deu-me vida, educou-me, protegeu-me e me abençoou, mostrando-me desde a tenra idade os majestosos ensinamentos de Cristo, a necessidade do aprendizado contínuo, a determinação pela vitória.

A Deus, que através de minha irmã Gisele, ensinou-me a responsabilidade de ser exemplo e de zelar por alguém.

A Deus, que através da instituição Escola, desde a pré-escola à pós-graduação, tem me dado o conhecimento suficiente para auxiliar o próximo, seja pela pesquisa, seja pelo ensino, seja pela prática.

A Deus, que através das agências de fomento FAPESP – Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo e CNPq – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, amparou tanto meu projeto de pesquisa quanto meus estudos, através de auxílios e bolsas, nos quatro anos de execução do presente trabalho.

A Deus, que através do grupo de estudos em perdizes (*Rhynchotus rufescens*), a saber, Antônio, Gilberto, Aila, Letícia, Gustavo, Márcio, Gilberto, Patrícia, Gisele, Priscila, Susan, Eduardo, Karina, Aline, Fernanda, Cristiane, Ana Claudia e Alysson, providenciou-me colaboradores eficientes, entusiasmados, solidários, pacientes e perseverantes, sendo co-merecedores dos louros desta vitória.

A Deus, que através dos companheiros de república, Beto, Eduardo, Edson, Zinaldo e Rafael, amparou-me na distância dos familiares, ensinou-me o sentido da amizade e me deu novos irmãos.

A Deus, que através da minha namorada e futura esposa, Eliene, tem me ensinado o verdadeiro significado das palavras cumplicidade e dedicação.

A Deus, que através de você e tua leitura do presente material, pode deslumbrar a grandiosidade miraculosa da Criação.

Meus sinceros agradecimentos.

SUMÁRIO

Capítulo 1. CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	03
Objetivos.....	14
Capítulo 2. VARIAÇÕES HORMONAIIS E DESEMPENHO REPRODUTIVO DE FÊMEAS DE PERDIZES (<i>Rhynchotus rufescens</i>) EM CATIVEIRO.....	19
Resumo.....	10
Introdução.....	20
Objetivos.....	22
Material e Métodos.....	22
Instalações e Manejo.....	22
Colheita de Material Biológico.....	24
Análises Laboratoriais.....	25
Análises Estatísticas.....	25
Resultados e Discussão.....	27
Produção de ovos.....	27
Variações Hormonais.....	30
Estradiol.....	30
Progesterona.....	32
Prolactina.....	33
Testosterona.....	33
Corticosterona.....	34
Conclusões.....	35
Agradecimentos.....	36
Referências.....	36
Capítulo 3. VARIAÇÕES HORMONAIIS E DESEMPENHO REPRODUTIVO DE MACHOS DE PERDIZES (<i>Rhynchotus rufescens</i>) EM CATIVEIRO.....	39
Resumo.....	40
Introdução.....	43
Objetivos.....	43
Material e Métodos.....	43
Instalações e Manejo.....	45
Colheita de Material Biológico.....	46
Análises Laboratoriais.....	46
Análises Estatísticas.....	48
Resultados e Discussão.....	48
Número de ovos fecundados e fertilidade.....	51
Variações Hormonais.....	52
Testosterona.....	53
Prolactina.....	54
Estradiol.....	57

Progesterona.....	58
Corticosterona.....	58
Conclusões.....	59
Agradecimentos.....	59
Referências.....	60

Capítulo 4. AVALIAÇÃO HORMONAL E DO ESTRESSE EM PERDIZES (*Rhynchotus rufescens*) CRIADAS EM CATIVEIRO, FORA DA ESTAÇÃO

REPRODUTIVA.....	64
Resumo.....	64
Introdução.....	65
Objetivos.....	67
Material e Métodos.....	68
Instalações e Manejo.....	68
Colheita de Informações e Material Biológico.....	69
Análises Laboratoriais.....	69
Análises Estatísticas.....	70
Resultados e Discussão.....	72
Corticosterona.....	73
Prolactina.....	74
Imobilidade Tônica.....	75
Correlações.....	76
Conclusões.....	77
Agradecimentos.....	77
Referências.....	78

Capítulo 5. IMPLICAÇÕES.....	81
------------------------------	----

LISTA DE FIGURAS

Capítulo 2

Figura 1. Disposição esquemática dos boxes de reprodução de *Rhynchotus rufescens*, dentro do galpão avícola convencional.....23

Figura 2. Peso vivo corporal de fêmeas de perdizes (*Rhynchotus rufescens*), durante a estação reprodutiva 2002-2003.....27

Figura 3. Produção mensal de ovos de perdizes (*Rhynchotus rufescens*), umidade relativa do ar (%), precipitação pluviométrica (mm) e variação térmica (°C), no período de Agosto de 2002 a Dezembro de 2003.....30

Figura 4. Produção mensal de ovos, e variações mensais de estradiol, prolactina e corticosterona no plasma sanguíneo de fêmeas de perdizes (*Rhynchotus rufescens*) criadas em cativeiro, durante a estação reprodutiva 2002-2003.....33

Capítulo 3

Figura 1. Disposição esquemática dos boxes de reprodução de *Rhynchotus rufescens*, dentro do galpão avícola convencional.....46

Figura 2. Peso vivo corporal de fêmeas de perdizes (*Rhynchotus rufescens*), durante a estação reprodutiva 2002-2003.....51

Figura 3. Umidade relativa do ar, temperatura mensal média, número de ovos postos, e taxa mensal de fertilidade de perdizes (*Rhynchotus rufescens*), no período de agosto de 2002 a dezembro de 2003.....53

Figura 4. Taxa mensal de fertilidade, variações mensais de estradiol, prolactina e corticosterona no plasma sanguíneo de machos de perdizes (*Rhynchotus rufescens*) criados em cativeiro, durante a estação reprodutiva 2002-2003.....59

Figura 5. Taxa mensal de fertilidade, e variações mensais de estradiol, conforme as classes de fecundidade de ovos, e mês de colheita sanguínea, no plasma sanguíneo de machos de perdizes (*Rhynchotus rufescens*) criados em cativeiro, durante a estação reprodutiva 2002-200360

LISTA DE TABELAS

Capítulo 1

Tabela 1. Classificação taxonômica da perdiz sul-americana (<i>Rhynchotus rufescens</i>)	3
--------------------------------------------------------------------------------------------------	---

Capítulo 2

Tabela 1. Produção mensal de ovos, por box alojado, de perdizes (<i>Rhynchotus rufescens</i>), durante a estação reprodutiva 2002-2003	28
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

Tabela 2. Resumo da análise de variância das concentrações circulantes no plasma sanguíneo de fêmeas de perdizes (<i>Rhynchotus rufescens</i>), durante a estação reprodutiva 2002-2003	31
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

Tabela 3. Valores médios das concentrações hormonais plasmáticas em fêmeas de perdizes (<i>Rhynchotus rufescens</i>), obtidos dos dados reais, ajustados pelo método de quadrados mínimos e comparados estatisticamente pelo teste Tukey–Kramer a partir dos dados transformados em logaritmos de base 10, durante a estação reprodutiva 2002-2003	32
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

Capítulo 3

Tabela 1. Produção mensal e total, por mês e box alojado, de ovos férteis em perdizes sul-americanas (<i>Rhynchotus rufescens</i>), durante a estação reprodutiva 2002-2003	52
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

Tabela 2. Resumo da análise de variância das concentrações hormonais circulantes no plasma sanguíneo de machos de perdizes (<i>Rhynchotus rufescens</i>), durante a estação reprodutiva 2002-2003	55
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

Tabela 3. Valores médios das concentrações hormonais plasmáticas em machos de perdizes (<i>Rhynchotus rufescens</i>), obtidos dos dados reais, ajustados pelo método de quadrados mínimos e comparados estatisticamente pelo teste Tukey–Kramer a partir dos dados transformados, durante a estação reprodutiva 2002-2003	57
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

Capítulo 4

Tabela 1. Resumo da análise de variância do tempo em imobilidade tônica, e da corticosterona e prolactina circulantes no plasma sanguíneo de fêmeas e machos de perdizes (<i>Rhynchotus rufescens</i>), durante anestro estacional de 2003	77
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

CAPÍTULO 1 - CONSIDERAÇÕES GERAIS

As aves estão na natureza há mais de cem milhões de anos e em quase todos os lugares por onde o ser humano passou, ele as encontrou e delas utilizou-se de tudo.

BOCK & FARRAND (1980) estimaram mais de nove mil espécies ou tipos diferentes de aves espalhadas pela superfície do planeta. Todavia, pela presença humana em seus *habitats*, estes animais vêm sendo extintos num ritmo cinquenta vezes mais rápido que a evolução natural das espécies. Ao longo do tempo, várias espécies selvagens foram objetos de caça predatória e muitas delas desapareceram sem deixar vestígio de sua existência. Felizmente, o homem vem se conscientizando que precisa das aves para viver.

A América do Sul é considerada o continente das aves. Somente nesta região, o número ultrapassa 2.900 espécies, mais do que nas outras zonas tropicais da Terra (SCHAUENSEE & MACK, 1982). O Brasil, sendo um país de dimensões continentais, é privilegiado no que diz respeito à reprodução das aves. Seus 8.514.876,599 km² (IBGE, 2006) favorecem a posição competitiva no mercado mundial de produção de alimentos, mas os pesquisadores necessitam ampliar e diversificar a tecnologia e a produção agropecuária. Com um grande número de dias ensolarados, acaba favorecendo a reprodução das espécies. Para se ter uma idéia, aproximadamente, um mil e seiscentas aves diferentes foram catalogadas no Brasil,

ou seja, mais da metade da avifauna registrada na América do Sul (ANDRADE, 1995 citado por SCHULZ NETO, 1995). Essa estimativa envolveu cerca de 177 espécies endêmicas no país, 145 migratórias, 115 ameaçadas de extinção e 17 espécies raras no território brasileiro (SCHULZ NETO, 1995).

O conhecimento dos fundamentos fisiológicos dos processos reprodutivos nos animais é condição indispensável para o seu controle e preservação. Muitas espécies à beira da extinção têm sido reproduzidas em cativeiro. Algumas, como o gavião-real (*Harpia harpyja*), já foram recuperadas mediante programas de criação e preservação (DREYER, 2003; GESISKY, 2005). Assim, a reprodução em cativeiro de aves selvagens merece grande atenção, não apenas pelo conhecimento biológico da espécie, mas de forma multidisciplinar chegando à produção comercial, visto que várias espécies apresentam potencial zootécnico. Entretanto, a rentabilidade da criação dependerá da fertilidade e do manejo aplicados aos animais em cativeiro. Deste modo, a expansão do mercado mundial de aves vem sendo impulsionada tanto pelo interesse econômico, quanto pelo interesse ambiental.

Entre as significativas famílias endêmicas do neotrópico está a Tinamidae, originária da América do Sul e que agrupa 45 espécies, das quais, 22 brasileiras. Essas aves são bastante citadas devido ao seu grande valor cinegético, e seus representantes demonstram hábitos peculiares e interessantes (SICK, 1997).

As relações filogenéticas dos tinamídeos são ainda discutidas. As semelhanças esqueléticas e bionômicas com os Ratitae, em *Rhea americana* e avestruz (*Struthio camelus*), são grandes (COOPER *et al.*, 2001) e foram confirmadas por dados bioquímicos mediante hibridação de DNA (SIBLEY *et al.*, 1988), aparecendo os tinamídeos como um “grupo-irmão” dos Ratitae (VAN TUINEN *et al.*, 2000). A semelhança dos tinamídeos com os Galliformes (o galo, *Gallus gallus domesticus*, por exemplo) é considerada efeito de convergência ou evolução paralela (SICK, 1997).

Os tinamídeos têm grande potencial para a produção de carne. Sem qualquer seleção genética artificial, representantes da espécie *Rhynchotus rufescens* apresentaram em cativeiro até 74,4 % de rendimento médio de carcaça e 36,6 % de rendimento médio de carne de peito (MORO *et al.*, 2006). De sabor elogiável, sua caça ainda é uma das preferidas em todo o Brasil Central. Essa carne fornece parte das proteínas indispensáveis na nutrição humana da população rural, mas ao longo dos anos, a espécie vem sofrendo lento extermínio pela ação dos caçadores, pelo envenenamento com inseticidas e outros males da civilização (SICK, 1988). Hoje, já é possível encontrá-la em grandes criações de aves ornamentais.

SICK (1988) relatou que a reprodução de tinamídeos em cativeiro foi considerada pouco promissora e apenas excepcionalmente posta em prática, sem registros históricos de domesticação pré-colonial (SICK, 1988). Por outro lado, o mesmo autor mencionou que a criação de perdizes no estado do Rio Grande do Sul tem apresentado bons resultados, podendo ser vantajosamente aplicados nos repovoamentos. Entretanto, escassos são os dados científicos que comprovem as pressuposições de antigos ornitólogos observadores destas espécies no seu ambiente natural, ou ratifiquem o sucesso atual da procriação de perdizes sul-americanas nos criatórios nacionais.

A perdiz possui coloração avermelhada misturada com amarelo-ferrugíneo e penas dorsais listradas de preto. Ela apresenta o maior porte de sua subfamília, em média 37,5 cm de altura, e seu pio é considerado inconfundível. SICK (1997) descreveu esta espécie com cabeça pequena, pescoço aparentemente longo e fino devido suas penas curtas, corpo volumoso, com a parte posterior mais alta pela plumagem cheia, rica em elementos de descamação epitelial. Pernas grossas e moles, onde a coloração do tarso pode ser diferenciada em espécies parecidas quanto ao padrão da plumagem. Pés com três dedos curtos relativamente fracos. ROSSI *et al.* (2005) relataram que o bico da perdiz em ambos os sexos é curvo, duro e com extremidade pontiaguda e com comprimento médio de 4,90 cm para as fêmeas e 4,80 cm para os machos.

Apesar da similaridade na nomenclatura popular, esta ave não possui qualquer parentesco com a perdiz européia (*Alectoris rufa*). Classificada como *Rhynchotus rufescens* (Tabela 1), a denominação “perdiz” é a mais corrente para a espécie no Brasil. Excepcionalmente, no Rio Grande do Sul, tal termo é reservado às codornas (*Nothura maculosa*), e a *R. rufescens* assume o nome de “perdigão”, sob influência castelhana (SICK, 1988). Este termo também é empregado para se referir ao macho

sexualmente maduro e ativo, enquanto os filhotes recém-nascidos são tratados por “perdigotos”. Na Tabela 1 encontra-se a classificação taxonômica desta ave.

Tabela 1. Classificação taxonômica da perdiz sul-americana (*Rhynchotus rufescens*).

Classe	Aves
Subclasse	Neornithes
Superordem	Paleognathae
Ordem	Tinamiformes
Família	Tinamidae
Subfamília	Nothurinae
Gênero	<i>Rhynchotus</i>
Espécie	<i>R. rufescens</i>

Fonte: PROAVES (2002).

As perdizes são mais ativas nas horas claras do dia. Por sua preferência a *habitats* úmidos, elas eram antigamente abundantes em regiões campestres, cerrados e buritizais, além dos planaltos descampados. Têm sido prejudicadas pelas queimadas de agosto em diante, quando iniciam a reprodução (SICK, 1988).

As fêmeas possuem pequeno órgão fálico que causa confundimento na sexagem dos indivíduos (SICK, 1997). Geralmente, distinguem-se somente por serem maiores e mais pesadas que os machos (MORO, 1991; THOLON *et al.*, 2001a), mas as medidas respectivas podem interpenetrar-se quando se comparam sexos opostos (SICK, 1997). CARNIO *et al.* (1999) encontraram ligeira vantagem das fêmeas no ganho de peso, ao estabelecer as curvas de desenvolvimento ponderal para cada sexo.

Os machos por sua vez possuem falo semelhante ao dos Ratitae, dos patos (*Anas platyrhynchos*) e dos jacus (*Penelope superciliaris*). Nos gêneros *Tinamus* (macucos) e *Rhynchotus* (perdizes), o mesmo é espiralado, lembrando o hemipênis dos Squamata (lagartos e cobras) sem ser, entretanto, bífido (SICK, 1997). Conforme o autor, tal estrutura permite a diferenciação visual do sexo em indivíduos adultos, principalmente na época de acasalamento.

A atividade reprodutiva das perdizes, tal qual em outras espécies de aves, é controlada por diversos estímulos ambientais que sincronizam as estações de reprodução com a época ótima do ano para a sobrevivência da prole.

A duração do dia regula as estações de reprodução aumentando a atividade sexual nos dias mais longos e diminuindo nos mais curtos. SICK (1988) detectou influência ponderável do fotoperiodismo à medida que as latitudes eram mais elevadas. O começo das chuvas, outro fator ambiental influente, provoca forte aumento de insetos, maior abundância de frutas, e posteriormente a maturação de sementes, beneficiando as aves conforme sua adaptação alimentar. As inundações, contudo, impossibilitaram a reprodução de espécies que nidificam no solo e, sendo sensíveis ao umedecimento do seu ninho, reproduziram na época seca do inverno. Na região central do Brasil, por exemplo, a reprodução de aves está em pleno desenvolvimento no mês de julho. Com frequência, verifica-se atividade reprodutiva durante seis a oito meses (MILLER, 1960), entre as espécies selvagens.

As perdizes no hemisfério Sul concentram sua reprodução nos dias mais longos do ano, entre os meses de setembro e fevereiro (THOLON *et al.*, 2001b). Nesta época, as fêmeas em vida livre põem 18-24 ovos enquanto os machos chocam-nos e cuidam da prole (SICK, 1988). Em cativeiro, ISAAC *et al.* (2001) caracterizaram o período de ovipostura de perdizes em três fases distintas, onde as fases inicial e final tiveram menor duração e produção de ovos, enquanto a fase intermediária apresentou-se mais longa e com mais ovos postos. Segundo CARNIO *et al.* (1999), no início da estação reprodutiva, quando ainda não havia o desenvolvimento físico total das fêmeas, houve produção de ovos mais pesados que nas fases consecutivas. Apesar da significativa correlação ($r=0,61$, $P<0,01$) entre o peso do perdigoto ao nascer e peso do ovo posto, esta atraente ferramenta na obtenção de animais maiores desde o nascimento tornou-se indesejável pois ocasionou a morte das matrizes por retenção de ovos (CARNIO *et al.*, 1999).

Além da estacionalidade reprodutiva, os resultados obtidos em cativeiro por HOSHIBA *et al.* (2002) evidenciaram influência do horário na ovipostura. A obtenção de ovos foi maior entre sete e oito horas da manhã (58,84 %), diminuindo até às 14 horas (11,12 %), e voltando a aumentar após as 15 horas (30,04 %). Segundo os autores, apenas 25 % desses ovos foram encontrados em ninhos, o que justificou a definição do

horário de maior ovipostura pelas perdizes, no intuito de intensificar a colheita de ovos, reduzindo as perdas e otimizando a utilização de mão-de-obra.

De hábitos solitários quando fora da estação reprodutiva, a perdiz como outros tinamídeos formam casais e estabelecem os limites de seus territórios durante as fases de pareamento, corte nupcial e cópula, embora a corte nem sempre seja evidente (MENEGHETTI, 1984). Algumas aves têm gônadas desenvolvidas durante vários meses, mas não necessariamente estão sempre a se acasalar. Por falta de controle individual na natureza, não se sabe quantas vezes muda-se a composição dos pares de perdiz numa mesma estação, nem sob quais circunstâncias (SICK, 1988b). E, por não haver dimorfismo sexual aparente, os indivíduos selecionariam seus parceiros por processo acústico.

Sendo os machos responsáveis nos cuidados com a prole, eles estabelecem seus territórios, elaboram os ninhos e atraem as fêmeas. EMLEN & ORING (1977), citados por MENEGHETTI (1988), constataram que os machos de perdiz são poligínicos simultâneos, pois cada um atraiu e copulou com mais de uma fêmea, as quais botaram num mesmo ninho. Com esse acúmulo de ovos, os machos foram estimulados a incubar e houve diminuição no tempo de exposição a predadores. Ainda, as fêmeas foram consideradas poliândricas seqüenciais, pois libertas da função de incubação, estas botaram uma série de ovos, mudaram de território e copularam com outro macho. Assim, há forte evidência de que o gênero *Rhynchotus* seja caracterizado como poligâmico ou promíscuo. De acordo com MENEGHETTI (1988), os machos enquanto incubavam, não copularam. E, após a eclosão dos ovos, os reprodutores cuidaram da prole por 13 dias, em ambiente cativo.

Independente das particularidades comportamentais que regem o sistema de acasalamento das perdizes, as várias funções do organismo dessas aves devem ser capazes de responder, de forma coordenada e apropriada, às diversas modificações físicas e químicas provenientes de dentro ou de fora do corpo.

Os hormônios, mensageiros químicos produzidos por glândulas endócrinas, mantêm relações de grande importância com o sistema neuro-humoral (tecido nervoso e corrente sanguínea), além de outros componentes orgânicos (enzimas,

vitaminas, minerais) que, por sua vez, estão subordinados, em grande parte, às influências externas. Considerando que na maioria das vezes, o tecido ou órgão-alvo encontra-se distante da glândula produtora, a principal via de transporte dos hormônios dá-se pela circulação sanguínea.

O conhecimento estrutural, bioquímico e farmacodinâmico dos hormônios reprodutivos das aves bem como sua aplicação no estudo da fisiologia reprodutiva de machos e fêmeas vem sendo obtido principalmente através do desenvolvimento de técnicas de radioimunoensaio. Estas descobertas levaram ao conseqüente aumento na compreensão da regulação endócrina de espermatogênese e do ciclo ovulatório (SHARP, 1980). Do sangue, colhido preferencialmente por punção vascular periférica, é obtido o plasma ou soro com o qual se realizam os ensaios laboratoriais de detecção e quantificação hormonal, devido sua relativa facilidade na obtenção e manipulação.

Foi por radioimunoensaio que DEGEN *et al.* (1994) detectaram aumento nas concentrações plasmáticas da gonadotrofina luteinizante (LH), tanto em machos quanto em fêmeas de avestruzes, 30 dias antecedentes ao início da estação reprodutiva até seu decréscimo precedendo o término da reprodução. Este resultado comprovou o importante papel do LH na fisiologia reprodutiva de ambos os sexos, mesmo com células-alvo e efeitos distintos. Há evidências de que o LH seja o único hormônio indutor da ovulação, pois se a liberação do LH for estimulada, ocorrerão ovulações prematuras. Contudo, se as liberações normais de LH forem bloqueadas, a ovulação falha (BURKE, 1988).

Nos machos, entretanto, a função testicular sofre influência gonadotrófica dupla. O crescimento testicular é estimulado tanto por LH como pelo hormônio folículo-estimulante (FSH), mas as gonadotrofinas têm diferentes células-alvo. No indivíduo em fase sexual inativa, os testículos encontram-se relativamente pequenos e a adenohipófise secreta somente escassa quantidade de hormônios gonadotróficos, tal qual em animais pré-púberes. Sob a influência da luz, a hipófise é estimulada e os níveis hormonais elevam-se na circulação sanguínea. O LH atua

sobre as células intersticiais de Leydig promovendo seu desenvolvimento e a produção de testosterona (STURKIE, 1986). Começam a crescer os túbulos dos testículos, por ação do FSH, e tem início a espermatogênese. Uma vez instalada a estação de acasalamento, os diferentes hormônios regulatórios da atividade reprodutiva trabalham interativa e simultaneamente na manutenção dos processos sexuais, através de retroalimentação positiva e/ou negativa.

Estradiol e testosterona apresentam papel primordial na fase pré-púbere das aves, por desenvolverem as características sexuais secundárias em fêmeas e machos, respectivamente. Mas sua síntese, secreção e regulação contribuem para as etapas reprodutivas ao longo da estação, e a escassez desses hormônios na circulação sanguínea determina o encerramento do ciclo. Em galos (*G. domesticus*), KUHN *et al.* (1996) encontraram níveis de testosterona plasmática significativamente maiores que em fêmeas, já a partir da terceira semana de idade.

