

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**EFEITO DO PERÍODO DE ARMAZENAGEM, DA
TEMPERATURA DE INCUBAÇÃO E DA FORMA FÍSICA DA
RAÇÃO SOBRE O DESENVOLVIMENTO EMBRIONÁRIO, A
ECLOSÃO E AS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DOS OVOS DE
PERDIZES *Rhynchotus rufescens*.**

Eliana Saiuri Nakage

Profa. Dra. Isabel Cristina Boleli

Dissertação apresentada à Faculdade
de Ciências Agrárias e Veterinárias do
Câmpus de Jaboticabal – UNESP,
para obtenção do título de Mestre em
Zootecnia – Área de Concentração em
Produção Animal

Jaboticabal – SP

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

ELIANA SAIURI NAKAGE – Natural de Jaboticabal – SP, nasceu no dia 24 de outubro de 1977. Em março de 1996 iniciou o curso de graduação em Zootecnia, na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, da Universidade Estadual Paulista – Câmpus de Jaboticabal, formando - se Zootecnista em julho de 2000. Ingressou no curso de pós-graduação em Zootecnia (Área de concentração: Produção Animal), em nível de Mestrado, em março de 2001, na mesma Instituição na qual realizou o curso de Graduação. Foi bolsista Iniciação Científica e de Mestrado, ambos pelo CNPq.

Aos meus pais,
Alberto e Saeko,
Pelo amor, dedicação, confiança e total apoio,
em todas as decisões da minha vida.

Aos meus irmãos,
Ana Paula e Luis Alberto,
Pela nossa amizade e união.

A Minha Dedicação Especial.

À minha orientadora,
Profa. Dra. Isabel Cristina Boleli,
Pelos ensinamentos e dedicação,
Pela confiança e amizade,
Em todos os momentos que passamos,
e passaremos juntos nestes anos que estão por vir,

A Minha Homenagem Especial.

À minha amiga,

Juliana Piffer Cardozo,
Pelos momentos felizes que passamos juntas,
Pelo apoio, auxílio e incentivo,
Que tornaram este trabalho prazeroso.

O Meu Agradecimento Especial

AGRADECIMENTOS

À Profa. Dra. Vera Maria Barbosa de Moraes e à Profa. Dra. Maria Estela Gaglianone Moro, pelas valiosas sugestões deste trabalho.

Ao meu namorado José Otávio Berti Sorbara, pelo incentivo, amor e carinho, e à sua família, que sempre me recebeu de braços abertos.

À tia Luzia, por estar sempre ao meu lado.

À minha prima Luciana, pela disposição em ajudar sempre nos momentos difíceis e pela amizade desde que nascemos.

Aos meus primos Ricardo, Leonardo e Eduardo, pelo auxílio na coleta durante os fins de semana e pela companhia diária desses anos.

Aos demais familiares por saberem a importância do aprendizado e por todos os momentos felizes e ímpares que passamos.

Ao Prof. Dr. Gener Tadeu Pereira, pela orientação nas análises estatísticas.

Ao Sr. Orandi, Angélica, Clara, Marilda, Damares, Bel e Daniel, colegas do Departamento de Morfologia e Fisiologia Animal, e ao Cláudio, da Seção de Fotografia, pela disposição em sempre nos ajudar.

Aos funcionários do Setor de Animais Silvestres do Departamento de Zootecnia da FCAV-UNESP - Campus de Jaboticabal, "Beterraba", Gilberto e Ademir, pela colaboração no experimento.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq, pela bolsa concedida.