Apesar das concentrações de testosterona não terem sido afetadas por mudanças climáticas inesperadas no México, WINGFIELD *et al.* (1999) relataram o fracasso na reprodução de patolas-de-pés-azuis (*Sula nebouxii*), uma ave pelecaniforme. Neste estudo, indivíduos de ambos os sexos apresentaram doses hormonais semelhantes durante o período avaliado.

O estradiol, como outros estrógenos, é hormônio esteróide produzido principalmente pelos folículos ovarianos nas fêmeas, e pela aromatização periférica da testosterona nos machos. Embora este hormônio não tenha importância direta na fisiologia reprodutiva dos machos, STURKIE (1986) observou que o estradiol deprimiu a pressão sanguínea de galos adultos, interferindo na oxigenação e nutrição das células testiculares. Tal influência também afetaria a reprodução nas fêmeas. Em ambos os sexos, o estradiol é secretado por estímulo gonadotrófico e regulado através de feedback negativo.

A progesterona, por sua vez, é hormônio esteróide, mas do grupo dos progestágenos, produzido pelas gônadas e pela córtex adrenal, a partir do colesterol. Aparentemente insignificante nos machos, favorece nas fêmeas o desenvolvimento

inicial embrionário até a oviposição, onde tem função imunodepressiva, tal qual a gestação em mamíferos. A progesterona também aumenta a temperatura corpórea basal.

Entre as perdizes (*R. rufescens*) geralmente ocorrem duas ou três oviposturas consecutivas; depois o casal cessa os acasalamentos e entra em choco. Todavia, SICK (1988) não identificou clara separação entre as atividades reprodutivas e do choco nesta espécie.

O choco é o comportamento de incubação das aves. Indispensável à sobrevivência da maioria das espécies de aves selvagens, esse comportamento torna-se indesejável nas unidades de criação intensiva de aves. Quando as fêmeas entram no choco, seus ovários regridem e a produção de ovos cessa (BURKE, 1988). Para interromper este processo, os métodos convencionalmente utilizados em galinhas poedeiras comerciais consistem em utilização de drogas, como a progesterona e o acetato de clormazidona, modificação na concentração de determinados íons da ração, por exemplo, cálcio e fósforo, e métodos de manejo, os mais utilizados na prática, com grande variedade deles (LLOBET *et al.*, 1989, citados por GARCIA *et al.*, 2001). Entretanto, para as perdizes é o macho que se encarrega de incubar e cuidar dos filhotes. Ele cava o ninho na terra forrando-o com palhas secas.

O tempo de incubação é de 19 a 21 dias (SICK, 1988). Quando o perdigão se ausenta, cobre o ninho cuidadosamente com folhas ou penas, camuflando-o e ocultando assim os ovos. Após a eclosão dos ovos na natureza, os perdigotos abandonam o ninho sob a guarda do pai, que abriga a prole sob as asas e que, ao defendê-la, arrosta até mesmo o homem. Nos primeiros dias o pai captura artrópodes pequenos colocando-os diante do perdigoto. O fato excepcional de encontrar-se uma fêmea junto a filhotes pode evidenciar a perda do pai por ataque de predador ou enfermidade letal (SICK, 1988). Já em condições de cativeiro, onde a incubação costuma ser artificial, foram obtidos 71% de fertilidade, mas somente 54% destes ovos eclodiram (THOLON *et al.*, 2001c).

Em qualquer instante do ciclo biológico, as aves podem sentir as variações do meio-ambiente em que vivem sendo induzidas ao estado de estresse, com subsequente

liberação sanguínea de hormônios adrenocorticosteróides e alterações no número de células leucocitárias (STURKIE, 1986). FRIEND (1991) relata que os animais em geral estão sujeitos a ampla variedade de fatores estressantes, exógenos ou endógenos. Todavia, o interesse pelo estudo de fatores psicológicos ou comportamentais tem aumentado no meio científico devido sua ligação com a área do bem-estar animal. Interessantes também são as respostas comportamentais e a habilidade dos animais em lidar com estresse agudo e crônico. Sabe-se, por exemplo, que a perdiz enquanto choca, abre as asas em situações de susto, sai do ninho e solta um trinado fingindo estar ferida. Desta maneira, atrai para si o predador e o afasta dos ovos (SICK, 1988).

SELYE (1973) formulou a teoria do estresse conhecida como “síndrome geral da adaptação”. Esta síndrome, mediante diversos fatores estressantes, foi caracterizada em três estágios consecutivos. Primeiramente, ocorre a reação do animal, chamada de alerta, com rápido aumento secretório de glicocorticosteróides, seguido do esgotamento de seus depósitos glandulares, caracterizando o estado de choque. Permanecendo a fonte do estresse, instala-se o estágio de resistência, com desenvolvimento da adaptação, onde a córtex da adrenal recuperaria seu estoque de corticóides. Por fim, há o estágio de exaustão, com novo esgotamento das reservas de glicocorticóides e conseqüente perda da adaptação. A taxa secretória de glicocorticóides durante o segundo estágio seria dependente da severidade do fator estressante, e do tempo que o mesmo foi tolerado pelo organismo.

A progesterona foi identificada como precursor muito importante dos corticosteróides nas adrenais de *G. domesticus* (galos) e *A. platyrhynchos* (patos) (STURKIE, 1986). Após reações bioquímicas, a corticosterona pareceu ser o principal hormônio adrenocortical em aves, répteis e alguns mamíferos. Este glicocorticóide é produzido pelas glândulas adrenais, sob estímulo do ACTH e está relacionado ao metabolismo de carboidratos e lipídeos além do metabolismo salino e hídrico, aumentando diretamente o fluxo de urina e o consumo de água, e diminuindo significativamente a excreção de sódio e potássio, o que afetaria a homeostase celular dos diversos tecidos, incluindo o sistema reprodutório de machos e fêmeas. Também foi constatada por este autor a diminuição do peso e do tamanho da glândula adrenal,

mediante aplicação de corticosterona exógena, com conseqüente atrofia gonadal em machos, e surgimento de características masculinizadas em galinhas, afetando o ciclo reprodutivo em pombos (*Columba lívia*) e frangos (*G. domesticus*).

CARNIO *et al.* (1999) obtiveram apenas 49,26% de fertilidade em machos de perdizes criados em cativeiro. Apesar de não ter sido comprovado, houve forte indicação de que o estresse que afetou a reprodução desses animais foi causado pelas condições de criação, estando a espécie ainda em processo de domesticação.

Segundo FRIEND (1991), um dos mais desafiadores aspectos na pesquisa com estresse comportamental tem sido a distinção entre estímulos físicos e psicológicos. Um fator preponderante no estresse psicológico seria a habilidade do animal em controlar ou prever estímulos estressantes. Os animais tendem a se estressar menos quando prevêm o estímulo, e, embora os indivíduos inicialmente demonstrem sinais de estresse agudo, eles podem se adaptar ou aprender a lidar com muitas condições estressantes.

OBJETIVOS GERAIS

O presente estudo teve como objetivos:

- determinar as concentrações plasmáticas dos hormônios relacionados à reprodução (estradiol, progesterona, prolactina e testosterona) para *Rhynchotus rufescens*, durante e após a estação reprodutiva;
- determinar as concentrações plasmáticas do hormônio ligado ao estresse (corticosterona) para *Rhynchotus rufescens*, durante e após a estação reprodutiva;
- avaliar as características de desempenho reprodutivo (produção de ovos e taxa de fertilidade);
- avaliar a característica de adaptação ao cativeiro, tempo de permanência em imobilidade tônica, fora da estação reprodutiva;
- e estabelecer a associação das variações hormonais com características de desempenho reprodutivo e de adaptação ao cativeiro.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, M.A.. *Lista de Campo das Aves do Brasil*. Fundação Acangaú, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil. 1995. 87p. In: SCHULZ NETO, A. *Observando Aves no Parque Nacional Marinho de Fernando de Noronha: Guia de Campo*. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, Brasília, Distrito Federal, Brasil. 1995. 34 p.

ARTONI, S.M.B. Características morfológicas do sistema genital masculino de perdiz *Rhynchotus rufescens*. 2001. 100 p. Tese (livre docência) –Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2001.

BOCK, W.J.; FARRAND, J.Jr. *The Number of Species and Genera of Recent Birds: A Contribution to Comparative Systematics*. American Museum of Natural History, New York, USA. n. 2703, 1980. 29 p.

BURKE, W.H. Reprodução das aves. In: SWENSON, M. J. *Dukes: Fisiologia dos Animais Domésticos*. 10ª edição. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1988. p.731-743.

CARNIO, A.; MORO, M.E.G.; GIANNONI, M.L.. Estudos para a criação e reprodução em cativeiro da ave silvestre, *Rhynchotus rufescens* (Tinamiformes), com potencial para exploração zootécnica. *Ars Veterinária*, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, UNESP, Campus de Jaboticabal, Jaboticabal, São Paulo, Brasil, v.15, n.2, p.140-143. Agosto de 1999. ISSN 0102-6380.

COOPER, A. *et al.* Complete mitochondrial genome sequences of two extinct moas clarify ratite evolution. *Nature*, [S.l.], v. 409, n.6821, p.704-707, 2001.

DEGEN, A.A.; ROSENSTRAUCH, A.; WEIL, S. *et al.* Seasonal plasma levels of luteinizing and steroid hormones in male and female domestic ostriches (*Struthio*

camelus). *General and Comparative Endocrinology*, Academic Press, Inc., v.93, p.21-27, 1994.

DREYER, D. Fauna ameaçada. *Portal Educacional*. Disponível em: <http://www.educacional.com.br/noticiacomentada/030605_not01.asp>. 05 de junho de 2003. Acessado em: 24 de novembro de 2005.

EMLLEN, S.T.; ORING, L.W.. Ecology, sexual selection and the evolution of mating systems. *Science*, New York, New York, USA, v.197, p.215-223. 1977. In: MENEGHETTI, J.A.. Razão de sexo e considerações sobre o sistema de acasalamento em *Nothura maculosa* (Temminck, 1815) (Aves, Tinamidae). *Revista Brasileira de Zoologia*, Museu de Ciências Naturais da Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil, v.5, n.3, p.427-440. 15 de setembro de 1988.

FRIEND, T.H.. Symposium: response of animals to stress. Behavioral aspects of stress. *Journal of Dairy Science*, v.74, p.292-303. 1991

GARCIA, E.S.; MENDES, A.A.; PIZZOLANTE, C.C. et al.. Alterações morfológicas e desempenho de codornas poedeiras tratadas com diferentes programas de alimentação no período de repouso, da muda forçada. *Revista Brasileira de Ciência Avícola*, Campinas, São Paulo, Brasil, v.3, n.3, setembro-dezembro de 2001. ISSN 1516-635X.

GESISKY, J. Número de aves de rapina na lista dos ameaçados pode aumentar. *Notícias Ambientais*. Disponível em: <http://www.ibama.gov.br/novo_ibama/paginas/materia.php?id_arq=2473>. 02 de março de 2005. Acessado em: 24 de novembro de 2005.

HOSHIBA, M.A.; THOLON, P.; TANAKA, A.L. et al. Horário e local de postura de perdizes (*Rhynchotus rufescens*) em cativeiro, *I Simpósio de Genética de Aves Neotropicais*, São Carlos, 2002.

IBGE. *Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística*. 2006. Disponível em: <http://www.ibge.org.br/home/geociencias/cartografia/default_territ_area.shtm?c=5>.

Acessado em: 30 de janeiro de 2006.

ISAAC, F.L. *et al.* Fatores que afetam a reprodução de perdizes *Rhynchotus rufescens* em cativeiro. In: XIII Congresso de Iniciação Científica da Universidade Estadual Paulista: Ciências Biológicas, 2001, Bauru. *Resumos...* Bauru: Universidade Estadual Paulista, 2001. p.321.

KUHN, E.R.; DARRAS, V.M.; GYSEMANS, C. *et al.* The use of intermittent lighting in broiler raising. 2. effects on the somatotrophic and thyroid axes and on plasma testosterone levels. *Poultry Science*, Poultry Science Association, Inc., v.75, p.595-600, 1996.

MENEGHETTI, J.O. Acasalamento em *Nothura maculosa* (Temminck, 1815) (Aves, Tinamidae) duração, período, magnitude e sua variação. *Iheríngia – Série Zoológica*, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil, v.64, p.3-14. 25 de junho de 1984.

MENEGHETTI, J.O. Razão de sexo e considerações sobre o sistema de acasalamento em *Nothura maculosa* (Temminck, 1815) (Aves, Tinamidae). *Revista Brasileira de Zoologia*, Museu de Ciências Naturais da Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil, v.5, n.3, p.427-440. 15 de setembro de 1988.

MILLER, A.H. Adaptation of breeding schedule to latitude. In: XII International Ornithology Congress, 1958, Helsinki. *Proceedings...* Helsinki: [s.n.], 1960. p.513-522.

MORO, M.E.G. Citogenética e alguns aspectos produtivos da *Rhynchotus rufescens* – perdiz (aves: Tinamidae). 1991. 97 p. *Dissertação (Mestrado em Zootecnia, Área de*

concentração em Melhoramento Genético Animal) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, 1991.

MORO, M.E.G.; ARIKI, J.; SOUZA, P.A. *et al.*. Rendimento de carcaça e composição química da carne da perdiz nativa (*Rhynchotus rufescens*). *Ciência Rural*, Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil, v.36, n.1, p.258-262. Janeiro-fevereiro de 2006. ISSN 0103-8478.

PROAVES. *Associação Brasileira para Conservação das Aves*. 2002. Disponível em: <<http://www.proaves.org.br>>. Acessado em: 25 de Março de 2002.

ROSSI, J.R.; ARTONI, S.M.B.; OLIVEIRA, D. *et al.*. Morphology of beak and tongue of partridge *Rhynchotus rufescens*. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.35, p.1098-1102, 2005.

SCHAUENSEE, R.M.; MACK, A.L.. *A Guide to the Birds of South America*. Ed. Oliver and Boyd, Intercollegiate Press, Edinburgh. 1982.

SCHULZ NETO, A. *Observando Aves no Parque Nacional Marinho de Fernando de Noronha: Guia de Campo*. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, Brasília, Distrito Federal, Brasil. 1995. 34 p.

SELYE, H. The evolution of the stress concept. *American Scientist*, v.61, n.6, p.692-699, 1973.

SHARP, P.J. Female reproduction. In: EPPLE, A.; STETSON, M.H. *Avian Endocrinology*, New York: Academic, 1980.

SIBLEY, C.G.; AHLQUIST, J.; MONROE, B.L.Jr. A classification of the living birds of the world based on DNA-DNA hybridization studies. *Auk*, [S.l.: s.n.], v.105, p.409-423, 1988.

SICK, H. Ordem tinamiformes. *Ornitologia Brasileira*. Nova Fronteira, Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil, p. 153-167. 1997. ISBN 85-209-0816-0

SICK, H. Biologia. In: *Ornitologia Brasileira: Uma Introdução*. 3ª edição. Brasília: Universidade de Brasília, 1988. v.1, p.43-64.

STURKIE, P.D. Body fluids: blood. In: Sturkie, P.D. *Avian Physiology*. Springer, New York, 5ª edição, p.102-121. 1986.

THOLON, P. *et al.* Curvas de crescimento ajustadas por polinômios segmentados para perdizes (*Rhynchotus rufescens*) criadas em cativeiro. 38ª. Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2001, Piracicaba. *Anais...* [S.l.: s.n.]. 2001a, p.643-644.

THOLON, P. *et al.* Estimativas de correlação entre características reprodutivas de perdizes (*Rhynchotus rufescens*) criadas em cativeiro. In: 38ª. Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2001, Piracicaba. *Anais...* [S.l.: s.n.]. 2001b, p.690-691.

THOLON, P. *et al.* Estimativas de correlação entre peso ao nascimento e peso e dimensões do ovo de perdizes (*Rhynchotus rufescens*) criadas em cativeiro. In: Conferência APINCO 2001 de Ciência e Tecnologia Avícolas, 2001, Campinas. *Revista...* Campinas: APINCO, suplemento 3. 2001c. p.67.

VAN TUINEN, M.; SIBLEY, C.G.; HEDGES, S.B. The early history of modern birds inferred from DNA sequences of nuclear and mitochondrial ribosomal genes. *Molecular Biology and Evolution*, v.17, n.3, p.451-457. 2000.

WINGFIELD, J.C.; FERNANDEZ, G.R.; MORA, A.N. *et al.* The effects an “El Niño” southern oscillation event on reproduction in male and female blue-footed boobies, *Sula*

nebouxii. *General and Comparative Endocrinology*. Academic Press, Inc., v.114, p.163-172, 1999.

CAPÍTULO 2 - VARIAÇÕES HORMONAIS E DESEMPENHO REPRODUTIVO DE FÊMEAS DE PERDIZES (*Rhynchotus rufescens*) EM CATIVEIRO

RESUMO

As perdizes *Rhynchotus rufescens* apresentam grande potencial para a produção de carne. Entretanto, a domesticação desta espécie requer o conhecimento de sua fisiologia reprodutiva. O presente estudo teve como objetivo quantificar as concentrações plasmáticas de estradiol, progesterona, testosterona, prolactina e corticosterona e associá-los à produção de ovos. Foram alojados 27 casais entre outubro-2002 e dezembro-2003 em um galpão avícola convencional, dentro de boxes com 2,0x1,0x2,1 m. Água e alimentação foram fornecidas *ad libitum*. De cada fêmea, foram colhidos cerca de 2,0 mL de sangue pela punção da veia braquial, a intervalos quinzenais durante a época de reprodução (outubro-2002 a junho-2003) e mensais fora da estação (julho-2003 a dezembro-2003). As concentrações médias plasmáticas foram $0,142 \pm 0,218$ ng/mL; $0,690 \pm 2,090$ ng/mL; $7,160 \pm 2,200$ ng/mL; $0,166 \pm 0,172$ ng/mL and $574,100 \pm 350,500$ ng/mL, para estradiol, progesterona, prolactina, testosterona e corticosterona, respectivamente. Os resultados apresentaram aumento para estradiol com o início da estação reprodutiva, e um pico precedendo o máximo de produção de ovos. As concentrações de prolactina se elevaram quando a estação iniciou e se mantiveram altas até o fim da reprodução, quando decresceram novamente. A corticosterona apresentou variação similar ao da prolactina durante a estação reprodutiva, mas atingiu os maiores valores em junho e julho. Testosterona e progesterona tiveram grande variação, observada pelos altos desvios-padrão, e nenhum efeito foi significativo ($P > 0,05$). As fêmeas de baixa produção de ovos apresentaram as maiores concentrações de progesterona and corticosterona e as menores de estradiol. Por outro lado, as mais produtivas tiveram os menores valores de prolactina.

PALAVRAS-CHAVE

Estradiol, progesterona, testosterona, prolactina, corticosterona, tinamídeo

ABSTRACT

Rhynchotus rufescens has great potential to meat production. However, the domestication of this specie requires the knowledge of the reproductive physiology of this bird. This study aimed to quantify the plasma concentration of the hormones testosterone, estradiol, progesterone, prolactin and corticosterone and to relate them to egg production. The experiment was carried out on 27 breeding female partridges from October-2002 to June-2003. The couples (one sire and one dam) were kept in an avian barn, inside reproductive places measuring 2.0 x 1.0 x 2.0 m. Feed and water were ad libitum. Blood samples of 2.0 ml were collected, via brachial vein puncture, from each female, two times per month during reproduction season (OCT-APR) and monthly after that (MAY-JUN). Females presented means equal to 0.142±0.218 ng/mL; 0.690±2.090 ng/mL; 7.160±2.200 ng/mL; 0.166±0.172 ng/mL and 574.100±350.500 ng/mL, respectively, to estradiol, progesterone, prolactin, testosterone and corticosterone hormones levels. Results showed an increase in estradiol levels in the beginning of the breeding season and a clear peak in the level of this hormone preceding the peak of egg production. Prolactin levels raised as the reproductive season began and kept constant till its end, and then decreased. Corticosterone levels showed similar trend to prolactin during the breeding season, but increased to its highest levels in June and July. Testosterone and progesterone levels showed high standard errors and no pattern could be associated to their trend. The number of eggs laid could be associated to the levels of estradiol, progesterone and corticosterone. Females those laid few eggs showed higher levels of progesterone and corticosterone and lower levels of estradiol. The more productive females presented lower levels of prolactin.

KEYWORDS

Estradiol, progesterone, testosterone, prolactin, corticosterone, tinamou

INTRODUÇÃO

As premissas da avicultura de postura se fundamentam em métodos de criação dirigidos a eliminar o instinto de incubar e à obtenção de aves com melhores qualidades como poedeiras, assim como no controle do início, desempenho e duração da postura, utilizando técnicas de alimentação e luz programadas (SMIDT & ELLENDORFF, 1972b), bem como, seleções e cruzamentos entre os indivíduos mais promissores.

Durante a estação reprodutiva, a fêmea produz diversos ovos aptos à incubação, e a cada ovulação, uma série de reações bioquímicas ocorre no organismo da ave regulando seu estado reprodutivo. Quando ocorre a postura do ovo fecundado, ele contém um embrião na fase de gástrula (BURKE, 1988).

O aumento da secreção de progesterona, testosterona e estradiol ocorre durante cada ciclo ovulatório e ao mesmo tempo da onda de hormônio luteinizante (LH). Em avestruz (*Struthio camelus*), as concentrações plasmáticas de LH aumentam um mês antes do período de postura e diminuem após o encerramento da estação reprodutiva (DEGEN *et al.*, 1994).

Nas fêmeas desta espécie, as concentrações plasmáticas de estradiol atingiram níveis máximos após 60 dias do início da estação reprodutiva, cuja duração foi de sete meses, mas, os autores verificaram níveis elevados em quase todo período. Enquanto uma onda de estradiol pré-ovulatório é essencial para induzir a liberação de LH na maioria dos mamíferos, tal influência não foi comprovada nas aves. Ao contrário, a secreção de estradiol pelas células da teca de pequenos folículos ovarianos é concentração-dependente dos níveis circulantes de LH em codornas (CHEN *et al.*, 1999).

A onda de progesterona quatro a sete horas antes da ovulação nas aves é essencial para a indução da liberação de LH, ao passo que a progesterona em geral bloqueia a liberação de LH na maioria dos mamíferos. A progesterona estimula, nitidamente, a liberação de LH nas aves e este, de maneira semelhante, induz a produção e a liberação de progesterona pelas células da granulosa de galinhas (*Gallus gallus domesticus*). Assim, no período pré-ovulatório, observam-se níveis crescentes de

ambos os hormônios, embora haja uma discreta persistência na duração da onda de progesterona em relação à onda de LH (YANG *et al.*, 1997), e pode-se visualizar uma cascata desses hormônios com um pequeno aumento no LH causando elevação dos níveis sanguíneos de progesterona que, por sua vez, estimulam a liberação de mais LH. Por fim, nas horas imediatamente anteriores à ovulação, os níveis desses hormônios caem. O mecanismo que determina a cessação da onda de LH e os níveis de progesterona é pouco conhecido. Altos níveis de progesterona podem inibir a liberação de LH e isso pode ser o sinal que interrompe a onda de LH.

A testosterona também exerce um *feedback* positivo sobre o sistema hipotalâmico-hipofisário-gonadal, provocando liberação de LH e, ainda, bloqueia a produção de gonadotrofinas em níveis elevados. Assim, a testosterona também pode ser um fator regulador fundamental do LH no ciclo ovulatório das aves.

Vários ensaios mostraram aumento nos níveis de prolactina durante o período no ciclo ovulatório em que os níveis de LH, progesterona, testosterona e estradiol são decrescentes. Outros estudos mostraram que prolactina originária de mamíferos administrada exogenamente bloqueia a ovulação induzida pelo LH em galinhas e a esteroidogênese induzida pelo hormônio folículo-estimulante (FSH) e LH na perua, sugerindo uma possível participação da prolactina no ciclo ovulatório. Os níveis de prolactina aumentam e servem como um mecanismo de desativação da cascata de hormônio esteróide e LH pré-ovulatória (BURKE, 1988).