À todos aqueles que participaram de mais uma etapa da minha vida.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE FIGURAS	viii
LISTA DE TABELAS	x
CAPÍTULO 1 - CONSIDERAÇÕES GERAIS	1
INTRODUÇÃO	1
REFERÊNCIAS	7
CAPÍTULO 2 – “EFEITO DA FORMA FÍSICA DA RAÇÃO SOBRE A POROSIDADE, ESPESSURA DA CASCA, PERDA DE ÁGUA E ECLODIBILIDADE DOS OVOS FÉRTEIS DE PERDIZ (<i>Rhynchotus rufescens</i>)”	15
INTRODUÇÃO	17
MATERIAL E MÉTODOS	18
Ovos e Incubação	18
Parâmetros analisados	19
Porosidade da Casca	19
Espessura da Casca	20
Análise Estatística	20
RESULTADOS	20
DISCUSSÃO E CONCLUSÃO	26
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	28
CAPÍTULO 3 - “EFEITO DA TEMPERATURA SOBRE A ECLODIBILIDADE DOS OVOS FÉRTEIS, MORTALIDADE, DURAÇÃO DA INCUBAÇÃO E PERDA DE ÁGUA EM OVOS DE PERDIZ (<i>Rhynchotus rufescens</i>), E SOBRE O PESO DO PERDIGOTO RECÉM-ECLODIDO”	32
INTRODUÇÃO	34
MATERIAL E MÉTODOS	36
Ovos e Incubação	36
Parâmetros analisados	37
Análise Estatística	37
RESULTADOS E DISCUSSÃO	38
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	44
CAPÍTULO 4 – “EFEITO DA ARMAZENAGEM SOBRE A QUALIDADE, ECLODIBILIDADE E MORTALIDADE DE OVOS FÉRTEIS DE PERDIZ (<i>Rhynchotus rufescens</i>)”	49
INTRODUÇÃO	50
MATERIAL E MÉTODOS	51
Ovos	51
Armazenagem e Incubação	52
Parâmetros analisados	52
Análise Estatística	53

RESULTADOS	53
DISCUSSÃO.....	57
REFERÊNCIAS.....	59
CAPÍTULO 5 – “EFEITO DA ARMAZENAGEM SOBRE A DURAÇÃO DA INCUBAÇÃO DE OVOS DE PERDIZ (<i>Rhynchotus rufescens</i>) E PESO DOS PERDIGOTOS”.	63
INTRODUÇÃO	64
MATERIAL E MÉTODOS	65
Ovos	65
Armazenagem e Incubação	65
Parâmetros analisados	66
Análise Estatística	67
RESULTADOS	67
DISCUSSÃO.....	72
REFERÊNCIAS.....	75
CAPÍTULO 6- CONSIDERAÇÕES FINAIS E IMPLICAÇÕES.....	78
REFERÊNCIAS.....	79

LISTA DE FIGURAS

Página

CAPÍTULO 2 – “EFEITO DA FORMA FÍSICA DA RAÇÃO SOBRE A POROSIDADE, ESPESSURA DA CASCA, PERDA DE ÁGUA E ECLODIBILIDADE DOS OVOS FÉRTEIS EM OVOS DE PERDIZ (<i>Rhynchotus rufescens</i>)”.....	15
Figura 1 - Número médio de poros na casca de ovos de perdizes (<i>R. rufescens</i>), em função dos diferentes intervalos de peso (35-45g, 46-50g, 51-55g, 56-60g e 61-70g) e forma física da ração (farelada e peletizada).	25
Figura 2 – Porcentagem de eclosão e de perda de água de ovos de perdizes (<i>R. rufescens</i>), em relação à forma física da ração (farelada e peletizada).	25
CAPÍTULO 3 - “EFEITO DA TEMPERATURA SOBRE A ECLODIBILIDADE DOS OVOS FÉRTEIS, TIPOS DE MORTALIDADE, DURAÇÃO DA INCUBAÇÃO E PERDA DE ÁGUA EM OVOS DE PERDIZ (<i>Rhynchotus rufescens</i>), E SOBRE O PESO DO PERDIGOTO RECÉM-ECLODIDO”.....	32
Figura 1 – Taxa de eclosão (̂) e mortalidade (?) dos ovos de perdiz (<i>R. rufescens</i>), de acordo com a temperatura de incubação.....	42
Figura 2 – Mortalidade Precoce, Intermediária, Tardia e Total (%) durante a incubação de ovos de perdizes (<i>R. rufescens</i>) em diferentes temperaturas. Número acima da barra corresponde ao tamanho da amostra.	42
Figura 3 – Duração do período de incubação dos ovos de perdiz (<i>R. rufescens</i>), de acordo com as temperaturas de incubação, N= 20/temperatura.	43
Figura 4 – Efeito das diferentes temperaturas de incubação sobre a perda total de água (log %) dos ovos de perdiz (<i>R. rufescens</i>), do 1o ao 16o dia de incubação, N=20/temperatura.....	43
Figura 5 – Peso absoluto (̂) e relativo (?) dos perdigotos recém-eclodidos, após a incubação de ovos de perdiz (<i>R. rufescens</i>) em diferentes temperaturas de incubação. ($\bar{X} \pm sd$; N= 20/temperatura).....	44

CAPÍTULO 4 – “EFEITO DA ARMAZENAGEM SOBRE A QUALIDADE, ECLODIBILIDADE DOS OVOS FÉRTEIS E MORTALIDADE DE OVOS DE PERDIZ (*Rhynchotus rufescens*)”.....49

Figura 1: pH do albúmen de ovos de perdizes (*R. rufescens*), ao final dos diferentes períodos de armazenagem (0, 1, 2, 3, 4 e 5 dias).....55

Figura 2: Peso dos ovos de perdizes (*R. rufescens*) na postura e perda de água pelos mesmos durante os diferentes períodos de armazenagem (0, 1, 2, 3, 4 e 5 dias). Letras similares acima da média, indicam ausência de diferença significativa entre médias ($p < 0,05$). N= 11155

Figura 3: Porcentagem de eclosão de ovos de perdizes (*R. rufescens*) em relação aos diferentes períodos de armazenagem (0, 1, 2, 3, 4 e 5 dias). N= número de ovos férteis incubados.56

Figura 4: Mortalidade embrionária de ovos de perdizes (*R. rufescens*), em relação aos diferentes períodos de armazenagem. N= número de ovos férteis incubados. ...56

Figura 5: Mortalidade precoce, intermediária e tardia, de ovos de perdizes (*R. rufescens*), em relação aos diferentes períodos de armazenagem.57

CAPÍTULO 5 – “EFEITO DA ARMAZENAGEM SOBRE A DURAÇÃO DA INCUBAÇÃO DE OVOS DE PERDIZ (*Rhynchotus rufescens*) E PESO DOS PERDIGOTOS”.....63

Figura 1: Distribuição de frequência (%) da duração do período entre o início da incubação e o “pipping” externo nos diferentes dias de armazenagem (0- 5). N=20/ duração de armazenagem.69

Figura 2: Distribuição de frequência (%) da duração do período entre o “pipping” externo e a eclosão total nos diferentes dias de armazenagem (0-5). N=20/ duração de armazenagem.70

Figura 3: Distribuição de frequência (%) da duração do período total de incubação nos diferentes dias de armazenagem (0-5). N=20.....72

LISTA DE TABELAS

Página

CAPÍTULO 2 – “EFEITO DA FORMA FÍSICA DA RAÇÃO SOBRE A POROSIDADE, ESPESSURA DA CASCA, PERDA DE ÁGUA E ECLODIBILIDADE DOS OVOS FÉRTEIS EM OVOS DE PERDIZ (<i>Rhynchotus rufescens</i>)”	15
---	-----------

Tabela 1 – Composição percentual e calculado da ração na fase de postura.....	23
---	----

Tabela 2 – Número de poros/25mm ² presentes na casca de ovos provenientes de perdizes que receberam ração farelada e peletizada, de acordo com os intervalos de peso dos ovos e às diferentes regiões do ovo.....	24
--	----

Tabela 3 - Espessura (mm) da casca de ovos de perdizes, de acordo com os intervalos de peso (g) e forma física da ração.....	24
--	----

CAPÍTULO 5 – “EFEITO DA ARMAZENAGEM SOBRE A DURAÇÃO DA INCUBAÇÃO DE OVOS DE PERDIZ (<i>Rhynchotus rufescens</i>) E PESO DOS PERDIGOTOS”	63
--	-----------

Tabela 1: Peso médio dos ovos na postura e após armazenagem, diâmetros médios maior e menor dos ovos, perda média de água durante a armazenagem e a incubação, peso médio absoluto e relativo dos perdigotos recém-eclodidos em relação aos períodos de armazenagem.	72
---	----

EFEITO DO PERÍODO DE ARMAZENAGEM, DA TEMPERATURA DE INCUBAÇÃO E DA FORMA FÍSICA DA RAÇÃO SOBRE O DESENVOLVIMENTO EMBRIONÁRIO, A ECLOSÃO E AS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DOS OVOS DE PERDIZES *Rhynchotus rufescens*.