Níveis séricos elevados de prolactina e baixos de LH, estradiol e progesterona precedem os sinais comportamentais do choco em alguns dias, indicando que as funções hipofisária e ovariana estão diminuindo, antes que o choco evidencie-se. Visto que os sinais comportamentais do choco seguem-se a alterações funcionais internas, não é possível evitar as alterações endócrinas com as técnicas correntes de controle do choco, mas é possível revertê-las depois que estão encaminhadas. Se for permitido que o choco persista por alguns dias antes que o tratamento comece, irá instalar-se regressão ovariana, e várias semanas podem se passar antes que a ovulação recomece. Níveis circulantes elevados de prolactina precedem o choco e esses níveis caem de maneira acentuada quando as técnicas de manejo para tratar o choco são

aplicadas. Tanto em aves quanto em mamíferos há duas substâncias cerebrais, serotonina e hormônio liberador de tireotrofina (TRH), que estimulam a liberação de prolactina a partir da hipófise. Parece que a liberação da prolactina aviária requer um estímulo positivo, mais do que a remoção de um estímulo inibidor, como nos mamíferos (BURKE, 1988).

O manejo de retirada dos ovos após a ovipostura pode atrasar a elevação de prolactina, pois desta maneira fica diminuído o estímulo neural que provoca secreção de prolactina. A hipófise de aves chocas continha concentração em prolactina mais alta quando comparada às não-chocas, justificando a ausência de postura em galinhas chocas. Através de seleção, a característica foi alterada, formando linhagens que não chocavam, cujas aves apresentavam hipófises com metade da atividade prolactínica detectada nas linhagens que chocavam (SMIDT & ELLENDORFF, 1972a).

Sob condições de estresse, as aves apresentaram como resposta corporal uma série de alterações metabólicas e hormonais, a fim de se adaptarem às agressões do meio, requerendo da alimentação nutrientes essenciais ao crescimento ordenado, formação de penas, maturidade sexual em tempo adequado e manutenção da produção, ocasionando, com muita frequência, desenvolvimento desordenado, artrite, baixa produção, ausência de pico de postura, imunossupressão pela diminuição do número de células linfocitárias e alteração no tamanho dos órgãos linfóides (COSTA, 1994).

OBJETIVOS

O presente estudo teve por objetivos:

- detectar e quantificar as concentrações plasmáticas de estradiol, progesterona, testosterona e prolactina, em fêmeas de *Rhynchotus rufescens* durante a estação reprodutiva 2002-2003;
- detectar e quantificar as concentrações plasmáticas de corticosterona, em fêmeas de *Rhynchotus rufescens* durante a estação reprodutiva 2002-2003;

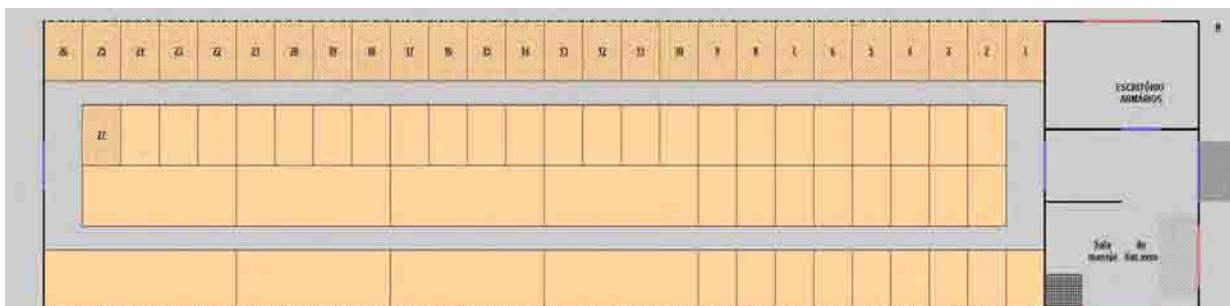
- avaliar o desempenho reprodutivo em fêmeas de *Rhynchotus rufescens* em cativeiro, através da característica produção de ovos, durante a estação reprodutiva 2002-2003;

- e estabelecer a associação das variações hormonais e da produção de ovos em cativeiro, durante a estação reprodutiva 2002-2003.

MATERIAL E MÉTODOS

INSTALAÇÕES E MANEJO GERAL

A colheita de dados e material biológico foi conduzida no setor de animais silvestres do Departamento de Zootecnia da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da Universidade Estadual Paulista (UNESP), câmpus de Jaboticabal, localizado a 21° Sul de latitude, 48° Oeste de longitude e 595 m de altitude. Foram alojados 27 casais de perdizes (*Rhynchotus rufescens*) em um galpão avícola convencional. Este aviário está disposto em sentido leste-oeste e é de alvenaria coberto por telhas de amianto e protegido, nas laterais, por cortinas de plástico. Seu interior é dividido em boxes cercados por tela de arame, de dimensões de 2,0x1,0x2,1 m (Figura 1). Seu piso é concretado e foi coberto com cama de feno de gramínea (*Cynodon dactylon*). Foram utilizados machos e fêmeas em primeiro e segundo ciclos reprodutivos, mas todos já sexualmente maduros. Os animais receberam ração de postura peletizada à base de farelo de soja e milho, fornecida *ad libitum* (MORO, 1996), contendo 15% de proteína bruta e 2.800 kcal/kg de energia metabolizável. O fornecimento de água também foi *ad libitum*, em bebedouros automáticos pendulares.



NOTA: Os boxes utilizados no experimento estão numerados de 1 a 27.

Figura 1. Disposição esquemática dos boxes de reprodução de *Rhynchotus rufescens*, dentro do galpão avícola convencional.

No manejo sanitário incluíram-se práticas de checagem anual de infestações por endo e ectoparasitos, administrando medicação somente quando necessário, e a troca da cama a cada dois meses, ou quando houve necessidade. Não foi utilizada qualquer vacina, pois esta espécie apresenta-se resistente às enfermidades de maior incidência na avicultura tradicional (SOUZA *et al.*, 1999). Os animais permaneceram no galpão isolados de outras aves selvagens, minimizando a transmissão de enfermidades.

Após o alojamento de um casal por box em julho-2002, os animais foram individualmente pesados a cada quinze dias, para adaptação ao manejo de colheita sanguínea. As perdizes foram mantidas sob manejo de luz, inicialmente de 13 horas diárias de claro em agosto-2002, até atingir 16 horas de fotoperíodo em outubro-2002, época do máximo de postura conforme ISAAC *et al.* (2001), e mantendo constante durante a estação reprodutiva em avaliação. O manejo de luz no criatório de perdizes foi implantado com o intuito de controlar as variações de duração do período claro dos dias. Os acasalamentos ocorreram por monta natural e a colheita de ovos foi realizada seis vezes ao dia. Os ovos foram identificados com etiquetas adesivas, contendo o número da família e o número de ordem do ovo, garantindo a informação genealógica

dos indivíduos. Também foram colhidas informações para posterior determinação e análise da produção de ovos, temperatura média e umidade relativa do ar.

Não foi realizado o armazenamento dos ovos e estes foram, então, incubados no mesmo dia de sua postura. Os ovos permaneceram até o 16º dia, a 37,5 °C e 60% de umidade relativa do ar, em incubadoras com giro automático sendo depois transferidos para o nascedouro por mais quatro dias, aproximadamente, a 37,5 °C e 70% UR (NAKAGE *et al.*, 2001). Após a eclosão, os perdigotos foram pesados e identificados com anilha provisória, de maneira a permitir a continuidade do controle da genealogia (THOLON *et al.*, 2001b).

COLHEITA DE MATERIAL BIOLÓGICO

O experimento durou 17 meses, entre julho-2002 e dezembro-2003. Foram colhidas amostras sanguíneas de, aproximadamente, 2,0 mL, através da punção da veia braquial, com seringa descartável heparinizada de 3 ml e agulhas 25x7 mm, de cada uma das 27 fêmeas, a cada 15 dias durante a época de postura (outubro-2002 a junho-2003), e mensalmente, fora da estação reprodutiva (julho-2003 a dezembro-2003). As colheitas tinham início às 05:00h da manhã, e se encerravam por volta das 13:00h. Buscou-se variar aleatoriamente a ordem em que os indivíduos foram manipulados durante as colheitas de sangue, e cada indivíduo foi pesado antes de ser recolocado no respectivo box. Em cada colheita, as amostras foram mantidas resfriadas, em gelo, até sua centrifugação, a 2.000 rpm por cinco minutos. O plasma obtido foi separado, congelado a -20 °C e armazenado.

ANÁLISES LABORATORIAIS

As dosagens de estradiol, progesterona e corticosterona foram efetuadas por radioimunoensaio, com o uso de kits comerciais com duplo anticorpo (ICN Pharmaceuticals Inc.). Os ensaios foram realizados no Laboratório de Radioimunoensaio do Departamento de Morfologia e Fisiologia Animal da FCAV/UNESP/Câmpus de Jaboticabal, e foram adotados os procedimentos

recomendados pelo fabricante. Os coeficientes de variação inter e intra-ensaio foram, respectivamente, 116,73 % e 43,96 % para estradiol, 88,62 % e 35,73 % para progesterona, e 137,92 % e 35,70 % para corticosterona. Os testes com prolactina e testosterona foram realizados no laboratório de neuroendocrinologia da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, USP, com kit reagente e protocolo de procedimento previamente padronizado.

ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Neste experimento foi empregado o delineamento inteiramente casualizado com medidas repetidas no tempo. Com o intuito de verificar a distribuição das concentrações hormonais, os dados foram previamente submetidos a testes de normalidade não sendo constatada distribuição normal para nenhuma dosagem hormonal. Assim sendo, as dosagens de hormônios passaram por transformação matemática, para se aproximarem da distribuição normal, e ao processamento das análises estatísticas. Os dados das dosagens dos hormônios estradiol, progesterona, testosterona e corticosterona sofreram transformação logarítmica de base dez, enquanto a prolactina necessitou de transformação radicial quadrática. A partir disso, as medidas foram analisadas, pelo método dos quadrados mínimos, conforme o modelo estatístico:

$$Y_{ijkl} = \mu + C_i + M_j + AC_{ki} + CM_{ij} + e_{ijkl}, \quad \text{em que:}$$

Y_{ijkl} = concentração plasmática do hormônio avaliado;

μ = média geral para o hormônio avaliado;

C_i = efeito fixo da classe de produção de ovos, em que $i = 1, 2, \text{ e } 3$;

M_j = efeito fixo do mês de colheita sanguínea, em que $j = 1, 2, \dots, \text{ e } 13$;

AC_{ki} = efeito aninhado de ave dentro de classe, em que $k = 1, 2, \dots, \text{ e } 27$;

CM_{ij} = efeito de interação entre classe e mês;

e_{ijkl} = erro aleatório pressuposto normal e independentemente distribuído com $\mu = 0$ e variância = σ_e^2 .

O efeito do mês da colheita do sangue foi testado para identificar a variação hormonal durante o período, pois segundo ZAR (1999), em todo experimento com medidas repetidas no tempo presume-se haver correlações entre essas repetições dentro de cada unidade experimental.

As fêmeas de perdizes que, entre outubro-2002 e junho-2003, não botaram ou botaram somente um ovo foram excluídas da curva de produção de ovos e suas concentrações hormonais foram desconsideradas nas análises estatísticas.

A produção de ovos das demais fêmeas foi classificada em baixa, média e alta produção. Aves de baixa produção botaram entre dois e 12 ovos, as de média produção botaram entre 13 e 34 ovos, e as de alta produção, entre 35 e 52 ovos. As aves foram agrupadas de forma que em cada classe houvesse sete, oito e sete fêmeas, respectivamente.

A característica produção mensal de ovos (PO) foi escolhida para indicar o desempenho reprodutivo das fêmeas de perdizes.

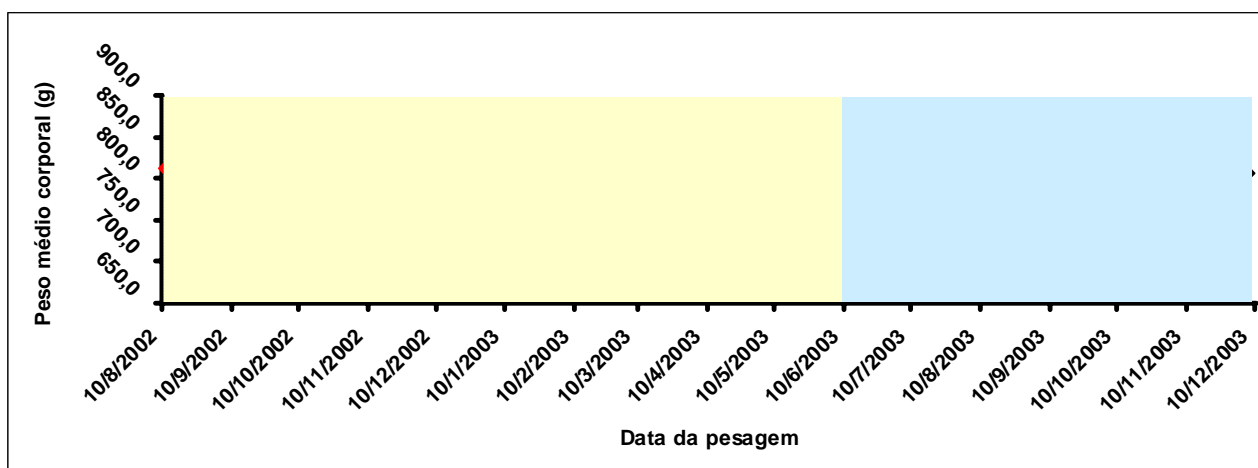
Para as análises de variância foi incluído o efeito de ave aninhado em classe de produção de ovos, e utilizado como resíduo para testar o efeito de classe de produção de ovos.

Em algumas situações a análise de variância ficou inviabilizada por não ter suas premissas garantidas. Segundo SAMPAIO (2002), geralmente essas situações se denunciam por apresentarem coeficientes de variação muito altos. Aliada à elevação do coeficiente de variação, foi possível perceber que a distribuição de frequência das variáveis que demandaram transformação não era normal. A transformação das variáveis objetivou não só normalizar as respostas, mas também homogeneizar as variâncias dos grupos experimentais. Embora a análise estatística tenha sido feita com os dados transformados, as médias apresentadas contemplaram os dados reais.

As médias hormonais e seus respectivos erros-padrão, obtidas pelo método dos quadrados mínimos (LSMEANS do SAS® 1999), foram comparadas pelo teste de Tukey-Kramer, com nível de significância fixado em 5 %.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O fotoperíodo não foi o único fator controlador da reprodução em perdizes. Com a implantação do programa de luz neste experimento e a fixação da quantidade diária de luz fornecida às aves, esperava-se produção de ovos mais uniforme, mas que não foi o encontrado. Ao contrário, a grande variação hormonal e produtiva observada no decorrer dos meses foi influenciada também pela variação sazonal de temperatura ambiental e umidade relativa do ar, semelhante a TANAKA *et al.* (2002), que verificaram efeito significativo do mês avaliado sobre a produção diária de ovos das perdizes, que produziram mais ovos enquanto a temperatura localizava-se entre 24 e 28 °C e a umidade do ar, entre 67,5 e 73,0 %. Esses fatores favoreceram o conforto dos animais, que direcionaram seu metabolismo à reprodução, reduzindo os gastos energéticos com a dissipação de calor em situações de alta temperatura e umidade, ou de aquecimento corporal em condições opostas. Ainda, a atividade reprodutiva e o desgaste orgânico para a manutenção das funções vitais foram evidenciados também pela perda de peso dos animais, conforme Figura 2.



Nota: A área destacada em amarelo refere-se à estação reprodutiva 2002-2003, sob manejo de luz de 16 horas diárias. A área em azul representa a fase de anestro seguida do início da estação seguinte.

Figura 2. Peso vivo corporal de fêmeas de perdizes (*Rhynchotus rufescens*), durante a estação reprodutiva 2002-2003.

Notou-se o declínio no peso médio das aves ao longo da estação reprodutiva, e sua recuperação durante a fase de anestro, preparando-se para o ciclo seguinte.

PRODUÇÃO DE OVOS

A Tabela 1 apresenta a produção de ovos de perdizes durante a estação reprodutiva 2002-2003, sendo os ovos agrupados por box de alojamento e mês de oviposição.

Tabela 1. Produção mensal de ovos, por box alojado, de perdizes (*Rhynchotus rufescens*), durante a estação reprodutiva 2002-2003.

Box de Alojamento	Ciclo Reprodutivo Macho/Fêmea	Mês																	Total
		Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	
01	2º/2º	.	.	.	1	6	6	4	6	2	5	.	.	.	.	2	8	3	30
02	1º/2º	.	3	3	4	1	5	1	3	.	1	.	.	.	.	3	3	1	21
03	1º/2º	.	.	6	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4	2	7
04	1º/2º	.	.	2	6	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	8
05	2º/2º	.	1	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	4
06	1º/2º	2	5	7	11	6	6	5	7	3	.	.	.	.	.	.	.	52	
07	1º/2º	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	8	5	1
08	1º/2º	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	1	.	1
09	1º/2º	1	4	6	8	5	4	4	8	2	.	.	.	.	.	1	8	1	42
10	1º/2º	.	1	8	8	7	7	5	4	4	5	1	.	.	.	1	10	3	50
11	1º/2º	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	2	0
12	1º/2º	.	.	4	6	1	5	1	1	.	.	1	.	.	4	1	8	5	19
13	2º/1º	1	5	4	8	6	2	2	.	2	5	2	.	.	.	2	4	3	37
14	1º/2º	.	3	6	9	5	5	1	5	5	2	.	.	.	.	1	5	1	41
15	1º/2º	.	.	1	9	3	.	3	8	1	.	.	.	.	.	.	5	.	25
16	1º/2º	.	.	2	5	3	3	4	7	3	1	.	.	.	.	.	.	5	28
17	2º/2º	.	1	6	2	.	1	.	1	.	.	.	.	.	.	1	.	3	11
18	2º/2º	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	5	.	.	0
19	1º/1º	.	.	5	3	3	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.	5	3	13
20	1º/1º	1	5	9	8	.	5	.	4	2	1	.	.	.	.	2	12	6	35
21	2º/2º	.	5	8	4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	17
22	2º/1º	.	.	6	9	.	3	2	3	1	.	.	.	.	.	2	5	4	24
23	2º/1º	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0
24	1º/2º	.	.	2	2	.	.	.	6	1	.	.	.	.	.	1	.	.	11
25	2º/2º	1	8	10	10	4	1	6	3	2	.	.	.	.	.	.	.	.	45
26	2º/1º	.	.	.	1	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4	1	2
27	1º/2º	.	1	6	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	8	4	9
Total		6	42	104	117	51	54	38	68	29	20	4	0	0	4	24	101	52	533

Nota: Os meses destacados em amarelo referem-se à estação reprodutiva 2002-2003, sob manejo de luz de 16 horas diárias. Os meses em azul representam a fase de anestro seguidos do início da estação seguinte. O total de ovos por box refere-se à estação 2002-2003.

A oviposição em perdizes cativas mostrou-se irregular, tanto na duração do ciclo de postura quanto no total de ovos postos por fêmea. A escolha dos indivíduos para este estudo seguiu critérios que evitassem o acasalamento entre aves aparentadas, controlando a endogamia na população. Todavia, do ponto de vista comportamental, foram suprimidas as etapas de corte e escolha dos parceiros, possivelmente acarretando na convivência entre machos e fêmeas indesejáveis. O prejuízo no desempenho reprodutivo por incompatibilidade entre parceiros foi verificada em fêmeas de perdizes européias (*Alectoris rufa*). BOTTONI *et al.* (1993) relataram maior produção de ovos por fêmeas que tiveram a oportunidade de escolher seus parceiros, quando comparadas a fêmeas sem essa opção.

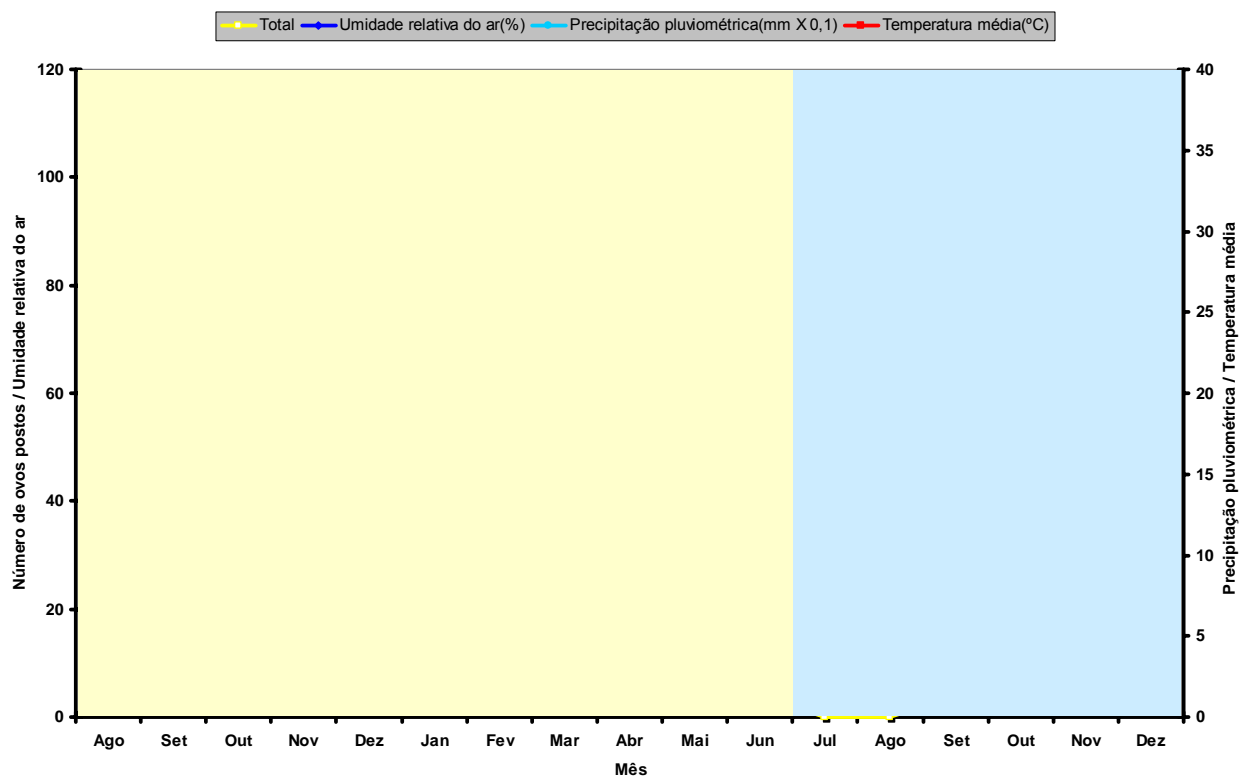
Excepcionalmente, a estação reprodutiva foi mais longa que em anos anteriores. Os acasalamentos se iniciaram logo após o alojamento das aves.

O primeiro ovo foi posto já no final do mês de agosto de 2002, sendo considerado como início da estação reprodutiva, embora os acasalamentos tenham se iniciado antes desta data. Em junho-2003 elas deixaram de produzir ovos, encerrando um período de 11 meses em reprodução. Essa condição foi tomada para determinar a amplitude da estação reprodutiva, embora algumas fêmeas tenham passado todo o período avaliado, sem botar um ovo sequer. Notou-se grande variação na quantidade de ovos postos por casal, indicando ainda o estado selvagem desta população, embora alguns animais apresentem-se mais acostumados ao manejo em cativeiro. Tanto fêmeas de primeiro quanto de segundo ciclos reprodutivos ficaram sem produzir ovos, enquanto outras apresentaram ótimo desempenho. Isso demonstra o quanto esta espécie precisa ser melhorada se o objetivo for aproximá-la da taxa produtiva de galinhas (*Gallus gallus domesticus*), por exemplo, que apresentam intervalo entre oviposições de 26 horas, aproximadamente.

As 27 fêmeas produziram 533 ovos durante a estação reprodutiva (Tabela 1), ou seja, em média 19,7 ovos por fêmea alojada durante a estação, ou ainda, 0,065 ovo/fêmea/dia, número razoável considerando-se as condições de criação, ao passo que a postura média de perdizes em vida livre situa-se entre 18 e 24 ovos por estação reprodutiva (SICK, 1988).

NAKAGE *et al.* (2001) dividiram a estação reprodutiva em três fases de oviposição, com as fases inicial e final mais curtas e de menor produção, ao passo que a fase intermediária apresentou-se mais longa e de maior produção. Porém, no presente trabalho foram observadas apenas duas fases relevantes na curva de produção de ovos. Na primeira, a produção de ovos aumentou consideravelmente até novembro de 2002, quando atingiu o máximo de oviposição. A partir disso, o desempenho reprodutivo das fêmeas foi decrescendo gradativamente, até a cessação em julho de 2003. Tal diferença em relação a outros autores pode ser justificada pela implantação do programa de luz, reduzindo e controlando a influência do fotoperíodo sobre a fisiologia reprodutiva destas aves (Figura 2).

Nos meses de julho e agosto, as fêmeas ficaram em estado de anestro fisiológico, e a partir de setembro de 2003 teve início à estação reprodutiva seguinte.



Nota: A área destacada em amarelo refere-se à estação reprodutiva 2002-2003, sob manejo de luz de 16 horas diárias. A área em azul representa a fase de anestro seguida do início da estação seguinte.

VARIAÇÕES HORMONAIIS

Informações resumidas sobre a análise de variância dos hormônios em fêmeas de perdizes sul-americanas (*Rhynchotus rufescens*) estão descritas na Tabela 2.

Tabela 2. Resumo da análise de variância das concentrações hormonais circulantes no plasma sanguíneo de fêmeas de perdizes (*Rhynchotus rufescens*), durante a estação reprodutiva 2002-2003.

Fonte de variação ¹	Estradiol		Progesterona		Prolactina		Testosterona		Corticosterona	
	G. L. ²	Q. M. ³	G. L.	Q. M.	G. L.	Q. M.	G. L.	Q. M.	G. L.	Q. M.
Classe de produção de ovos totais (C)	2	0,2541	2	0,0284	2	0,1782	2	0,0002	2	0,1087
Ave dentro de C ⁴	19	0,3565***	19	0,6149	18	1,1038***	19	0,5297***	19	0,0593
Mês de colheita sangüinea (M)	12	2,9830***	12	0,3727	12	2,2540***	12	0,1432	12	0,4040***
C*M	24	0,1032	24	0,4157	24	0,1986	24	0,0994	24	0,0675
Resíduo	374	0,0887	152	0,3047	369	0,1511	312	0,1101	364	0,0581
Total	431		209		426		369		421	
Coefficiente de Determinação, em %¹		60,60		38,04		49,72		29,07		27,94
Coefficiente de Variação, em %¹		28,11		82,32		13,83		35,63		9,00
Dose Média Geral (± Desvio-Padrão), em ng/mL⁵		0,142(±0,218)		0,69(±2,09)		7,16(±2,20)		0,166(±0,172)		574,1(±350,5)

¹ Valores obtidos pelos dados transformados

² G. L. = Graus de Liberdade; ³ Q. M. = Quadrado Médio.

⁴ Efeito utilizado como resíduo para testar o efeito de Classe de produção de ovos

⁵ Valores obtidos pelos dados reais

Efeitos estatisticamente significativos a: *** P < 0,01; ** P < 0,05; * P < 0,10.

Estradiol

As fêmeas apresentaram média igual a 0,142 ± 0,218 ng/mL do estradiol circulando pelo plasma sanguíneo, durante a estação reprodutiva 2002-2003 (Tabela 2).

O modelo matemático proposto explicou 60,6 % das variações das dosagens de estradiol, com coeficiente de variação igual a 28,11 %. Houve efeitos significativos (P<0,01) de ave dentro de classe de produção de ovos (PO) e do mês de colheita sangüinea para as concentrações de estradiol.

Ao longo do período experimental, as fêmeas menos produtivas secretaram 0,114 ng/mL de estradiol no plasma sanguíneo, enquanto que as de produção intermediária apresentaram 0,172 ng/mL e as de maior ovipostura, 0,128 ng/mL do

referido hormônio. A elevação na concentração plasmática de 0,114 para 0,128 ng/mL, comprovou a ação estimulatória do estradiol. Por outro lado, a concentração de 0,172 ng/mL de estradiol circulante indicou excesso de secreção hormonal, agindo negativamente no eixo hipotálamo-hipófise-gonadal, e prejudicando o desempenho reprodutivo dessas aves.

Ao ser colhida a primeira amostra sanguínea das perdizes em outubro, havia 0,112 ng/mL de estradiol plasmático (Tabela 3). Apesar de não se ter conhecimento acerca da duração do ciclo ovulatório em *R. rufescens*, nem sequer do horário de maior secreção deste hormônio dentro de cada período, esta média hormonal foi considerada indicativa da concentração estimulatória em perdizes, pois foi relacionada com a época de grande ovipostura. De secreção aparentemente oscilatória, houve significativa redução de estradiol no mês de fevereiro, em comparação com os valores iniciais (Tabela 3 e Figura 3).

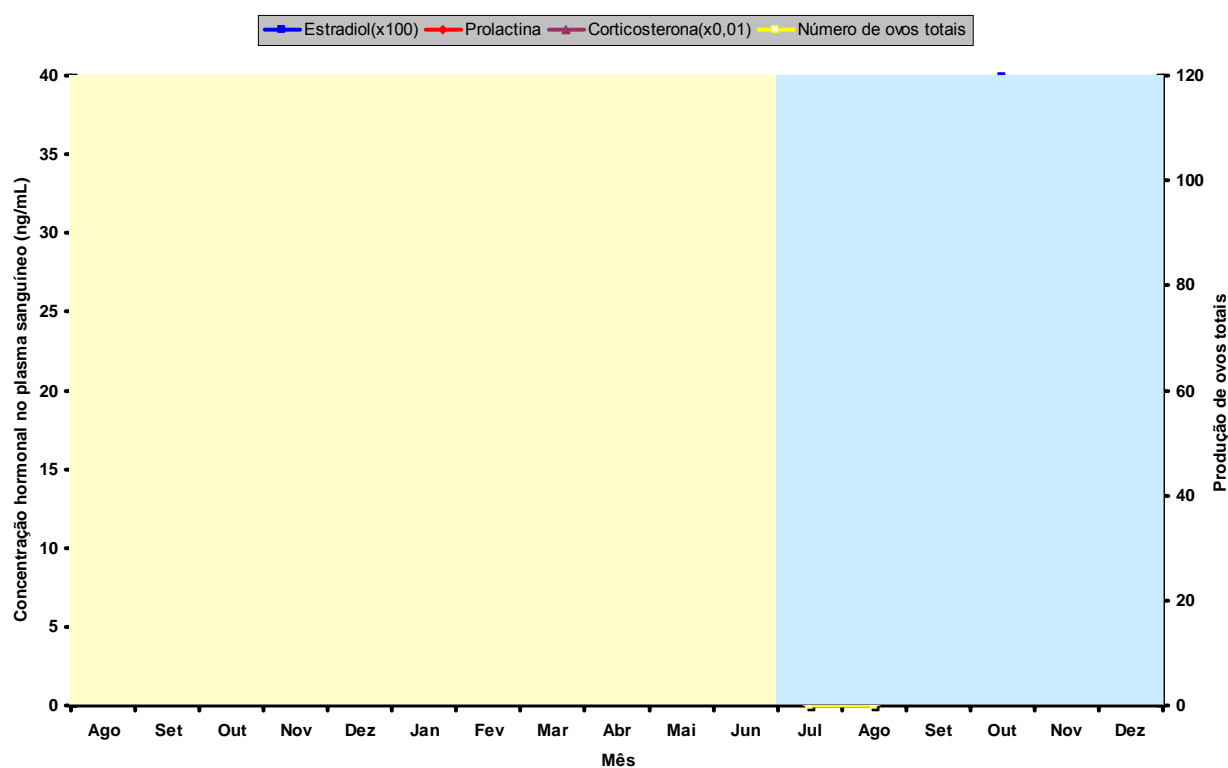
Tabela 3. Valores médios das concentrações hormonais plasmáticas em fêmeas de perdizes (*Rhynchotus rufescens*), obtidos dos dados reais, ajustados pelo método de quadrados mínimos e comparados estatisticamente pelo teste Tukey-Kramer a partir dos dados transformados em logaritmos de base 10, durante a estação reprodutiva 2002-2003.

Mês	Estradiol	Prolactina	Corticosterona
Out	0,112 de*	5,95 bc	614,1 ab
Nov	0,121 e	7,83 de	400,2 a
Dez	0,116 e	8,08 de	578,1 a
Jan	0,139 e	8,19 de	558,5 a
Fev	0,084 bc	8,81 e	633,5 ab
Mar	0,135 ef	8,06 de	524,6 a
Abr	0,082 cd	8,25 de	517,0 a
Mai	0,080 bc	8,65 e	622,6 a
Jun	0,039 b	6,08 bc	902,0 bc
Jul	0,027 a	4,29 ab	1174,0 c
Ago	0,155 cdef	3,92 a	353,2 a
Out	0,399 g	5,13 abc	526,2 a
Nov	0,304 fg	6,54 cd	558,7 ab

* Médias dispostas em colunas cujas letras diferem entre si são estatisticamente significativas a 5 %.

Nota: Os valores hormonais referentes aos meses de agosto e setembro de 2002, e setembro e dezembro de 2003 foram suprimidos das análises por escassez de informação.

Houve elevação no mês de março, coincidindo com o segundo pico de produção de ovos, e a partir disso as concentrações foram reduzindo conforme o declínio na curva de produção. Com o encerramento da estação reprodutiva, o estradiol atingiu concentrações mínimas (Tabela 3 e Figura 3), nos meses de maio, junho e julho.



Nota: A área destacada em amarelo refere-se à estação reprodutiva 2002-2003, sob manejo de luz de 16 horas diárias. A área em azul representa a fase de anestro seguida do início da estação seguinte.

Figura 4. Produção mensal de ovos, e variações mensais de estradiol, prolactina e corticosterona no plasma sanguíneo de fêmeas de perdizes (*Rhynchotus rufescens*) criadas em cativeiro, durante a estação reprodutiva 2002-2003.

O estradiol elevou-se consideravelmente entre os meses de agosto e outubro de 2003, indicando seu importante papel na estação seguinte, onde precedeu o início e aumento da produção de ovos.

Progesterona

Em média, as fêmeas apresentaram $0,69 \pm 2,09$ ng/mL de progesterona no plasma sanguíneo (Tabela 2). As concentrações de progesterona apresentaram coeficiente de variação de 82,32 %, sendo que o modelo explicou somente 38,04 % da variação das concentrações deste hormônio. Nenhum dos efeitos incluídos no modelo apresentou significância estatística para progesterona.

Fêmeas de menor produção tiveram 1,33 ng/mL de progesterona, as de média produção apresentaram 0,39 ng/mL, e as mais produtivas secretaram 0,45 ng/mL de progesterona. Tanto as perdizes de produção intermediária quanto as mais produtivas, apresentaram valores próximos de progesterona circulante. Todavia, a concentração média de 1,33 ng/mL mostrou forte interferência inibitória, ocasionando a baixa produção de ovos.

Prolactina

As fêmeas apresentaram média de $7,16 \pm 2,20$ ng/mL de prolactina no plasma sanguíneo, durante a estação reprodutiva 2002-2003. O modelo estatístico usado para prolactina explicou 49,72 % da variação das dosagens, enquanto o coeficiente de variação foi 13,83 %. Somente o mês de colheita sanguínea foi significativo ($P < 0,01$), conforme se pode verificar na Tabela 2.

Em média, as fêmeas de baixa produção apresentaram 6,84 ng/mL de prolactina, 7,11 ng/mL para as fêmeas de média produção, e 6,77 ng/mL as de alta produção de ovos. Foi constatado que o aumento da prolactina circulante no plasma sanguíneo de 6,77 para 6,84 ng/mL levou à redução na capacidade reprodutiva das perdizes, com menor produção de ovos. Apesar disto, pareceu que, a partir de certa concentração hormonal, as aves apresentaram algum mecanismo que contornou o

efeito inibitório da prolactina, possibilitando a produção de número intermediário do ovos.

A prolactina elevou-se significativamente da primeira para a segunda concentração quantificada (Tabela 3). Sua concentração manteve-se elevada até o mês de junho, quando então houve redução significativa, diminuindo até 3,92 ng/mL em agosto, e retomando a elevação no início da estação seguinte (Tabela 3 e Figura 3). Resultados similares foram evidenciados por KHAN *et al.* (2001) que verificaram as concentrações de prolactina aumentando antes do início da estação reprodutiva e mantendo-se alta até o estágio de incubação dos ovos.

Testosterona

No estudo da testosterona plasmática em fêmeas de perdizes, o valor médio obtido foi de 0,166 ng/mL com desvio-padrão igual a 0,172 ng/mL, e o resumo da análise de variância está apresentado na Tabela 2. Pelos dados transformados, o modelo apresentado respondeu por 29,07 %, com coeficiente de variação da característica igual a 35,63 %.

Não houve qualquer efeito significativo para explicar a variação plasmática de testosterona em fêmeas, a não ser as diferenças individuais dentro de cada classe de produção. Conforme WINGFIELD *et al.* (1999), a testosterona plasmática não interferiu no sucesso ou falha na reprodução, tampouco na produção dos ovos. A diferença entre as aves demonstra a variabilidade da característica em população não selecionada para tal. Segundo os mesmos autores, as concentrações mais altas de testosterona plasmática foram encontradas durante a estação reprodutiva seguidas de redução marcante no período de incubação dos ovos. Contudo, CLOTFELTER *et al.* (2004) relataram que fêmeas de *Junco hyemalis?* tratadas com testosterona exógena demoraram mais a botar o primeiro ovo em relação a fêmeas não tratadas, e botaram ovos com maiores concentrações de testosterona na gema. Ainda, fêmeas com maiores concentrações deste hormônio apresentaram decréscimo na massa corporal, na eficiência reprodutiva, sem apresentarem diferenças significativas nas concentrações

de estradiol, no tamanho dos ovos e nos comportamentos de incubação e defesa da ninhada.

Foi encontrado 0,151 ng/mL de testosterona sendo carregado pelo plasma sanguíneo de fêmeas pouco produtivas, 0,171 ng/mL nas de média produção, e 0,164 ng/mL nas perdizes de maior ovipostura. Aparentemente, o limiar da testosterona plasmática para exercer efeito de *feedback* negativo sobre a produção de ovos, situou-se próximo de 0,171 ng/mL, comprovado pela diminuição na média da postura.

Corticosterona

O hormônio de estresse corticosterona apresentou $574,1 \pm 350,5$ ng/mL de concentração no plasma, em média, durante o período experimental. As concentrações transformadas mostraram 9,00 % de variação e o modelo estatístico respondeu por 27,94 % do hormônio avaliado. O efeito de mês de colheita sanguínea foi significativo a 1 % (Tabela 2).

Fêmeas pouco produtivas apresentaram, em média, 651,8 ng/mL de corticosterona no plasma sanguíneo, as intermediárias, 557,5 ng/mL, e as muito produtivas, 628,2 ng/mL. A elevação de 557,5 ng/mL de corticosterona para 628,2 ng/mL, acompanhando o aumento na produção de ovos, justificaria a necessidade de maiores cuidados e maior controle dos fatores externos estressantes, para se alcançar melhores índices produtivos na criação zootécnica de perdizes, visto que a concentração média de 651,8 ng/mL foi suficiente para causar problemas na reprodução das perdizes, comprovado pela baixa obtenção de ovos.

A corticosterona das fêmeas apresentou concentrações menores durante toda a estação reprodutiva, elevando-se em junho, no término da reprodução, e atingindo maior concentração média em julho (1.174,0 ng/mL) voltando a níveis mínimos na estação subsequente (Tabela 3 e Figura 3). Resultados discordantes foram relatados por WINGFIELD *et al.* (1999) que constataram maiores concentrações hormonais nos estágios iniciais da reprodução de aves pelecaniformes e decréscimo ao entrar em choco.

CONCLUSÕES

Fêmeas consideradas de baixa produção de ovos apresentaram a menor concentração de estradiol plasmático, e as maiores concentrações de progesterona e corticosterona.

Fêmeas de alta produção tiveram a menor concentração de prolactina.

AGRADECIMENTOS

Especiais agradecimentos à FAPESP, Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, pelos recursos financeiros disponibilizados à execução do presente trabalho.

A equipe do laboratório de radioimunoensaio / DMFA / FCAV / UNESP / Jaboticabal, pela disponibilidade das instalações e equipamentos.

Ao professor Dr. R.D. Malheiros, por sua supervisão e tutoria nas análises laboratoriais em Jaboticabal (FCAV/UNESP).

Ao professor Dr. C.R. Franci, coordenador do laboratório de endocrinologia / Dep.Fisio / FMRP / USP / Ribeirão Preto (FMRP/USP).

À técnica laboratorista sra S.Z. Baptista, por sua supervisão e tutoria nas análises laboratoriais em Ribeirão Preto / FMRP / USP.

E ao professor Dr. J.A. Oliveira, por sua supervisão e tutoria nas análises estatísticas.

REFERÊNCIAS

BOTTONI, L.; MASSA, R.; LEA, R.W. *et al.* Mate choice and reproductive success in the red-legged partridge (*Alectoris rufa*). *Hormones and Behavior*, Elsevier Inc. v.27, p.308-317, 1993.

BURKE, W.H. Reprodução das aves. In: SWENSON, M.J. *Dukes: Fisiologia dos Animais Domésticos*. 10ª edição. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, p.731-743,1988.

CHASTEL, O.; LACROIX, A.; WEIMERSKIRCH, H. *et al.* Modulation of prolactin but not corticosterone responses to stress in relation to parental effort in a long-lived bird. *Hormones and Behavior*. Elsevier, v.47, p.459-466, 2005.

CHEN, S.E. *et al.* Effect of divergent selection for total plasma phosphorus on plasma and yolk very low density lipoproteins and plasma concentrations of selected hormones in laying Japanese quail. *Poultry Science*, [S.I.]: Poultry Science Association, v.78, n.9, p.1241-1251, 1999.

CLOTFELTER, E.D.; NEAL, D.M.O.; GAUDIOSO, J.M. *et al.* Consequences of elevating plasma testosterone in females of a socially monogamous songbird: evidence of constraints on male evolution?. *Hormones and Behavior*, Elsevier Inc., v.46, p.171-178, 2004.

COSTA, C.A. Pontos críticos do manejo de matrizes. In: *Coleção FACTA: Manejo de Matrizes*. Campinas: Fundação APINCO de Ciência e Tecnologia Avícolas, p.1-10, 1994.

DEGEN, A.A.; ROSENSTRAUCH, A.; WEIL, S. *et al.* Seasonal plasma levels of luteinizing and steroid hormones in male and female domestic ostriches (*Struthio camelus*). *General and Comparative Endocrinology*, Academic Press, Inc., v.93, p.21-27, 1994.

KHAN, M.Z.; MCNABB, F.M.A.; WALTERS, J.R. *et al.* Patterns of testosterone and prolactin concentrations and reproductive behavior of helpers and breeders in the

cooperatively breeding red-cockaded woodpecker (*Picoides borealis*). *Hormones and Behavior*, Academic Press. v.40, p.1-13, 2001.

NAKAGE, E.S.; THOLON, P.; QUEIROZ, S.A. et al. Produção, fertilidade e eclodibilidade dos ovos em função do peso dos mesmos, em perdiz (*Rhynchotus rufescens*). In: Conferência APINCO 2001 de Ciência e Tecnologia Avícolas, 2001, Campinas, São Paulo. *Revista...* Campinas: APINCO, suplemento 3. p.3, 2001.

SAMPAIO, I.B.M.. Transformação de variáveis. *Estatística Aplicada à Experimentação Animal*. 2ª ed., p.179-188, 2002.

SICK, H. Biologia. In: *Ornitologia Brasileira: Uma Introdução*. 3ª ed. Brasília: Universidade de Brasília, 1988b. v.1, p.43-64.

SMIDT, D.; ELLENDORFF, F. Biología de la reproducción de los animales zootécnicos. In: *Endocrinología y Fisiología de la Reproducción de los Animales Zootécnicos*. Zaragoza: Editorial Acribia, p.163-289, 1972a

TANAKA, A.L.R.; TONHATI, H.; QUEIROZ, S.A. et al. Influências da umidade relativa e temperatura média sobre a postura de perdizes (*Rhynchotus rufescens*) criada em cativeiro, *I Simpósio de Genética de Aves Neotropicais*, São Carlos, 2002.

THOLON, P. et al. Estimativas de correlação entre características reprodutivas de perdizes (*Rhynchotus rufescens*) criadas em cativeiro. In: 38ª. Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2001, Piracicaba. *Anais...* [S.l.: s.n.], p.690-691, 2001b.

WINGFIELD, J.C.; FERNANDEZ, G.R.; MORA, A.N. et al.. The effects of an “El Niño” southern oscillation event on reproduction in male and female blue-footed boobies, *Sula*

nebouxii. *General and Comparative Endocrinology*, Academic Press, v.114, p.163-172. 1999.

YANG, J.; LONG, D.W.; BACON, W.L. Changes in luteinizing hormone, progesterone and testosterone concentrations during photostimulation and ovulation in turkey hens. In: *General and Comparative Endocrinology*. [S.l.: s.n.], v.106, p.281-292, 1997.

ZAR, J.H.. Biostatistical analysis. *Prentice-Hall Inc.*, New Jersey, USA, 4th ed., p.255-281. 1999.

CAPÍTULO 3 - VARIAÇÕES HORMONAIS E DESEMPENHO REPRODUTIVO DE MACHOS DE PERDIZES (*Rhynchotus rufescens*) EM CATIVEIRO

RESUMO

Foram alojados 27 casais de perdizes (*Rhynchotus rufescens*) em um galpão avícola convencional a fim de avaliar a atividade reprodutiva dos machos bem como sua regulação hormonal durante a estação reprodutiva 2002-2003. Foram colhidas amostras sanguíneas de, aproximadamente, 2,0 mL, através da punção da veia braquial, com seringa descartável heparinizada de 3 mL e agulhas 25x7 mm, de cada um dos 27 machos, a cada 15 dias durante a estação reprodutiva (outubro-2002 a junho-2003), e mensalmente, fora da mesma (julho-2003 a dezembro-2003). Os hormônios quantificados no plasma sanguíneo foram testosterona, prolactina, estradiol, progesterona e corticosterona, e a característica reprodutiva associada foi fertilidade dos ovos. A estação reprodutiva teve duração de 11 meses, encerrando-se em junho 2003. As variações médias plasmáticas de testosterona e progesterona no decorrer do período avaliado não foram significativas. A prolactina, por sua vez, após rápida elevação, manteve-se alta por toda a época de acasalamento, decrescendo na fase de anestro. Apesar da relação da prolactina com a indução ao choco, e a peculiaridade dos machos desta espécie serem responsáveis pela incubação em vida livre, não houve relação entre a prolactina nos machos de perdizes e a interrupção das atividades reprodutivas. Apesar da prolactina estar relacionada à indução ao choco, e nesta espécie há a peculiaridade dos machos se responsabilizarem pela incubação dos ovos, as aves relacionadas à maior obtenção de ovos fecundados apresentaram também as maiores concentrações de prolactina circulante no plasma sanguíneo.

PALAVRAS-CHAVE

Estradiol, progesterona, testosterona, prolactina, corticosterona, tinamídeo

ABSTRACT

With the objective to evaluate reproductive performance and hormonal regulation of male breeding partridges (*Rhynchotus rufescens*) in captivity, were carried out 27 couples of this species in a conventional avian barn. The experiment had 17 months, from October-2002 to December-2003. From each male breeding partridge, blood samples of 2.0 mL were collected, via brachial vein puncture, with 3 mL heparinized syringes and 25x7 mm needles, two times per month during reproduction season (October-2002 to June-2003) and monthly after that (July-2003 to December-2003). Was evaluated egg fertility and plasma variation of estradiol, progesterone, testosterone, prolactin and corticosterone. Reproduction in this cycle prolonged till June-2003. Testosterone and progesterone plasma levels during evaluated period was not significant. Prolactin, after rapid elevation with start of breeding season, maintained high till end of reproduction, and declining after that. Despite prolactin relation to incubation in nature, there was no association between its plasma levels and interruption of reproductive activities. The most productive males to egg fertility showed higher prolactin plasma levels.

KEYWORDS

Estradiol, progesterone, testosterone, prolactin, corticosterone, tinamou

INTRODUÇÃO

O sucesso e a produtividade na exploração zootécnica de espécies animais requerem não somente alta produção e ciclicidade por parte das fêmeas, mas também a eficiência fecundante dos machos. Tal situação agrava-se quando se trata de criações de espécies em processo de domesticação, onde há poucos estudos, consideráveis peculiaridades e número escasso de indivíduos. Mesmo em espécies de aves, com razoável fertilidade e prolificidade em vida livre, ao se transferir populações para o ambiente cativo, estas não repetem o sucesso reprodutivo quando na natureza.

CARNIO *et al.* (1999), relataram reduzido sucesso na reprodução de perdizes (*Rhynchotus rufescens*) quando criadas em cativeiro. Os autores relacionaram uma série de possíveis causas para esta dificuldade, onde estudos detalhados seriam necessários quanto à esterilidade do reprodutor, ocorrência de enfermidades, densidade populacional, aspectos etológicos ligados à hierarquia dos machos em alojamentos coletivos e manejo dos ovos no período pré e trans-incubatório, quando em condições artificiais.

É sabido que, de modo geral, o sistema reprodutor masculino das aves constitui-se em um par de testículos, seus epidídimos, vasos deferentes e, dependendo das espécies, pênis ou falo (STURKIE, 1986).

Além disso, mudanças sazonais dos testículos foram descritas histologicamente e por sua variação no volume. De acordo com BURGER (1992), o volume testicular de machos de codorna sul-americana (*Nothura maculosa*) regrediu de $517,43 \pm 162,46 \text{ mm}^3$ durante a estação reprodutiva, para $21,81 \pm 6,62 \text{ mm}^3$ no período de inverno, evidenciando forte sazonalidade na reprodução e sugerindo relação entre estágio reprodutivo do macho e fotoperíodo. O fotoperíodo foi apontado como o fator que desencadeou o desenvolvimento gonadal na população de *N. maculosa*, estando os machos sexualmente ativos por cerca de seis meses entre setembro e fevereiro, enquanto os dias eram mais longos.

Os testículos são responsáveis pela produção e secreção de testosterona plasmática. Este hormônio, por sua vez, oscila de acordo com a variação volumétrica testicular e conforme as peculiaridades da estação reprodutiva de cada espécie (BACON *et al.*, 1994). Os níveis plasmáticos de testosterona em perus (*Meleagris galopavo*) aumentaram 10 a 15 minutos após a elevação nos níveis plasmáticos de hormônio luteinizante (LH). DEGEN *et al.* (1994) por outro lado, relataram aumento nas concentrações de testosterona plasmática em machos de avestruzes (*Struthio camelus*) um mês após o início da estação reprodutiva, ou seja, cerca de dois meses após o aumento nos níveis de LH. O LH estimula as células intersticiais de Leydig, responsáveis pela produção de testosterona. Níveis plasmáticos de testosterona em gansos (*Anser sp.*) estavam altos na primavera e no outono, porém, baixos no verão (HIRSCHENHAUSER *et al.*, 2000). Com o início de um período fotoestimulador, há aumentos rápidos nos níveis sanguíneos de LH e FSH. Alguns dias depois que os níveis destes hormônios aumentam, eles diminuem outra vez à medida que a influência por *feedback* negativo da testosterona é exercida. Os níveis de LH diminuem quando os de testosterona estão aumentando (BURKE, 1988).

A fertilidade do macho pode ser expressa pelo número de reprodutores necessários para atender uma certa população de fêmeas, avaliando-se a capacidade sexual de cobertura, ou seja, pelo número de cópulas executadas num determinado tempo e pelo número de fecundações obtidas. Uma grande capacidade de cobertura é a habitual entre aves. Quanto melhor for a qualidade fecundante de um macho, tanto menor será o número de cópulas necessárias para conseguir uma concepção e, com isto, se torna mais favorável a relação numérica entre machos e fêmeas de recria (SMIDT e ELLENDORFF, 1972b). NAKAGE *et al.* (2001), por exemplo, obtiveram 76%, 86% e 91% de fertilidade em *R. rufescens* criados cativos, ao caracterizar a estação reprodutiva em três fases consecutivas e comprovando que a fertilidade nos machos melhorou ao longo do período de postura.

Indispensável à sobrevivência da maioria das espécies de aves silvestres, o choco torna-se indesejável nas modernas unidades de criação de aves. Quando as galinhas (*Gallus gallus domesticus*) entram em choco, seus ovários regridem e a produção de ovos cessa (BURKE, 1988).

Níveis séricos elevados de prolactina e baixos de LH, estradiol e progesterona precedem os sinais comportamentais do choco em alguns dias, indicando que as funções hipofisária e gonadal nas fêmeas estão diminuindo, antes que o choco evidencie-se. Visto que os sinais comportamentais do choco seguem-se a alterações funcionais internas, não é possível evitar as alterações endócrinas com as técnicas correntes de controle do choco, mas é possível revertê-las depois que estão bem encaminhadas. Se for permitido que o choco persista por alguns dias antes que o tratamento comece, irá instalar-se regressão ovariana e várias semanas podem se passar antes que a ovulação recomece. Os níveis circulantes elevados de prolactina precedem o choco e esses níveis caem de maneira acentuada quando as técnicas de manejo para tratar o choco são aplicadas. O neurotransmissor dopamina parece ser a entidade química que atua como agente inibidor, mas não em aves. Os agentes bloqueadores do receptor da dopamina, entretanto, reduzem o comportamento de aninhar-se e bloqueiam o choco. Tanto em aves quanto em mamíferos há duas substâncias cerebrais, serotonina e hormônio liberador de tireotrofina, que estimulam a liberação de prolactina a partir da hipófise. Parece que a liberação da prolactina aviária requer um estímulo positivo, mais do que a remoção de um estímulo inibidor, como nos mamíferos (BURKE, 1988). Entretanto, no gênero *Rhynchotus* é o macho quem se encarrega de incubar e cuidar dos filhotes. Por isso não se sabe quais hormônios nem em que intensidade estes mediadores afetam o sistema reprodutivo deste sexo.

Sob condições de estresse, as aves apresentaram como resposta corporal uma série de alterações metabólicas e hormonais, a fim de se adaptarem às agressões do meio, requerendo da alimentação nutrientes essenciais ao crescimento ordenado, formação de penas, maturidade sexual em tempo adequado e manutenção da produção, ocasionando, com muita freqüência, desenvolvimento desordenado, artrite, baixa produção, ausência de pico de postura, imunossupressão pela diminuição do

número de células linfocitárias e alteração no tamanho dos órgãos linfóides (COSTA, 1994).

Diante do exposto, pouco se sabe acerca da fisiologia e endocrinologia dos machos de perdizes (*R. rufescens*), e sua comparação com outras espécies meliores estudadas torna-se cautelosa, visto suas peculiaridades reprodutivas. Assim, são necessários estudos aprofundados para o melhor entendimento da regulação hormonal, suas origens e seus efeitos sobre a reprodução em cativeiro de machos de perdizes sul-americanas.

OBJETIVOS

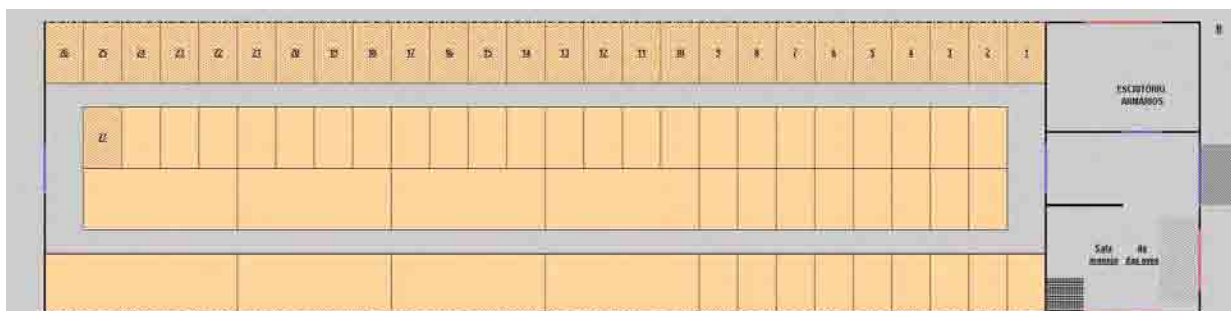
Foram objetivos do presente trabalho:

- detectar e quantificar as concentrações plasmáticas de hormônios relacionados à reprodução, estradiol, progesterona, testosterona, prolactina, em machos de perdiz sul-americana *Rhynchotus rufescens* durante a estação reprodutiva 2002-2003;
- detectar e quantificar as concentrações plasmáticas do hormônio relacionado ao estresse, corticosterona, em machos de *R. rufescens* durante a estação reprodutiva 2002-2003;
- avaliar o desempenho reprodutivo de machos de *R. rufescens* em cativeiro, pelas características número de ovos fecundados e taxa de fertilidade, durante a estação reprodutiva 2002-2003;
- e estabelecer a associação das variações hormonais e da fecundidade dos ovos em cativeiro, durante a estação reprodutiva 2002-2003.

MATERIAL E MÉTODOS

INSTALAÇÕES E MANEJO GERAL

A colheita de dados e material biológico foi conduzida no setor de animais silvestres do Departamento de Zootecnia da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (FCAV) da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP), câmpus de Jaboticabal, localizado a 21° Sul de latitude, 48° Oeste de longitude e 595 m de altitude. Foram alojados 27 casais de perdizes (*Rhynchotus rufescens*) em um galpão avícola convencional para avaliar variações hormonais e desempenho reprodutivo desses machos, durante a estação reprodutiva 2002-2003. Este aviário está disposto em sentido leste-oeste e é de alvenaria coberto por telhas de amianto e protegido, nas laterais, por cortinas de plástico. Seu interior é dividido em boxes cercados por tela de arame, de dimensões de 2,0x1,0x2,1 m (Figura 1). Seu piso é concretado e foi coberto com cama de feno de gramínea (*Cynodon dactylon*). Foram utilizados machos e fêmeas em primeiro e segundo ciclos reprodutivos, mas todos já sexualmente maduros. Os animais receberam ração de postura peletizada à base de farelo de soja e milho, fornecida *ad libitum* (MORO, 1996). O fornecimento de água também foi *ad libitum*, em bebedouros automáticos pendulares.



NOTA: Os boxes utilizados no experimento estão numerados de 1 a 27.

Figura 1. Disposição esquemática dos boxes de reprodução de *Rhynchotus rufescens*, dentro do galpão avícola convencional.

No manejo sanitário incluíram-se práticas de checagem anual de infestações por endo e ectoparasitos, administrando medicação somente quando necessário, e a troca da cama a cada dois meses, ou quando houve necessidade. Não foi utilizada qualquer vacina, pois esta espécie apresenta-se resistente às enfermidades de maior incidência na

avicultura tradicional SOUZA *et al.* (1999). Os animais permaneceram no galpão isolados de outras aves selvagens, minimizando a transmissão de enfermidades.

Após o alojamento de um casal por box em julho-2002, os animais foram individualmente pesados a cada quinze dias, para adaptação ao manejo de colheita sanguínea e foram mantidas sob manejo de luz, durante a estação reprodutiva. A partir da segunda quinzena de agosto, as aves receberam 13 horas diárias de claro. Quinzenalmente o fotoperíodo foi ampliado em uma hora, até alcançar 16 horas de luz em outubro-2002, época do máximo de postura conforme ISAAC *et al.* (2001), quando foi mantido constante até junho-2003. O manejo de luz no criatório de perdizes foi implantado na intenção de controlar as variações diárias de fornecimento de luz às aves, devido à sua influência na reprodução da espécie. Os acasalamentos ocorreram por monta natural e a colheita de ovos foi realizada seis vezes ao dia, a fim de minimizar as perdas de ovos por bicadas ou pisoteios. Os ovos foram identificados com etiquetas adesivas, contendo o número da família e o número de ordem do ovo, garantindo a informação genealógica dos indivíduos.

Também foram colhidas informações para posterior determinação e análise do número de ovos fecundados, taxa de fertilidade, temperatura média, umidade relativa do ar e precipitação pluviométrica mensal. Os dados meteorológicos foram fornecidos pela estação agroclimatológica do Departamento de Ciências Exatas da FCAV/UNESP/Jaboticabal.

Os ovos recolhidos ficavam armazenados cerca de 12 horas, sendo então incubados na manhã do dia seguinte. Os ovos permaneceram a 37,5 °C e 60% umidade relativa (UR), em incubadoras com giro automático até o 16º dia, quando então foram transferidos para o nascedouro por mais quatro dias, aproximadamente, a 37,5 °C e 70% UR (NAKAGE *et al.*, 2001).

COLHEITA DE MATERIAL BIOLÓGICO

O experimento durou 17 meses, entre julho-2002 e dezembro-2003. Foram colhidas amostras sanguíneas de, aproximadamente 2,0 mL, através da punção da veia braquial, com seringa descartável heparinizada de 3 mL e agulhas 25x7 mm, de cada um dos 27 machos, a cada 15 dias durante a estação reprodutiva (outubro-2002 a junho-2003), e mensalmente, fora da mesma (julho-2003 a dezembro-2003). As colheitas tinham início às 05:00h da manhã e se encerravam por volta das 13:00h. Buscou-se variar aleatoriamente a ordem em que os indivíduos foram manipulados durante as colheitas de sangue, e cada indivíduo foi pesado antes de ser recolocado no respectivo box. Em cada colheita, as amostras foram mantidas resfriadas, em gelo, até sua centrifugação, a 2.000 rpm por cinco minutos. O plasma obtido foi separado, congelado a -20 °C e armazenado.

ANÁLISES LABORATORIAIS

As dosagens de estradiol, progesterona e corticosterona foram efetuadas por radioimunoensaio, com o uso dos kits comerciais de duplo anticorpo. Os ensaios foram realizados no Laboratório de Radioimunoensaio do Departamento de Morfologia e Fisiologia Animal da FCAV/UNESP/Câmpus de Jaboticabal, sendo adotados os procedimentos recomendados pelo fabricante, e os coeficientes de variação inter e intra-ensaio foram, respectivamente, 116,73 % e 43,96 % para estradiol, 88,62 % e 35,73 % para progesterona, e 137,92 % e 35,70 % para corticosterona. Os testes com prolactina e testosterona foram realizados no Laboratório de Neuroendocrinologia da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, USP, com kit reagente e protocolo de procedimento previamente padronizados.

ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Neste experimento foi empregado o delineamento inteiramente casualizado com medidas repetidas no tempo. Com o intuito de verificar a distribuição das concentrações hormonais, os dados foram, previamente, submetidos aos testes de normalidade não

sendo constatada distribuição normal para nenhuma dosagem hormonal. Assim sendo, as dosagens de hormônios passaram por transformação matemática, para se aproximarem da distribuição normal, e ao processamento das análises estatísticas. Os hormônios estradiol, progesterona, testosterona e corticosterona sofreram transformação logarítmica de base dez, enquanto a prolactina necessitou de transformação radicial quadrática. A partir disso, as medidas foram analisadas, pelo método dos quadrados mínimos, conforme o modelo estatístico:

$$Y_{ijkl} = \mu + C_i + M_j + AC_{ki} + CM_{ij} + e_{ijkl}, \quad \text{em que:}$$

Y_{ijkl} = concentração plasmática do hormônio avaliado;

μ = média geral para o hormônio avaliado;

C_i = efeito fixo da classe de produção de ovos, em que $i = 1, 2, \text{ e } 3$;

M_j = efeito fixo do mês de colheita sanguínea, em que $j = 1, 2, \dots, \text{ e } 13$;

AC_{ki} = efeito aninhado de ave dentro de classe, em que $k = 1, 2, \dots, \text{ e } 27$;

CM_{ij} = efeito de interação entre classe e mês;

e_{ijkl} = erro aleatório pressuposto normal e independentemente distribuído com $\mu = 0$ e variância = σ_e^2 .

O efeito do mês da colheita do sangue foi testado para identificar a variação hormonal durante a estação reprodutiva. Segundo ZAR (1999), em todo experimento com medidas repetidas presume-se haver correlações entre essas repetições dentro de cada unidade experimental. Assim, foi incluído o efeito de aves aninhado em classe de número de ovos fecundados. O mesmo foi utilizado como resíduo para testar o efeito de classe de número de ovos fecundados, relevando a grande variação entre aves de uma mesma classe.

Ciente que o processo de fecundação depende da capacidade reprodutiva tanto de machos quanto de fêmeas, mas destituído de outra ferramenta que avaliasse o desempenho reprodutivo dos machos de perdizes, partiu-se do pressuposto que estes foram responsáveis pela fecundação dos óvulos liberados pela fêmea, associando a eles o número de ovos férteis obtidos, e a respectiva taxa de fertilidade.

Os machos de perdizes que, no decorrer da estação reprodutiva, fecundaram apenas um ou nenhum ovo foram excluídos da curva de fertilidade. Suas concentrações hormonais foram desconsideradas nas análises estatísticas. Os demais machos foram classificados em classes de baixo, médio ou alto número de ovos fecundados. Aves de baixa fecundidade tiveram entre dois e nove ovos. Aves de média fecundidade tiveram entre 10 e 24 ovos. Aves de alta fecundidade tiveram entre 25 e 44 ovos. As aves foram agrupadas de forma que em cada classe houvesse seis, oito e seis machos, respectivamente.

Em algumas situações a análise de variância ficou inviabilizada por não ter suas premissas garantidas. Segundo SAMPAIO (2002), geralmente essas situações se denunciam por apresentarem coeficientes de variação muito altos. Aliada à elevação do coeficiente de variação, foi possível perceber que a distribuição de frequência das variáveis que demandaram transformação não era normal. A transformação das variáveis objetivou não só normalizar as respostas, mas também homogeneizar as variâncias dos grupos experimentais. Embora a análise estatística tenha sido feita com os dados transformados, as médias apresentadas contemplaram os dados reais.

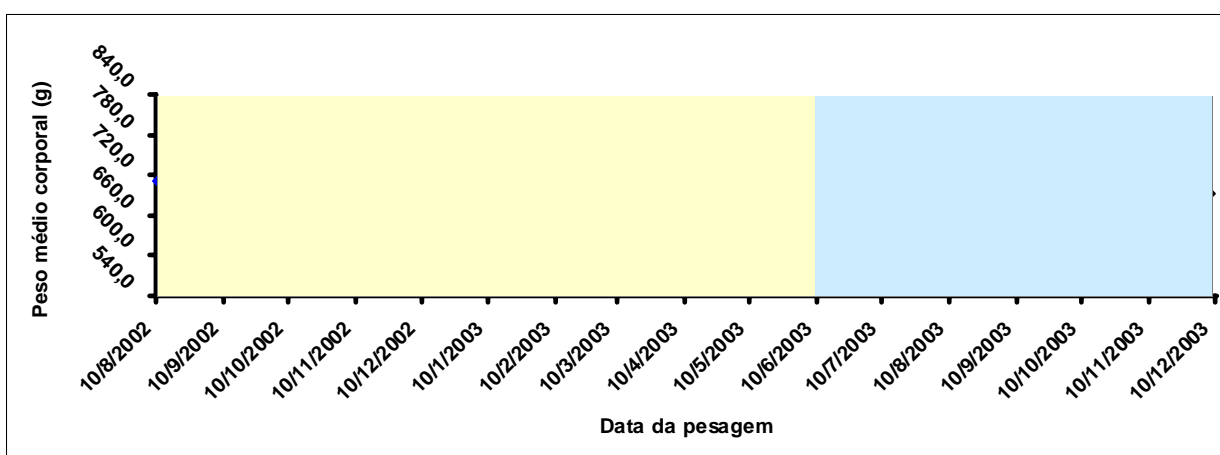
A análise do número de ovos férteis foi efetuada pelo procedimento GLM do programa SAS® (1999). A soma dos ovos férteis e dos ovos postos, em cada mês, foi necessária para elaboração da taxa de fertilidade e respectiva curva (Figura 2). A taxa mensal de fertilidade foi obtida através da razão entre o número de ovos fecundados e o número de ovos postos, em porcentagem.

As médias hormonais e seus respectivos erros-padrão, obtidas pelo método dos quadrados mínimos (LSMEANS do SAS® 1999), foram comparadas pelo teste de Tukey, com nível de significância de 5 %.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O programa de controle de luz foi instalado e a quantidade diária de horas claras foi mantida constante para controlar os efeitos do fotoperíodo. Ainda assim houve

variação sazonal dos hormônios e do desempenho produtivo dos machos de perdizes (*R. rufescens*), indicando interferência simultânea de outros fatores ambientais além do comprimento do dia. Com o aumento das chuvas, aumentou também a umidade relativa do ar na região em que se encontrava o galpão aviário (Figura 2). Outro fator que indiretamente afetou as características avaliadas foi o desgaste orgânico para a manutenção das funções vitais e atividade reprodutiva, evidenciados pela perda de peso dos animais, conforme Figura 2.



Nota: A área destacada em amarelo refere-se à estação reprodutiva 2002-2003, sob manejo de luz de 16 horas diárias. A área em azul representa a fase de anestro seguida do início da estação seguinte.

Figura 2. Peso vivo corporal de machos de perdizes (*Rhynchotus rufescens*), durante a estação reprodutiva 2002-2003.

Notou-se o declínio no peso médio das aves ao longo da estação reprodutiva, e sua recuperação durante a fase de anestro, preparando-se para o ciclo seguinte.

NÚMERO DE OVOS FECUNDADOS

A Tabela 1 apresenta a produção de ovos férteis de perdizes durante a estação reprodutiva 2002-2003.

Tabela 1. Produção mensal de ovos férteis, por box alojado, de perdizes (*Rhynchotus rufescens*), durante a estação reprodutiva 2002-2003.

Box de Alojamento	Ciclo Reprodutivo Macho/Fêmea	Mês																	Total
		Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	
1	2º/2º	4	5	4	5	2	5	2	.	25
2	1º/2º	.	1	1	.	1	2	.	3	.	1	.	.	.	.	2	.	9
3	1º/2º	.	.	5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	5
4	1º/2º	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2
5	2º/2º	.	1	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3
6	1º/2º	.	5	6	10	3	5	5	7	3	.	.	.	.	.	.	.	44
7	1º/2º	6	3	0
8	1º/2º	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	1
9	1º/2º	.	2	6	6	4	3	4	7	2	.	.	.	.	.	1	1	34
10	1º/2º	.	.	2	3	5	6	4	4	3	5	1	.	.	.	1	1	33	
11	1º/2º	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0
12	1º/2º	.	.	4	5	1	3	1	1	.	.	1	6	3	16
13	2º/1º	1	2	3	7	4	.	2	.	2	5	1	.	.	.	1	1	27	
14	1º/2º	.	2	3	5	.	2	.	4	5	1	.	.	.	.	.	.	22
15	1º/2º	.	.	1	7	.	.	3	8	.	.	.	.	.	.	.	2	19
16	1º/2º	.	.	.	2	2	3	3	6	3	2	19
17	2º/2º	.	1	6	1	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	9
18	2º/2º	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0
19	1º/1º	.	.	3	2	3	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.	1	10
20	1º/1º	1	5	8	7	.	5	.	4	2	1	2	11	6	33
21	2º/2º	.	5	6	4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	15
22	2º/1º	.	.	1	3	.	3	1	1	1	.	.	.	.	.	.	1	10
23	2º/1º	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0
24	1º/2º	.	.	2	2	.	.	.	6	1	.	.	.	.	.	.	.	11
25	2º/2º	1	6	9	10	3	.	6	3	1	.	.	.	.	.	.	.	39
26	2º/1º	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1
27	1º/2º	.	.	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3
Total de ovos férteis		3	30	71	77	30	37	33	62	26	18	3	0	0	0	7	32	14	390
Total de ovos postos		6	42	104	117	51	54	38	68	29	20	4	0	0	4	24	101	52	533
Fertilidade		50	71	68	66	59	69	87	91	90	90	75	.	.	0	29	32	27	73

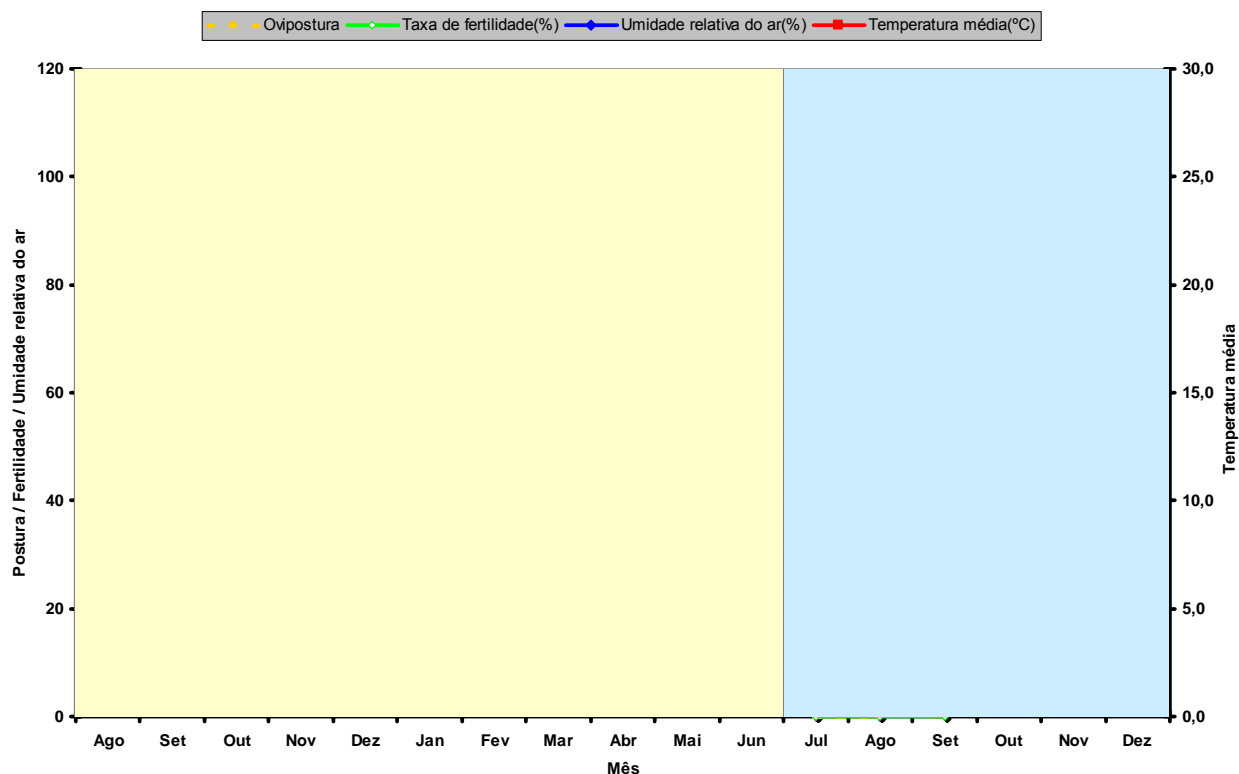
Nota: Os meses destacados em amarelo referem-se à estação reprodutiva 2002-2003, sob manejo de luz de 16 horas diárias. Os meses em azul representam a fase de anestro seguidos do início da estação seguinte. O total de ovos por box refere-se à estação 2002-2003.

Pela Tabela 1 notou-se grande variação entre os machos de perdizes no que se refere à fecundidade de ovos, tanto no total relacionado para cada macho, quanto na época em que foram fecundados.

Ao se comparar as curvas de ovipostura e fertilidade na Figura 2, constatou-se a relevância na determinação da proporção macho:fêmea, durante a época de acasalamentos, uma vez que a fecundidade foi superior quando houve menor produção de ovos.

Entre os meses de agosto e outubro-2002, provavelmente houve efeito da luminosidade associado aos demais fatores, pois o programa de luz ainda estava aumentando a quantidade de horas claras do dia. Mesmo assim, a redução na temperatura média em agosto-setembro possivelmente ocasionou a diminuição na taxa de fertilidade em setembro-outubro. Condição semelhante foi observada na queda da fecundidade dos ovos produzidos em maio-junho, precedida por diminuição da temperatura média, precipitação pluviométrica e umidade relativa nos meses de abril e maio.

Já a drástica redução na fertilidade em junho-julho foi decorrente, em grande parte, da finalização do programa de controle de luz (Figura 2).



Nota: A área destacada em amarelo refere-se à estação reprodutiva 2002-2003, sob manejo de luz de 16 horas diárias. A área em azul representa a fase de anestro seguida do início da estação seguinte.

Figura 3. Umidade relativa do ar, temperatura mensal média, número de ovos postos, e taxa mensal de

A impossibilidade de escolha da parceira pode ter afetado o desempenho dos machos neste experimento (BOTTONI *et al.*, 1993). Excepcionalmente, a estação reprodutiva foi mais longa que em anos anteriores.

Os acasalamentos se iniciaram logo após o alojamento das aves, e os primeiros ovos viáveis à incubação foram obtidos já no fim do mês de agosto.

A estação teve duração de mais de 10 meses, encerrando-se com o estabelecimento do inverno.

Na Figura 2, observa-se que o máximo de fertilidade foi obtido na segunda metade da estação reprodutiva. Pôde-se dividir a estação reprodutiva em três fases de fertilidade. No terço inicial houve aumento seguido de diminuição na taxa de fertilidade, partindo de 50 %, passando de 70 % logo em setembro, e caindo a pouco mais de 60 % no fim de novembro. Na fase intermediária, a taxa de fertilidade seguiu em constante elevação até ultrapassar os 90 % em março. Nos últimos meses, houve relativa estabilização nas maiores taxas até o mês de maio, quando começou rápido declínio até total encerramento da estação reprodutiva. Nos meses de julho, agosto e setembro não houve fertilização de ovos, embora os acasalamentos e a oviposição tivessem reiniciado em setembro.

As porcentagens de fertilidade e eclosão nessas mesmas fases foram de 76% e 55%, de 86% e 61,4% e de 91% e 90%, respectivamente, indicando um aumento na porcentagem de fertilidade e eclosão ao longo do período de postura (ISAAC *et al.*, 2001; NAKAGE *et al.*, 2001).

A partir de setembro de 2003 teve início a estação reprodutiva seguinte.

VARIAÇÕES HORMONAIS

Informações resumidas sobre a análise de variância dos hormônios em machos de perdizes sul-americanas (*Rhynchotus rufescens*) estão descritas na Tabela 2.

Tabela 2. Resumo da análise de variância das concentrações hormonais circulantes no plasma sanguíneo de machos de perdizes (*Rhynchotus rufescens*), durante a estação reprodutiva 2002-2003.

Fonte de variação ¹	Estradiol		Progesterona		Prolactina		Testosterona		Corticosterona	
	G. L. ²	Q. M. ³	G. L.	Q. M.	G. L.	Q. M.	G. L.	Q. M.	G. L.	Q. M.
Classe de produção de ovos férteis (C)	2	0,0411	2	0,0432	2	7,005**	2	0,1993	2	0,0214
Ave dentro de C ⁴	18	0,2724***	18	0,5794	18	1,2338***	18	0,6463***	18	0,0348
Mês de colheita sanguínea (M)	12	1,4556***	12	0,4568	12	3,0743***	12	0,1505	12	0,5920***
C*M	24	0,1432***	--	--	24	0,1731	24	0,1517	24	0,0524
Resíduo	336	0,0676	106	0,3984	331	0,1709	230	0,1162	317	0,0600
Total	392		138		387		286		373	
Coefficiente de Determinação, em %¹		54,54		27,37		60,25		41,70		33,71
Coefficiente de Variação, em %¹		21,17		88,20		14,67		38,71		9,06
Dose Média Geral (± Desvio-Padrão), em ng/mL⁵		0,084(±0,075)		0,96(±3,53)		7,30(±2,31)		0,196(±0,170)		619,2(±355,8)

¹ Valores obtidos pelos dados transformados

² G. L. = Graus de Liberdade; ³ Q. M. = Quadrado Médio.

⁴ Efeito utilizado como resíduo para testar o efeito de Classe de produção de ovos

⁵ Valores obtidos pelos dados reais

Efeitos estatisticamente significativos a: *** P < 0,01; ** P < 0,05; * P < 0,10.

Testosterona

Para testosterona, os machos apresentaram 0,196±0,170 ng/mL do hormônio circulando pelo plasma sanguíneo, durante a estação reprodutiva 2002-2003. O modelo matemático proposto explicou 41,7% da variação de testosterona, e as concentrações hormonais transformadas apresentaram coeficiente de variação igual a 38,71% (Tabela 2).

Não houve efeito significativo para a característica em questão (Tabela 2) capaz de explicar as variações plasmáticas ao longo do ensaio, e entre as classes de aves. Foi detectada apenas diferença entre as respostas individuais em cada classe, devido à variabilidade da população para esta característica. WINGFIELD *et al.* (1999) relataram

diferenças nas concentrações plasmáticas de testosterona ao longo da estação reprodutiva de aves pelecániformes, com as maiores concentrações no período de produção, e declínio marcante durante incubação. Ainda, estes autores não relacionaram a variação hormonal com sucesso ou falha na reprodução, tampouco no nível de produção.

A testosterona foi secretada na concentração plasmática de 0,135 ng/mL pelos machos de pouca fecundidade, 0,219 ng/mL pelos animais de fecundidade intermediária, e 0,189 ng/mL pelos indivíduos de maior fecundidade. Isto demonstrou o efeito regulatório da testosterona na capacidade reprodutiva dos machos de perdizes, tal qual em outras espécies de aves, onde a concentração estimulatória ideal apresentou-se próxima de 0,189 ng/mL de testosterona, enquanto a concentração de 0,219 ng/mL, ocasionou efeito de *feedback* negativo, reduzindo a capacidade fecundante dos machos.

Machos reprodutores de (*Picoides borealis*) tiveram baixa testosterona plasmática durante o período pré-reprodutivo, as mais altas concentrações durante a cópula e baixas concentrações durante as etapas de oviposição, incubação e anestro (KHAN *et al.*, 2001).

BOTTONI *et al.* (1993) relataram significativa diferença na testosterona plasmática de perdizes europeias (*Alectoris rufa*). Os machos que escolheram suas fêmeas apresentaram maior concentração plasmática de testosterona em relação a machos cujas parceiras foram previamente estabelecidas.

BISHOP & HALL (1991) constataram que galos expostos a estimulação por longo fotoperíodo (20 horas de luz: 4 horas de escuro) apresentaram aumento gradativo de testosterona plasmática e fecal seguida por redução após subsequente transferência de volta a fotoperíodos curtos (8 horas de luz: 16 horas de escuro).

Prolactina

Em média, os machos apresentaram $7,30 \pm 2,31$ ng/mL de prolactina no plasma sanguíneo. As concentrações de prolactina apresentaram coeficiente de variação de 14,67% e o modelo explicou 60,25 % da variação da característica. Houve efeito

significativo de número de ovos férteis ($P < 0,05$), ave dentro de classe ($P < 0,01$) e de mês de colheita a 1% de probabilidade (Tabela 2).

Indivíduos de baixa fecundidade secretaram, em média, 5,54 ng/mL de prolactina, 6,96 ng/mL os machos de média fecundidade, e 8,43 ng/mL os com maior número de ovos fecundados. DELEHANTY *et al.*, (1997) relataram efeito do tamanho da ninhada no nível circulante de prolactina em machos de (*Phalaropus tricolor*). Porém, segundo os autores, tanto machos de pequena como de grande ninhada tiveram concentrações de prolactina menores que o grupo intermediário. Tal situação não foi detectada entre as perdizes, indicando que a concentração limiar de prolactina circulante para inibição da fertilidade possivelmente seja maior que 8,43 ng/mL.

A prolactina já se apresentou elevada desde a primeira concentração e elevou-se ainda mais até o mês de abril quando atingiu o valor máximo de 8,99 ng/mL (Tabela 3). A partir de então declinou até o inverno, onde chegou à concentração mínima de 2,96 ng/mL em agosto. Com início da próxima estação reprodutiva, seus valores voltaram a subir (Tabela 3 e Figura 3).

Tabela 3. Valores médios das concentrações hormonais plasmáticas em machos de perdizes (*Rhynchotus rufescens*), obtidos dos dados reais, ajustados pelo método de quadrados mínimos e comparados estatisticamente pelo teste Tukey-Kramer a partir dos dados transformados em logaritmos de base 10, durante a estação reprodutiva 2002-2003.

Mês	Estradiol	Prolactina	Corticosterona
Out	0,062 b	7,10 de	661,1 bcde
Nov	0,067 b	8,24 ef	336,4 a
Dez	0,056 b	8,48 ef	586,7 bcde
Jan	0,064 b	8,01 ef	793,5 cdef
Fev	0,025 a	8,40 ef	876,3 def
Mar	0,061 b	8,69 ef	521,0 abc
Abr	0,148 c	8,99 f	533,6 abc
Mai	0,085 b	8,41 ef	615,9 abcd
Jun	0,069 b	5,57 bcd	1156,3 f
Jul	0,021 a	3,95 ab	1051,4 ef
Ago	0,202 c	2,96 a	359,8 ab
Out	0,169 c	4,97 abc	556,6 abcd
Nov	0,094 bc	6,96 cde	558,7 abcd

* Médias dispostas em colunas cujas letras diferem entre si são estatisticamente significativas a 5 %.

Nota: Os valores hormonais referentes aos meses de agosto e setembro de 2002, e setembro e dezembro de 2003 foram suprimidos das análises por escassez de informação.

Machos de (*Picoides borealis*) apresentaram níveis crescentes de prolactina desde o período pré-reprodutivo até a etapa de incubação, quando voltou a declinar (KHAN *et al.*, 2001).

Estradiol

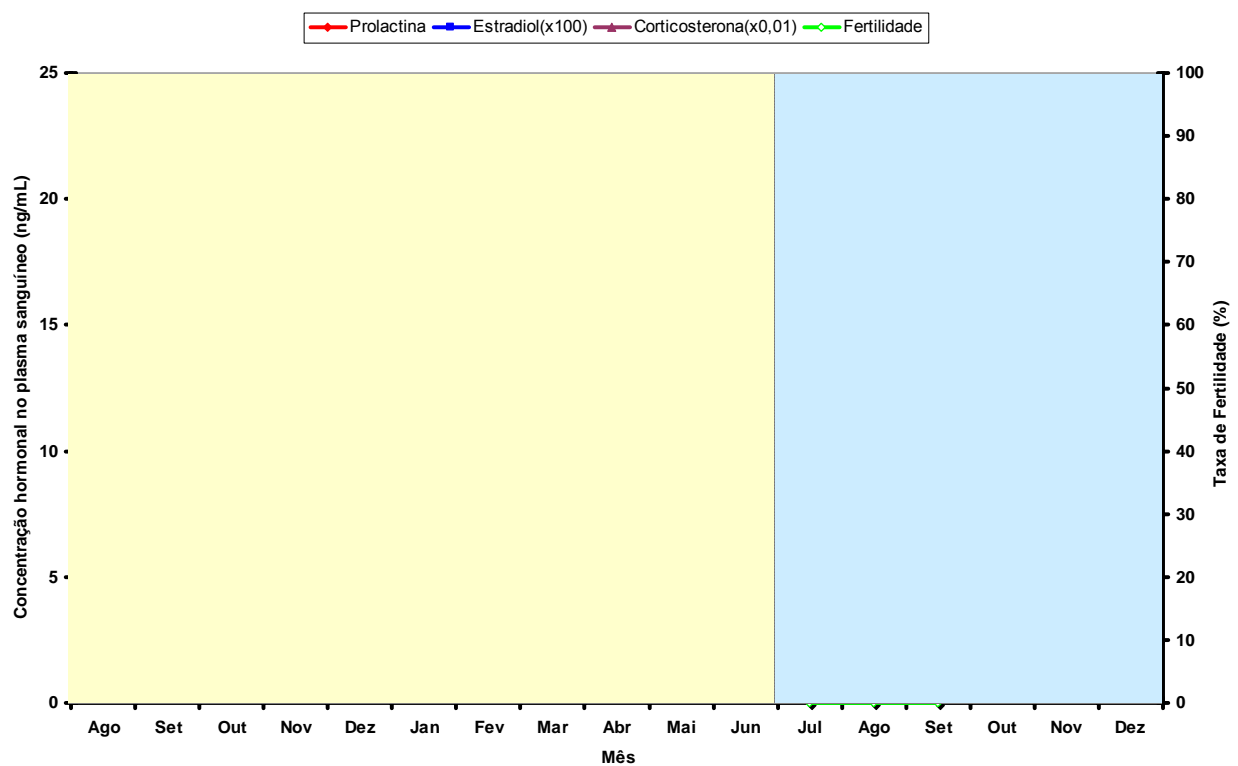
Os machos tiveram $0,084 \pm 0,075$ ng/mL de estradiol no plasma sanguíneo, durante a estação reprodutiva 2002-2003 (Tabela 2).

O coeficiente de determinação do modelo empregado na análise de estradiol foi 54,54 %, enquanto que o coeficiente de variação foi 21,17 %.

Houve efeito significativo ($P < 0,01$) de mês de colheita sanguínea e da interação classe X mês.

Os machos de baixa fecundidade de ovos secretaram 0,074 ng/mL de estradiol no plasma sanguíneo. Tanto os perdigões de média quanto os de alta fecundidade apresentaram, em média, 0,093 ng/mL do referido hormônio. O aumento secretório de estradiol, passando de 0,074 ng/mL para 0,093 ng/mL, comprovou o efeito de *feedback* positivo deste hormônio e sua contribuição na capacidade fecundante dos machos de perdizes. Contudo, a semelhança entre indivíduos classificados como fecundidade intermediária e alta, indicou efeito inibitório de outro hormônio mais forte que o efeito estimulatório do estradiol.

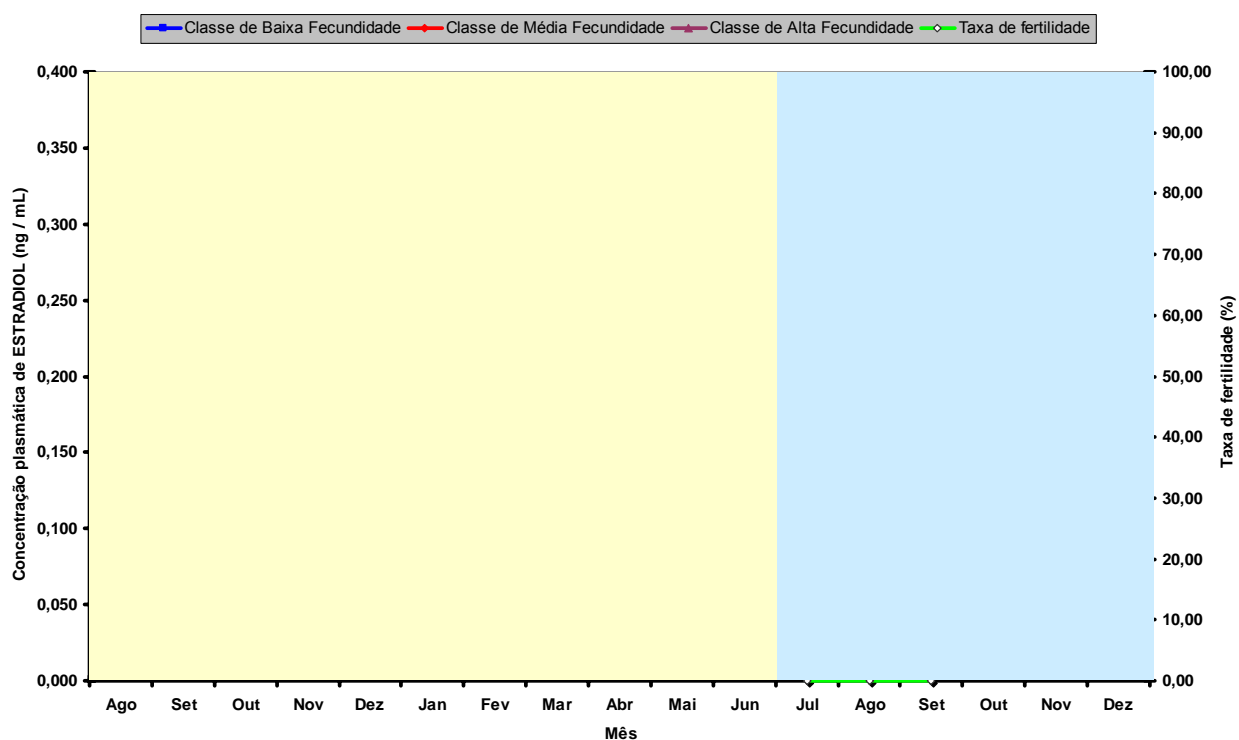
Em outubro de 2002, a concentração média de estradiol no plasma sanguíneo foi igual a 0,062 ng/mL (Tabela 3). Com secreção aparentemente oscilatória, houve significativa redução de estradiol em fevereiro, em comparação com os valores iniciais. Houve seqüencial elevação até abril, e a partir daí as concentrações foram reduzindo conforme o declínio na curva de fertilidade. Com o encerramento da estação reprodutiva, o estradiol atingiu a concentração mínima de 0,021 ng/mL. O estradiol elevou-se consideravelmente entre os meses de julho e agosto (Figura 3), já preparando o tecido testicular e as demais estruturas para a espermatogênese da estação reprodutiva subsequente.



Nota: A área destacada em amarelo refere-se à estação reprodutiva 2002-2003, sob manejo de luz de 16 horas diárias. A área em azul representa a fase de anestro seguida do início da estação seguinte.

Figura 4. Taxa mensal de fertilidade, variações mensais de estradiol, prolactina e corticosterona no plasma sanguíneo de machos de perdizes (*Rhynchotus rufescens*) criados em cativeiro, durante a estação reprodutiva 2002-2003.

Apesar do efeito de interação ter sido significativo para estradiol, este apresentou diferenças entre classes somente nos últimos meses de colheita, ou seja, já na estação reprodutiva seguinte (Figura 3). Assim, as diferenças entre meses dentro de cada classe foram similares ao ocorrido com o efeito de mês.



Nota: A área destacada em amarelo refere-se à estação reprodutiva 2002-2003, sob manejo de luz de 16 horas diárias. A área em azul representa a fase de anestro seguida do início da estação seguinte.

Figura 5. Taxa mensal de fertilidade, e variações mensais de estradiol, conforme as classes de fecundidade de ovos, e mês de colheita sanguínea, no plasma sanguíneo de machos de perdizes (*Rhynchotus rufescens*) criados em cativeiro, durante a estação reprodutiva 2002-2003.

Dentro da estação, as classes de machos apresentaram certo paralelismo entre suas curvas de estradiol (Figura 4). Essa tendência não foi observada na fase de anestro fisiológico das aves e início da nova estação reprodutiva.

Progesterona

No estudo da progesterona plasmática em machos de perdizes, o valor médio obtido foi de 0,96 ng/mL o desvio-padrão de 3,53 ng/mL (Tabela 2). Neste caso, não foi incluído o efeito de interação no modelo matemático, por escassez de informações em algumas parcelas. Pelos dados transformados, o modelo apresentado respondeu somente por 27,37 % da variação da característica. O coeficiente de variação foi muito alto, 88,2 %.

Nenhum dos efeitos testados apresentou diferença estatística significativa ($P < 0,05$).

Machos de baixa fecundidade de ovos tiveram 0,90 ng/mL de progesterona. Machos de média fecundidade apresentaram 2,23 ng/mL e os de alta fecundidade secretaram 0,90 ng/mL de progesterona plasmática, semelhante aos de baixa fecundidade. Tal acontecimento demonstrou que a concentração plasmática de progesterona com máximo efeito estimulante em perdigões pode estar próximo aos 0,90 ng/mL, ao passo que a concentração média de 2,23 ng/mL prejudicou a espermatogênese nos machos deste grupo. O fato dos animais de menor fecundidade terem apresentado os mesmos 0,90 ng/mL de progesterona plasmática que os de maior número de ovos férteis foi provavelmente resultante de outro efeito hormonal, com caráter inibitório.

Corticosterona

O hormônio de estresse corticosterona apresentou $619,2 \pm 355,8$ ng/mL de concentração no plasma, em média. As concentrações transformadas mostraram 9,06 % de variação e o modelo respondeu por 33,71 % da característica.

Os machos de *Rhynchotus* sofreram significativa influência ($P < 0,01$) do estado fisiológico em que se encontravam (mês de colheita sanguínea) e do grau de estresse causado pela hierarquia comportamental dentro do box (Tabela 2).

Segundo WINGFIELD *et al.* (1999) o fenômeno climático El Niño ocasionou altas concentrações de corticosterona plasmática nos meses iniciais do período reprodutivo em machos pelecániformes, inibindo o sucesso reprodutivo no referido ano. Mas, no ano consecutivo, quando não ocorreu o mesmo fenômeno, os autores constataram

progressivo aumento nos níveis plasmáticos da corticosterona, somente no decorrer da estação reprodutiva. E associaram tal variação ao estresse causado pela captura e manejo das aves no decorrido período.

Como era esperado, os machos mais produtivos apresentaram menor concentração plasmática de corticosterona (627,7 ng/mL), demonstrando-se mais acostumados à presença humana através da maior atividade reprodutiva. A concentração média de 660,2 ng/mL de corticosterona no plasma sanguíneo dos machos com menor fertilidade constatou o efeito prejudicial do estresse na criação de aves em cativeiro. Porém, os perdigões, similarmente a outros animais, apresentaram mecanismo de tolerância à ação esteróide, mantendo desempenho intermediário de perpetuação da espécie, mesmo com 698,4 ng/mL de corticosterona circulando no plasma sanguíneo (CHASTEL *et al.*, 2005).

Conforme pode se verificar na Tabela 3, pareceu haver uma periodicidade na oscilação da corticosterona em machos e um aumento na amplitude dessa ciclicidade dentro da estação reprodutiva, onde o valor máximo de corticosterona foi atingido no mês de junho, na terceira onda hormonal e no encerramento da reprodução (Figura 3).

CONCLUSÕES

Machos classificados pela baixa fertilidade de ovos apresentaram as menores concentrações plasmáticas de testosterona, estradiol e progesterona.

Apesar da prolactina estar relacionada à indução ao choco, e nesta espécie há a peculiaridade dos machos se responsabilizarem pela incubação dos ovos, as aves relacionadas à maior obtenção de ovos fécondados apresentaram também as maiores concentrações de prolactina circulante no plasma sanguíneo.

Machos de maior fecundidade tiveram a menor concentração média de corticosterona.

AGRADECIMENTOS

Especiais agradecimentos à FAPESP, Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, pelos recursos financeiros disponibilizados à execução do presente trabalho.

A equipe do laboratório de radioimunoensaio / DMFA / FCAV / UNESP / Jaboticabal, pela disponibilidade das instalações e equipamentos.

Ao professor Dr. R.D. Malheiros, por sua supervisão e tutoria nas análises laboratoriais em Jaboticabal (FCAV/UNESP).

Ao professor Dr. C.R. Franci, coordenador do laboratório de endocrinologia / Dep.Fisio / FMRP / USP / Ribeirão Preto (FMRP/USP).

À técnica laboratorista sra S.Z. Baptista, por sua supervisão e tutoria nas análises laboratoriais em Ribeirão Preto / FMRP / USP.

E ao professor Dr. J.A. Oliveira, por sua supervisão e tutoria nas análises estatísticas.

REFERÊNCIAS

BACON, W.L.; LONG, D.W.; KURIMA, K. *et al.*. Coordinate pattern of secretion of luteinizing hormone and testosterone in mature male turkeys under continuous and intermittent photoschedules. *Poultry Science*, Poultry Science Association, v.73, n.6, p.864-870. junho de 1994.

BISHOP, C.M.; HALL, M.R.. Non-invasive monitoring of avian reproduction by simplified faecal steroid analysis. *J. Zool.*, Lond. v.224, p.649-668, 1991.

BOTTONI, L.; MASSA, R.; LEA, R.W. *et al.* Mate choice and reproductive success in the red-legged partridge (*Alectoris rufa*). *Hormones and Behavior*, Elsevier Inc. v.27, p. 308-317, 1993.

BURGER, M.I.. Ciclo reprodutivo de machos de uma população de *Nothura maculosa*, (*Temminck*, 1815) (Aves, *Tinamidae*) no Rio Grande do Sul, Brasil. *Iheringia - Série Zoológica*, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil, v.73, p.77-90, 1992.

BURKE, W.H. Reprodução das aves. In: SWENSON, M. J. *Dukes: Fisiologia dos Animais Domésticos*. 10ª edição. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1988. p. 731-743.

CARNIO, A.; MORO, M.E.G.; GIANNONI, M.L.. Estudos para a criação e reprodução em cativeiro da ave silvestre, *Rhynchotus rufescens* (Tinamiformes), com potencial para exploração zootécnica. *Ars Veterinária*, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, UNESP, Campus de Jaboticabal, Jaboticabal, São Paulo, Brasil, v.15, n.2, p.140-143. Agosto de 1999. ISSN 0102-6380.

CHASTEL, O.; LACROIX, A.; WEIMERSKIRCH, H. *et al.* Modulation of prolactin but not corticosterone responses to stress in relation to parental effort in a long-lived bird. *Hormones and Behavior*. Elsevier, v 47, p 459-466, 2005.

COSTA, C.A. Pontos críticos do manejo de matrizes. In: *Coleção FACTA: Manejo de Matrizes*. Campinas: Fundação APINCO de Ciência e Tecnologia Avícolas, p.1-10, 1994.

DEGEN, A.A.; WEIL, S.; ROSENSTRAUCH, A. *et al.* Seasonal plasma levels of luteinizing and steroid hormones in male and female domestic ostriches (*Struthio camelus*). *General and Comparative Endocrinology*, Academic Press Inc., v.93, n.1, p.21-27, janeiro de 1994.

DELEHANTY, D.J.; ORING, L.W.; FIVIZZANI, E.J.. Circulating prolactin of incubating male Wilson's phalaropes corresponds to clutch size and environmental stress. *The Condor*, The Cooper Ornithological Society, v.99, p.397-405, 1997.

HIRSCHENHAUSER, K.; MOSTL, E.; PECZELY, P. *et al.*. Seasonal relationships between plasma and fecal testosterone in response to GnRH in domestic ganders. *General and Comparative Endocrinology*, Elsevier Science, v.118,n.2, p.262-272, may 2000.

ISAAC, F.L. *et al.* Fatores que afetam a reprodução de perdizes *Rhynchotus rufescens* em cativeiro. In: XIII Congresso de Iniciação Científica da Universidade Estadual Paulista: Ciências Biológicas, 2001, Bauru. *Resumos...* Bauru: Universidade Estadual Paulista, 2001. p. 321.

KHAN, M.Z.; MCNABB, F.M.A.; WALTERS, J.R. *et al.*. Patterns of testosterone and prolactin concentrations and reproductive behavior of helpers and breeders in the cooperatively breeding red-cockaded woodpecker (*Picoides borealis*). *Hormones and Behavior*, Academic Press. v.40, p.1-13, 2001.

MORO, M.E.G. Desempenho e características de carcaça de perdizes (*Rhynchotus rufescens*) criadas com diferentes programas de alimentação na fase de crescimento. 1996. 75 p. *Tese (Doutorado em Zootecnia, Área de concentração em Produção Animal)* - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, 1996.

NAKAGE, E.S.; THOLON, P.; QUEIROZ, S.A. *et al.*. Produção, fertilidade e eclodibilidade dos ovos em função do peso dos mesmos, em perdiz (*Rhynchotus rufescens*). In: Conferência APINCO 2001 de Ciência e Tecnologia Avícolas, 2001, Campinas, São Paulo. *Revista...* Campinas: APINCO, suplemento 3, p.3. 2001.

NEWCOMER, W.W.. Reserpine and adrenocortical function in chickens. *American Journal of Physiology*, p.202-337, 1962 In: STURKIE, P.D. Adrenales. *Fisiología Aviar*, Acribia, Zaragoza, España, 2ª ed., p.529-551.1986.

SMIDT, D.; ELLENDORFF, F. La importancia de la reproducción para la producción animal. In: *Endocrinología y Fisiología de la Reproducción de los Animales Zootécnicos*. Zaragoza: Editorial Acribia, 1972b. p. 17-26.

STURKIE, P.D. Body fluids: blood. In: Sturkie, P.D. *Avian Physiology*. Springer, New York, 5ª edição, p.102-121. 1986.

THOLON, P. *et al.* Estimativas de correlação entre características reprodutivas de perdizes (*Rhynchotus rufescens*) criadas em cativeiro. In: 38ª. Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2001, Piracicaba. *Anais...* [S.l.: s.n.]. 2001b, p. 690-691.

WINGFIELD, J.C.; FERNANDEZ, G.R.; MORA, A.N. *et al.*. The effects of an “El Niño” southern oscillation event on reproduction in male and female blue-footed boobies, *Sula nebouxii*. *General and Comparative Endocrinology*, Academic Press, v.114, p.163-172. 1999.

ZAR, J.H.. Biostatistical analysis. *Prentice-Hall Inc.*, New Jersey, USA, 4th ed., p.255-281. 1999.

CAPÍTULO 4 - AVALIAÇÃO HORMONAL E DO ESTRESSE EM PERDIZES (*Rhynchotus rufescens*) CRIADAS EM CATIVEIRO, FORA DA ESTAÇÃO REPRODUTIVA

RESUMO

Sob condições de estresse, as aves apresentam, como resposta corporal, uma série de alterações metabólicas e hormonais a fim de se adaptar às agressões do meio. Para estabelecer a associação das concentrações plasmáticas de corticosterona e prolactina com a característica indicativa de estresse, foram avaliados 21 machos e 22 fêmeas de perdizes (*Rhynchotus rufescens*) alojados em um galpão avícola convencional. De cada ave, foram efetuadas três medições matinais do tempo de permanência em imobilidade tônica, a intervalos de sete dias. Adicionalmente, foram colhidas amostras sanguíneas de aproximadamente 2,0 mL, através da punção da veia braquial, com seringa descartável heparinizada de 3 mL e agulhas 25x7 mm, 15 dias antes da primeira medição do tempo em imobilidade tônica (final de junho), e 3 dias após a última medição (final de julho). As informações prévias sobre produção de ovos pelas fêmeas e fecundação de ovos pelos machos de perdizes, obtidas durante a estação reprodutiva 2002-2003, foram utilizadas para classificação das aves conforme o desempenho produtivo em cativeiro. Nenhum dos efeitos testados para corticosterona foi significativo, em cada um dos sexos. No curto período de 30 dias, houve significativa redução da prolactina circulante no sangue, sendo que os machos variaram de 5,77 a 3,95 ng/mL, enquanto as fêmeas reduziram de 6,03 para 4,44 ng/mL. Não foi encontrada correlação significativa ($P > 0,05$) entre quaisquer das características avaliadas no presente trabalho, tanto em machos quanto em fêmeas. O tempo de permanência em imobilidade tônica não foi indicativo do estado de estresse em perdizes criadas em cativeiro.

PALAVRAS-CHAVE

Corticosterona, prolactina, tinamídeo, medo, imobilidade tônica, anestro

ABSTRACT

In many stress conditions, birds presents an organic response with a series of metabolic and hormonal alterations, to become accustomed to environmental agressions. The objective of this study was to associate corticosterone and prolactin plasmatic concentrations with a indicative stress characteristic, evaluating 21 post-breeding partridge males and 22 post-breeding partridge females (*Rhynchotus rufescens*) carried out in a conventional avian barn. One time per week, during three consecutives weeks, mensurations of tonic immobility response were made in the morning. In addition, blood samples about 2.0 mL were collected via brachial vein puncture, using anticoagulating siryngue and 25x7 mm needles, 15 days before first tonic immobility mensuration (end of june-2003), and again three days after last mensuration (end of july-2003). Previous informations about female egg production e male egg fertilization, during 2002-2003 breeding season were used to bird classification by productive performance in captivity. None of effects tested to corticosterone secretion was significative in any sex. Although in a short time period, 30 days approximately, prolactin concentration significative reduced in blood circulation, where males declined from 5.77 to 3.95 ng/mL, and females declined from 6.03 to 4.44 ng/mL. No correlation was find significative ($P>0.05$) among any evaluated characteristics, for both sexes. Tonic immobility response was not a stress determination to partridges raised in captivity.

KEYWORDS

Corticosterone, prolactin, tinamou, fear, tonic immobility, anestrus

INTRODUÇÃO

Quanto maior o conhecimento da regulação hormonal do estresse e maior o controle das variações externas e sua interferência na criação comercial das aves, tanto maior será a produtividade e lucratividade desta atividade.

O estresse foi descrito como o estado interno das aves que demanda uma série de respostas fisiológicas, resultantes de uma mudança de ambiente. Contudo, em muitas ocasiões não se considera todo e qualquer estado de estresse existente, mas somente aqueles oriundos de situações de manejo que afetem prejudicialmente a saúde das aves. Essas variações fisiológicas e comportamentais podem ser mais facilmente detectadas em espécies de aves que habitam altas latitudes, onde há grande oscilação de condições climáticas, fotoperíodo ou disponibilidade de alimento. WINGFIELD *et al.* (1995) verificaram que durante a estação reprodutiva, as respostas adrenocorticais de aves do continente Ártico, frente a tempestades irregulares, alteraram seus padrões comportamentais, resultando em interrupção da incubação dos ovos.

Segundo COSTA (1994), plantéis comerciais de aves livres de condições estressantes apresentaram mínimos problemas patológicos. Ainda tiveram maior uniformidade e melhor viabilidade, necessitando menos da utilização de drogas farmacêuticas e respondendo satisfatoriamente aos programas de vacinação. No entanto, sob condições de estresse, essas aves apresentaram uma série de alterações metabólicas e hormonais, requerendo da alimentação nutrientes essenciais ao crescimento ordenado, formação de penas, maturidade sexual em tempo adequado e manutenção da produção, ocasionando, com muita frequência, desenvolvimento desordenado, artrite, baixa produção, ausência de pico de postura, imunossupressão pela diminuição do número de células linfocitárias e alteração no tamanho dos órgãos linfóides (COSTA, 1994). A ocorrência do estresse pode estar associada à subordinação social, luta por espaço nos comedouros e bebedouros, ocasionando atraso na maturidade sexual, tanto de machos quanto de fêmeas, e resultando em aves de classe inferior (OTTINGER & MENCH, 1989).

Uma opção seria selecionar espécies ou linhagens de aves mais adaptadas às variações climáticas de cada região. Exemplificando, as perdizes (*Rhynchotus rufescens*), por serem naturalmente acostumadas às condições ambientais do território brasileiro, apresentam potencial vantagem no sucesso da avicultura de espécies não-tradicionais.

As perdizes (*R. rufescens*) apresentam comportamento peculiar sob condições de estresse. Bastante desconfiadas, preferem correr e se esconder, a voar. Quando se sentem ameaçadas, imobilizam-se instantaneamente, permanecendo com o pescoço reto, parte posterior do corpo levantada, ou então, deitam-se no chão permanecendo escondidas e imóveis durante longo tempo, a ponto de se fingirem de mortas (SICK, 1997). Tal comportamento é denominado imobilidade tônica (IT). FIGUEIREDO *et al.* (2003) verificaram que o tempo médio de perdizes cativas induzidas a IT foi de 379,4 segundos, ou aproximadamente 6,3 minutos, com desvio-padrão próximo de 8,6 minutos. Relataram também que as perdizes avaliadas apresentaram diferenças no grau de estresse, demonstrando que algumas sofreriam menos as condições incômodas inerentes ao cativeiro, em relação a outras.

Depois do primeiro susto, as perdizes em vida livre levantam-se e procuram um ângulo melhor para examinar o perigo. Então, escondem-se atrás de folhas ou capim. Se perseguidas, cansam-se rapidamente quando não têm a possibilidade de parar, pois apresentaram irrigação arterial ineficiente para os esforços prolongados (SICK, 1997). Esta espécie possui musculatura de vôo bastante desenvolvida (28,6% a 32,8% do peso total) (MORO & GIANNONI, 1994), mas alçam vôo apenas como último recurso, sendo o mesmo pesado e retilíneo.

Segundo WINGFIELD *et al.* (1995), há divergências entre as espécies de aves e a intensidade de suas respostas adrenocorticais após captura. Se há espécies que não apresentam variação significativa nas concentrações plasmáticas de corticosterona, outras respondem expressivamente a protocolos de estresse em série. Os mesmos

autores relataram que há inclusive espécies que apresentam diferença entre os sexos, com machos demonstrando maior sensibilidade ao estresse agudo.

Em termos fisiológicos, a produção de corticosteróides e a atrofia das gônadas interferem no comportamento sexual (CAMPOS, 1994). Exemplificando, o estresse calórico agudo resultou em declínio na síntese de hormônio liberador do hormônio luteinizante, pelo hipotálamo, diminuindo a secreção hipofisária de hormônio luteinizante (LH) e reduzindo o desempenho reprodutivo (DONOGHUE *et al.*, 1989). Esta resposta reprodutiva muito rápida ao calor foi atribuída à secreção aumentada de corticosterona pelas glândulas adrenais; e *feedback* negativo de corticosterona no hipotálamo. Desta forma, qualquer estresse ambiental ou de manejo que eleve a corticosterona pode deprimir rapidamente a produção de ovos (PROUDMAN, 1994).

Já WINGFIELD *et al.* (1995) não detectaram correlação entre peso corporal ou longevidade da espécie com a concentração máxima de corticosterona plasmática em protocolos de estresse em série, descartando as hipóteses de influência do tamanho das aves ou a sua idade na secreção hormonal. Por outro lado, os autores constataram concentrações plasmáticas de corticosterona significativamente menores em aves com maiores cuidados parentais, demonstrando o impacto do estresse na perpetuação das espécies.

Tal qual em mamíferos, BURKE (1988) relacionou duas substâncias cerebrais, serotonina e hormônio liberador de tireotrofina, como estimuladoras da liberação de prolactina a partir da hipófise de várias espécies de aves. E, os níveis séricos elevados de prolactina que precedem os sinais comportamentais do choco, inibem as funções hipofisárias e gonadais, com conseqüente regressão dos testículos e ovários, determinando a finalização da estação reprodutiva. Estas associações denotam à prolactina papel semelhante ao da corticosterona na regulação do estresse.

Contudo, pouco se sabe acerca da endocrinologia das perdizes, e apesar de seu potencial para produção de carne, é preciso detectar os fatores que causam estresse a esta espécie, quando criadas em cativeiro, bem como conhecer suas reações, em tipo e intensidade, a fim de estabelecer estratégias de manejo voltado à máxima produtividade, e adequados ao bem-estar dessas aves.

OBJETIVOS

Deste modo, o presente estudo teve como objetivos:

- detectar e quantificar as concentrações do hormônio relacionado ao estresse, corticosterona, ao final da estação reprodutiva 2002-2003 em machos e fêmeas de *Rhynchotus rufescens*;

- detectar e quantificar as concentrações do hormônio relacionado ao comportamento de choco e incubação, prolactina, ao final da estação reprodutiva 2002-2003 em machos e fêmeas de *Rhynchotus rufescens*;

- avaliar se a concentração plasmática de prolactina é indicativa de estresse, através de sua associação com a concentração de corticosterona, ao final da estação reprodutiva 2002-2003 em machos e fêmeas de *Rhynchotus rufescens*;

- avaliar se a característica tempo de permanência em imobilidade tônica é indicativa de estresse, através de sua associação com a concentração de corticosterona, ao final da estação reprodutiva 2002-2003 em machos e fêmeas de *Rhynchotus rufescens*;

MATERIAL E MÉTODOS

INSTALAÇÕES E MANEJO GERAL

A colheita de dados e material biológico foi conduzida no Setor de Animais Silvestres do Departamento de Zootecnia da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da Universidade Estadual Paulista (UNESP), Câmpus de Jaboticabal, localizado a 21° Sul de latitude, 48° Oeste de longitude e 595 m de altitude. Desde julho-2002, havia 27 casais de perdizes (*Rhynchotus rufescens*) alojados em um galpão avícola convencional, para acompanhamento da estação reprodutiva 2002-2003. Este aviário estava disposto em sentido leste-oeste e era de alvenaria coberto por telhas de amianto e protegido, nas laterais, por cortinas de plástico. Seu interior estava dividido em boxes cercados por tela de arame, de dimensões de 2,0x1,0x2,1 m. Seu piso era concretado e foi coberto com cama de feno de gramínea (*Cynodon dactylon*). No decorrer da estação, diversos animais vieram a óbito, por condições não determinadas, restando apenas 21 machos e 22 fêmeas para o estudo de estresse em perdizes na fase de anestro, em primeiro e segundo ciclos reprodutivos. Os animais receberam

ração de postura peletizada à base de farelo de soja e milho, fornecida *ad libitum* (MORO, 1996). O fornecimento de água também foi *ad libitum*, em bebedouros automáticos pendulares.

No manejo sanitário incluíram-se práticas de checagem anual de infestações por endo e ectoparasitos, administrando medicação somente quando necessário. Não foi utilizada qualquer vacina, pois esta espécie apresenta-se resistente às enfermidades de maior incidência na avicultura tradicional (SOUSA *et al.*, 1999). Os animais permaneceram no galpão isolados de outras aves selvagens, minimizando a transmissão de enfermidades.

COLHEITA DE INFORMAÇÕES E MATERIAL BIOLÓGICO

Com o término da estação reprodutiva 2002-2003 em julho-2003, foi avaliado o tempo de permanência em imobilidade tônica nos machos e fêmeas de perdizes. De cada ave alojada, foram feitas três medições matinais, a intervalos de sete dias. Foi medido o tempo em que permaneceram com este reflexo, depois de colocadas em posição de decúbito dorsal. As medições foram feitas por cronômetros digitais, com precisão de centésimos de segundo. Para ser considerado em estado de imobilidade tônica, o animal teve que permanecer imóvel, pelo menos, por dez segundos. O tempo máximo estabelecido foi de uma hora, quando então os animais eram retirados do transe.

As informações prévias sobre produção de ovos pelas fêmeas e fecundação de ovos pelos machos de perdizes, obtidas durante a estação reprodutiva 2002-2003, foram utilizadas para classificação das aves conforme o desempenho produtivo em cativeiro.

Adicionalmente, foram colhidas amostras sanguíneas de aproximadamente 2,0 mL, através da punção da veia braquial, com seringa descartável heparinizada de 3 mL e agulhas 25x7 mm, de cada um dos 43 indivíduos, 15 dias antes da primeira medição do tempo de permanência em imobilidade tônica (final de junho), e 3 dias após a última medição (final de julho). As colheitas tiveram início às 05:00h da manhã, e se

encerraram por volta das 13:00h. Buscou-se variar aleatoriamente a ordem em que os indivíduos foram manipulados durante as colheitas de sangue, e cada indivíduo foi pesado antes de ser recolocado no respectivo box. Em cada colheita, as amostras foram mantidas resfriadas, em gelo, até sua centrifugação, a 2.000 rpm por cinco minutos. O plasma obtido foi separado, congelado a -20 °C e armazenado.

ANÁLISES LABORATORIAIS

As dosagens de corticosterona e prolactina foram efetuadas por radioimunoensaio, com o uso de kits comerciais de duplo anticorpo, sendo adotado os procedimentos recomendados pelo fabricante.

ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Neste experimento foi empregado o delineamento inteiramente casualizado com medidas repetidas no tempo. Com o intuito de verificar a distribuição dos dados amostrais, foram empregados testes de normalidade para os hormônios corticosterona e prolactina, e para o tempo de permanência em imobilidade tônica (IT). Apenas as concentrações de prolactina apresentaram distribuição normal. Assim, as outras duas variáveis foram submetidas à transformação matemática, para se aproximarem da distribuição normal e ao processamento das análises estatísticas. A transformação utilizada foi a logarítmica de base dez. A partir disso, as medidas foram analisadas pelo método dos quadrados mínimos, conforme o sexo, seguindo o modelo estatístico:

$$Y_{ijkl} = \mu + C_i + M_j + AC_{ki} + CM_{ij} + e_{ijkl}, \quad \text{em que:}$$

Y_{ijkl} = concentração plasmática do hormônio avaliado;

μ = média geral para o hormônio avaliado;

C_i = efeito fixo da classe de produção de ovos, em que $i = 1, 2, \text{ e } 3$;

M_j = efeito fixo do mês de colheita sanguínea, em que $j = 1, 2, \dots, \text{ e } 13$;

AC_{ki} = efeito aninhado de ave dentro de classe, em que $k = 1, 2, \dots, \text{ e } 27$;

CM_{ij} = efeito de interação entre classe e mês;

e_{ijkl} = erro aleatório pressuposto normal e independentemente distribuído com $\mu = 0$ e variância = σ_e^2 .

Para as dosagens hormonais foram analisados distintamente em cada sexo os efeitos de classe de produção/fecundação de ovos, mês da colheita sanguínea, ave dentro de classe e interação classe-mês. Por outro lado, os efeitos testados na característica de estresse IT foram classe de produção/fecundação de ovos, ordem de medida do tempo em imobilidade tônica, ave dentro de classe, e interação classe-medida.

O efeito de mês representa as variações hormonais e comportamentais influenciadas pelas condições climáticas, manejo ou estado fisiológico na fase de anestro. Segundo ZAR (1999), em todo experimento com medidas repetidas presume-se haver correlações entre essas repetições dentro de cada unidade experimental. Assim, foi incluído o efeito de aves aninhado em classe de produção/fecundação de ovos e o mesmo foi utilizado como resíduo no teste do efeito principal de classe de produção/fecundação de ovos.

As fêmeas de perdizes que, no decorrer da estação reprodutiva, não botaram ou botaram somente um ovo foram excluídas da curva de produção de ovos e suas concentrações hormonais foram desconsideradas nas análises estatísticas. A produção de ovos das demais fêmeas foi classificada em baixa, média e alta produção. Aves de baixa produção botaram entre dois e 12 ovos, as de média produção botaram entre 13 e 34 ovos, e as de alta produção, entre 35 e 52 ovos.

De semelhante modo, os machos de perdizes que, no decorrer da estação reprodutiva, fecundaram apenas um ou nenhum ovo foram excluídos da curva de fertilidade. Suas concentrações hormonais foram desconsideradas nas análises estatísticas. Os demais machos foram classificados em classes de baixo, médio ou alto número de ovos fecundados. Aves de baixa fecundidade tiveram entre dois e nove ovos. Aves de média fecundidade tiveram entre 10 e 24 ovos. Aves de alta fecundidade tiveram entre 25 e 44 ovos.

A formação e a consistência do arquivo de dados foram realizadas no programa estatístico SAS® (1999), sendo empregado o procedimento GLM para a realização das análises de variância.

As médias hormonais e do tempo em imobilidade tônica, ajustadas por quadrados mínimos (LSMEANS do SAS® 1999), foram comparadas pelo teste de Tukey-Kramer, com nível de significância de 5 %. Apesar do teste ser realizado com base nos dados transformados, as médias apresentadas e discutidas no presente trabalho se referem aos dados reais, sem transformação matemática.

A partir dos dados originais foram calculados valores médios para corticosterona, prolactina e imobilidade tônica, em cada ave avaliada. Através destes resultados foram calculados os coeficientes de correlação de Pearson, para avaliar as possíveis relações entre as características, duas a duas (CORR do SAS® 1999).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 encontra-se o resumo das análises de variância para corticosterona, prolactina e tempo de permanência em imobilidade tônica em perdizes, conforme o sexo, após a estação reprodutiva 2002-2003.

Tabela 1. Resumo da análise de variância do tempo de permanência em imobilidade tônica, e da corticosterona e prolactina circulantes no plasma sanguíneo de fêmeas e machos de perdizes (*Rhynchotus rufescens*), durante anestro estacional de 2003.

Fonte de variação ¹	Corticosterona		Prolactina		Imobilidade	
	G. L. ²	Q. M. ³	G. L.	Q. M.	G. L.	Q. M.
Machos						
Classe de fecundação de ovos (C)	2	0,0496	2	20,5498	2	1,6261*
Ave dentro de C ⁴	15	0,0466	16	9,7259	15	0,5182**
Ordem de medida (M)	1	0,0213	1	32,9607**	2	0,5261
C*M	2	0,0005	2	2,8654	4	0,0397
Resíduo	18	0,0481	26	6,1850	30	0,2253
Total	38		47		53	
Coefficiente de Determinação, em %¹		47,65		61,80		64,60
Coefficiente de Variação, em %¹		7,30		48,08		18,36
Média Geral (± Desvio-Padrão)¹		3,00(±0,21)		-		2,5847(±0,4746)
Média Geral (± Desvio-Padrão)⁵		1.116,5(±462,6) ng/mL		5,17(±2,48) ng/mL		811,1(±770,1) segundos
Fêmeas						
Classe de produção de ovos totais (C)	2	0,0057	2	5,8189	2	0,1608
Ave dentro de C ⁴	16	0,0545	16	8,5278***	16	0,6628***
Ordem de medida (M)	1	0,0964	1	26,6214***	2	0,0244
C*M	2	0,0168	2	0,2202	4	0,4452*
Resíduo	27	0,0472	28	2,5493	32	0,1862
Total	48		49		60	
Coefficiente de Determinação, em %¹		45,33		72,83		68,11
Coefficiente de Variação, em %¹		7,40		28,44		17,70
Média Geral (± Desvio-Padrão)¹		2,93(±0,21)		-		2,4372(±0,4315)
Média Geral (± Desvio-Padrão)⁵		968,3(±448,7) ng/mL		5,61(±1,59) ng/mL		588,9(±568,9) segundos

¹ Valores obtidos pelos dados transformados, com exceção da prolactina

² G. L. = Graus de Liberdade; ³ Q. M. = Quadrado Médio.

⁴ Efeito utilizado como resíduo para testar o efeito principal de Classe de produção/fecundação de ovos

⁵ Valores obtidos pelos dados reais

Efeitos estatisticamente significativos a: *** P < 0,01; ** P < 0,05; * P < 0,10.

CORTICOSTERONA

Nenhum dos efeitos testados para corticosterona foi significativo, tanto em machos quanto em fêmeas, semelhante aos resultados de WINGFIELD *et al.* (1999), que não detectaram variação hormonal durante o período de anestro fisiológico em espécie pelecaniforme, a *Sula nebouxii*. Por outro lado, os autores verificaram que nas fêmeas, as concentrações máximas de corticosterona foram associadas ao fenômeno climático El Niño, que levou ao fracasso reprodutivo da população em estudo no referido ano.

Através do modelo estatístico utilizado, foram identificados 47,65% dos efeitos em machos e 45,33% em fêmeas, responsáveis pela secreção plasmática de corticosterona em *Rhynchotus* (Tabela 1). Em ambos os sexos, detectou-se pouca

variação hormonal na época avaliada, com coeficiente de variação para machos de 7,30 % e para fêmeas, 7,40 %. Apesar da baixa variação nas concentrações de corticosterona, os coeficientes de determinação sugerem que há outros efeitos interferindo na secreção hormonal das aves, mas que não foram identificados no presente estudo.

Pela Tabela 1, os machos ($1.116,5 \pm 462,6$ ng/mL) apresentaram concentrações mais altas que as fêmeas ($968,3 \pm 448,7$ ng/mL), de corticosterona circulante no plasma sanguíneo, aparentando maior estresse que as fêmeas. Considerando os relatos de WINGFIELD *et al.* (1995), esperava-se que elas apresentassem valores elevados, pois são os machos das perdizes que demonstram os cuidados parentais com seus filhotes. Independente do sexo, os animais que realizam a incubação dos ovos apresentam maior sensibilidade aos fatores estressantes, se comparados à fase de acasalamento e postura. Depois de iniciado o estágio de incubação em patolas-de-pés-azuis (*Sula nebouxii*), WINGFIELD *et al.* (1999) verificaram que a sensibilidade adrenocortical ao estresse agudo, levou ao abandono dos ninhos pelos reprodutores.

É pouco provável que o método adotado para contenção e manipulação das aves tenha sido fator preponderante para as altas concentrações plasmáticas de corticosterona, pois AL-ANKARI (1998) verificou que tanto a contenção manual quanto a sedação elevaram a concentração plasmática de corticosterona em falcões (*Falco cherrug*), indicando que a contenção química de aves selvagens não minimizaria o estresse causado pelo manejo da colheita sanguínea.

PROLACTINA

De acordo com a Tabela 1, o modelo estatístico explicou melhor as concentrações plasmáticas de prolactina em fêmeas (72,83 %) do que em machos (61,80 %). Deste modo, houve maior variação dos dados originados em machos (48,08 %), se comparados às fêmeas (28,44 %).

Em ambos os sexos, foi evidenciado (Tabela 1) o efeito do mês de colheita sanguínea ($P < 0,05$ em machos, e $P < 0,01$ em fêmeas). Mesmo em curto período de tempo, aproximadamente 30 dias, houve significativa redução na prolactina circulante

no sangue, sendo que para os machos variou de 5,77 a 3,95 ng/mL, enquanto nas fêmeas houve redução de 6,03 para 4,44 ng/mL.

As aves apresentaram similares concentrações médias de prolactina, onde os machos tiveram $5,17 \pm 2,48$ ng/mL, e as fêmeas, $5,61 \pm 1,59$ ng/mL, como pode ser verificado pela Tabela 1. Isto foi devido talvez à importância endócrina que este hormônio apresenta em ambos os sexos. O fato da prolactina controlar a interrupção da postura nas fêmeas e estimular o comportamento de choco nos machos, pode exigir concentrações semelhantes deste hormônio na circulação sanguínea dos dois sexos, mas com tecidos/órgãos-alvo e efeitos distintos.

Ainda, as fêmeas apresentaram forte variação individual dentro de cada classe ($P < 0,01$). A tentativa de classificá-las pelo grau de produção de ovos não foi suficiente para reunir aves com sínteses hormonais semelhantes.

Ao estudar variações anuais nas concentrações circulantes de prolactina em machos de *Phalaropus tricolor*, DELEHANTY *et al.* (1997) encontraram baixas concentrações hormonais em anos de maior condição estressante.

IMOBILIDADE TÔNICA

A característica indicativa de estresse em perdizes cativas utilizada neste estudo foi o tempo de permanência em imobilidade tônica (IT). O modelo estatístico empregado explicou mais de 64 % dos efeitos regulatórios desta característica nos machos, e mais de 68 % nas fêmeas (Tabela 1). Isso sugere que ainda há outros fatores, além dos identificados e incluídos no modelo, capazes de influenciar a tolerância das perdizes à presença humana.

O coeficiente de variação para a IT entre os machos foi de 18,36 %, e entre as fêmeas, 17,70 %. O efeito de aves aninhado em classes foi significativo tanto para os machos ($P < 0,05$) quanto para as fêmeas ($P < 0,01$). Tal resultado indicou que, mesmo agrupando os dados de indivíduos com igual sexo e semelhante desempenho reprodutivo, eles foram heterogêneos e variaram a intensidade de sua resposta comportamental frente certo agente estressante, em cada grupo.

As médias de IT para os machos na classe de baixa fecundação foram 716,0 segundos (11,93 minutos), os de média fecundação, 419,4 segundos (6,99 minutos), e os de alta fecundação, 1.214,8 segundos (20,24 minutos) em imobilidade tônica, sendo que os de alta fecundação estavam mais estressados que os animais de média fecundação ($P < 0,10$).

Já nas fêmeas, houve efeito significativo da interação ($P < 0,10$) entre a classe de produção e o dia da tomada da medida de imobilidade tônica, indicando tendência das aves em responder ao fator estressante mais rapidamente a cada manipulação, e conforme o grau de produção. Aparentemente, houve redução no limiar de tolerância à manipulação humana, onde as aves fingiam-se de mortas por mais tempo, na tentativa de escapar da potencial ameaça. Tal variação não foi comprovada por SATERLEE & JONES (1997), ao se testar repetidas vezes codornas (*Coturnix coturnix japonica*) selecionadas para baixa ou alta resposta adrenocortical. Em média, as fêmeas ($9,81 \pm 9,48$ minutos) saíram do estado de inércia mais rápido que os machos ($13,51 \pm 12,83$ minutos), tendo menos medo da situação inóspita e rapidamente retomando a normalidade comportamental (Tabela 1).

CORRELAÇÕES

Não foi encontrada correlação significativa ($P < 0,05$) entre quaisquer das características avaliadas no presente trabalho, para ambos os sexos.

Em acordo com SATERLEE & JONES (1997), a IT não está relacionada ao grau de estresse fisiológico das aves, mas representa sim o comportamento de medo frente um agente agressor ($r = 0,11$ em machos, e $r = -0,13$ em fêmeas, para o coeficiente de correlação de Pearson entre IT e corticosterona). A maior concentração média de corticosterona ($1.116,5 \pm 462,6$ ng/mL) indicou que os machos apresentaram maior resposta adrenocortical frente uma situação agressiva, o que refletiu em maior demonstração de medo pelo tempo médio em que permaneceram imóveis ($811,1 \pm 770,1$ segundos).

Não foram encontradas diferenças comportamentais na facilidade em capturar codornas divergentemente selecionadas para concentrações plasmáticas de corticosterona mediante protocolo de contenção mecânica.

Ao contrário dos mamíferos, e outras espécies de aves, as concentrações plasmáticas de prolactina não podem ser utilizadas como indicativo do grau de estresse em perdizes ($r = 0,02$ para machos, e $r = -0,01$ para fêmeas, entre corticosterona e prolactina).

As concentrações de prolactina circulante no plasma sanguíneo não indicaram o estado de estresse psicológico das aves mantidas em cativeiro, haja visto não existir correlação fenotípica ($P > 0,05$) entre as concentrações quantificadas e os tempos em imobilidade tônica ($r = -0,05$ nos machos, e $r = -0,04$ nas fêmeas).

CONCLUSÕES

Com base nos resultados deste estudo, pode-se concluir que:

-O tempo de permanência em imobilidade tônica não é indicativo do estado de estresse em perdizes criadas em cativeiro;

-O desempenho dos indivíduos durante a estação reprodutiva não corresponde necessariamente a aves mais ou menos estressadas na fase de anestro estacional;

-As perdizes ainda encontram-se em estado selvagem, devido o grande tempo médio de permanência em imobilidade tônica;

AGRADECIMENTOS

Especiais agradecimentos à FAPESP, Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, pelos recursos financeiros disponibilizados à execução do presente trabalho.

A equipe do laboratório de radioimunoensaio / DMFA / FCAV / UNESP / Jaboticabal, pela disponibilidade das instalações e equipamentos.

Ao professor Dr. R.D. Malheiros, por sua supervisão e tutoria nas análises laboratoriais em Jaboticabal (FCAV/UNESP).

Ao professor Dr. C.R. Franci, coordenador do laboratório de endocrinologia / Dep.Fisio / FMRP / USP / Ribeirão Preto (FMRP/USP).

À técnica laboratorista sra S.Z. Baptista, por sua supervisão e tutoria nas análises laboratoriais em Ribeirão Preto / FMRP / USP.

E ao professor Dr. J.A. Oliveira, por sua supervisão e tutoria nas análises estatísticas.

REFERÊNCIAS

AL-ANKARI, A.R.S. Relationship between gonadal steroids and corticosterone during blood sampling in saker falcons. *Journal of Wildlife Diseases.*, v.3, n.34, p.653-655, July 1998

CAMPOS, E.J. Comportamento das aves e seus efeitos sobre a taxa de fertilidade. In: *Coleção FACTA: Fisiologia da Reprodução de Aves*. Campinas: Fundação APINCO de Ciência e Tecnologia Avícolas. p.95-106, 1994.

COSTA, C.A. Pontos críticos do manejo de matrizes. In: *Coleção FACTA: Manejo de Matrizes*. Campinas: Fundação APINCO de Ciência e Tecnologia Avícolas, p.1-10, 1994.

DELEHANTY, D.J.; ORING, L.W.; FIVIZZANI, E.J.. Circulating prolactin of incubating male Wilson's phalaropes corresponds to clutch size and environmental stress. *The Condor*, The Cooper Ornithological Society, v.99, p.397-405, 1997.

DONOGHUE, D.J. *et al.* Thermal stress reduces serum luteinizing hormone and bioassayable hypothalamic content of luteinizing hormone-releasing hormone in hens. *Biology of Reproduction*, [S.l.: s.n.], v.41, p.419-424, 1989.

FIGUEIREDO, G.; QUEIROZ, S.A.; TANAKA, A.L.R. *et al.* Avaliação de estresse em perdizes brasileiras (*Rhynchotus rufescens*) criadas em cativeiro mediante imobilidade tônica. *XV Congresso de Iniciação Científica*, Marília, 2003.

MORO, M.E.G. Desempenho e características de carcaça de perdizes (*Rhynchotus rufescens*) criadas com diferentes programas de alimentação na fase de crescimento. 1996. 75 p. *Tese (Doutorado em Zootecnia, Área de concentração em Produção Animal)* - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, 1996.

MORO, M.E.G.; GIANNONI, M.L. Estudos da *Rhynchotus rufescens* – perdiz (Aves: Tinamiformes) em cativeiro: III – Hematimetria. *Ars Veterinaria*, Jaboticabal: Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Câmpus de Jaboticabal, UNESP, v.10, n.1, p.50-53, 1994.

OTTINGER, M.A.; MENCH, J.A. Reproductive behavior in poultry: implications for artificial insemination technology. *British Poultry Science*, [S.l.: s.n.], v.30, p.431-442, 1989.

PROUDMAN, J.A. Hormônios reprodutivos das aves. In: *Coleção FACTA: Fisiologia da Reprodução de Aves*. Campinas: Fundação APINCO de Ciência e Tecnologia Avícolas, p.31-48, 1994.

SATERLEE, D.G.; JONES, R.R.. Ease of capture in Japanese quail of two lines divergently selected for adrenocortical response to immobilization. *Poultry Science*, v.76, p.469-471, 1997.

SICK, H. Famílias e espécies: ordem tinamiformes. *Ornitologia Brasileira*. 4ª edição. Nova Fronteira, Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil, p.153-167, 1997. ISBN 85-209-0816-0.

SOUSA, R.L.; CARDOSO, T.C.; PAULILLO, A.C. *et al.*. Antibody response to Newcastle disease vaccination in a flock of young partridges (*Rhynchotus rufescens*). *Journal of Zoo and Wildlife Medicine*, v.30, n.3, p.459-461. 1999.

WINGFIELD, J.C.; O'REILLY, K.M.; ASTHEIMER, L.B.. Modulation of the adrenocortical responses to acute stress in arctic birds: A possible ecological basis. *American Zoology*, v.35, p.285-294, 1995.

WINGFIELD, J.C.; FERNANDEZ, G.R.; MORA, A.N. *et al.*. The effects of an "El Niño" southern oscillation event on reproduction in male and female blue-footed boobies, *Sula nebouxii*. *General and Comparative Endocrinology*, Academic Press, v.114, p.163-172. 1999.

ZAR, J.H.. Biostatistical analysis. *Prentice-Hall Inc.*, New Jersey, USA, 4th ed., p.255-281. 1999.

CAPÍTULO 5 - IMPLICAÇÕES

Diante dos resultados do presente estudo, novas indagações foram suscitadas enquanto outras permaneceram sem respostas, incentivando futuros ensaios e novas descobertas.

Foi apresentado o efeito que a luminosidade exerceu nas perdizes (*Rhynchotus rufescens*) durante a estação reprodutiva 2002-2003, mesmo sendo uma espécie nativa do território brasileiro, e por isso, mais adequada à criação nessas variações climáticas. No entanto, o programa de luz adotado foi praticamente empírico, com base em estratégias ajustadas para outras espécies de ave, já domesticadas e até selecionadas para características reprodutivas. Deste modo, faz-se necessário determinar o melhor esquema de iluminação para esta espécie, detalhando a quantidade de luz fornecida, época de início e término do programa, e a quantidade diária de horas de luz.

Ainda, verificar a influência de outros fatores ambientais como temperatura, umidade relativa do ar e o efeito sonoro de precipitação pluviométrica.

Foi verificado também o déficit nutricional das perdizes durante a reprodução, através das pesagens. A partir disso, é necessário reavaliar as exigências nutricionais das aves em reprodução, principalmente caso seja adotado programa de luz, para evitar o desgaste dos reprodutores, prejudicando o desempenho na estação subsequente.

Nas fêmeas de perdizes, verificou-se o papel essencial do estradiol na regulação do início da estação reprodutiva e sua variação ao longo da mesma. Contudo, a grande variabilidade na produção de ovos dificultou outras conclusões. Para melhor entendimento da regulação hormonal de estradiol, progesterona e prolactina, principalmente, faz-se necessário melhor uniformidade do grupo avaliado, quanto ao desempenho produtivo.

Ainda, é preciso determinar o intervalo real do ciclo ovulatório com base na dinâmica folicular, e o papel de cada hormônio na velocidade de ovulação e viabilidade do ovo apto para postura, para a partir daí, investigar e detectar os fatores que afetam a produção de ovos. Já se sabe que as perdizes têm preferência por botar pela manhã,

mas daí a chegar na produção de um ovo cada 26 horas, como acontece em galinhas (*Gallus gallus domesticus*), muito há para ser esclarecido.

Entre os machos, foi notado um desencontro entre máximo de fertilidade, quando comparado com o máximo de postura pelas fêmeas. Por não ser uma característica exclusiva dos machos, a avaliação do número de ovos fecundados abre espaço para avaliação da qualidade seminal, ao longo de cada estação reprodutiva. A partir disso, será possível comparar com a época de produção de ovos, e finalmente saber se os machos tornam-se sexualmente eficazes na mesma época que as fêmeas, a cada estação. Detentores destas informações, provavelmente serão necessárias adequações dentro do manejo de cada sexo, visto que os machos se mostraram mais estressados que as fêmeas, sob as mesmas condições de criação.

A avaliação da regulação hormonal na qualidade do sêmen dos machos de perdizes, possibilitará o conhecimento dos fatores que afetam a fertilidade desses indivíduos, sua taxa fecundante, otimizando a utilização dos machos nos ciclos reprodutivos reduzindo os custos da criação.

Uma vez comprovado que o tempo de permanência em imobilidade tônica não é indicativa do nível de estresse em que se encontram as perdizes criadas em cativeiro, faz-se necessária à adoção de nova ferramenta de controle do manejo e estágio de domesticação dessas aves. Tal ferramenta deve ser fácil mensuração, baixo custo e de rápida interpretação, o que não é o caso da quantificação plasmática de corticosterona. Mas deve ter alta correlação com esta taxa hormonal, como foi verificado com a determinação da razão heterófilos/linfócitos em outras espécies de aves.