RESUMO – Este trabalho teve por objetivo analisar o efeito da armazenagem por períodos curtos (1-5 dias) à temperatura média de 20°C e umidade relativa de 65%, da temperatura de incubação (34,5°C; 35,5°C; 36,5°C; 37,5°C e 38,5°C – 60% de UR), e da forma física da ração (farelada ou peletizada) oferecida às perdizes poedeiras sobre a eclosão, duração do desenvolvimento *in ovo* e características físicas (espessura e porosidade da casca, pH do albúmen e perda de água) dos ovos de perdizes *Rhynchotus rufescens* (Aves, Tinamiformes, Tinamidae), num sistema de coleta e incubação diária. O **Capítulo 2** avaliou o efeito da forma física da ração (farelada ou peletizada) sobre a porosidade e espessura da casca, a porcentagem de perda de água durante a incubação e a eclodibilidade dos ovos férteis. Os dados mostraram que o número de poros pode variar com a região da casca, peso do ovo e forma física da ração, e que ingestão de ração peletizada aumentou a espessura da casca dos ovos sem alterar a eclodibilidade dos ovos férteis e a porcentagem de perda de água dos mesmos durante a incubação. O **Capítulo 3** analisou os efeitos das cinco diferentes temperaturas de incubação, sobre a porcentagem de eclosão, duração do desenvolvimento *in ovo*, porcentagem de perda de água, tipo de mortalidade e peso dos perdigotos recém-eclodidos. Foi verificado que maior porcentagem de eclosão é obtida sob incubação a 35,5-36,5°C, e que temperaturas de incubação abaixo de 35,5°C ou acima de 36,5°C afetam, além da eclodibilidade dos ovos férteis, a duração da incubação e a mortalidade embrionária em ovos de perdiz. Além disso, foi observado que quanto maior a temperatura de incubação menor é a duração da mesma, e que incubação à temperaturas abaixo de 35,5 °C, promove um aumento de mortalidade tardia, e acima de 36,5°C, um aumento nas mortalidades precoce e intermediária. O **Capítulo 4** analisou os efeitos de períodos curtos de armazenagem sobre a qualidade

do ovo (pH do albúmen e perda de água dos ovos durante a armazenagem) e sobre a eclodibilidade dos ovos férteis e mortalidade dos mesmos. De acordo com os resultados, o pH do albúmen ao final da armazenagem é gradativamente mais alcalino quanto maior for a duração deste período, enquanto que a porcentagem de perda de água permanece constante. Armazenagem dos ovos por 1-2 e 3-4 dias promove um aumento de aproximadamente 9 e 2 pp, respectivamente, na eclodibilidade dos ovos férteis, em relação à não armazenagem; enquanto que armazenagem por 5 dias causa uma redução acentuada (17 pp) na eclosão. O **Capítulo 5** estudou o efeito da duração da armazenagem sobre a duração da incubação de ovos de perdiz e sobre o peso dos perdigotos recém-eclodidos. De acordo com os dados, a armazenagem por 2-5 dias reduz a variação da duração do período de incubação, o período de incubação é mais longo após armazenagem dos ovos por 2-3 dias e mais curto após armazenagem por 4-5 dias, e não há uma relação entre perda de água durante a incubação e o peso absoluto dos perdigotos recém-eclodidos.

Palavras-chave: aves, duração da armazenagem, duração da incubação, eclodibilidade dos ovos férteis, mortalidade embrionária, qualidade do ovo

EFFECT OF SHORT STORAGE, INCUBATION TEMPERATURE AND PHYSICAL FORM OF DIET ON THE *IN OVO* DEVELOPMENT, HATCHABILITY, AND PHYSICAL CHARACTERISTICS OF PARTRIDGE (*Rhynchotus rufescens*) EGGS.

ABSTRACT – The aim of this study was evaluated the effect of short storage (1-5 days) at 20C and 65% relative humidity, incubation temperature (34.5; 35.5; 36.5; 37.5 e 38.5C – 60% relative humidity), and the physical form of diet offered to partridge on hatching, duration of *in ovo* development and physical characteristics (thickness and eggshell porosity, albumen pH and water loss) of *Rhynchotus rufescens* (Avian, Tinamiformes, Tinamidae) eggs. Chapter two did evaluate the effect of the ingestion of meal and pelleted diets on eggshell porosity and thickness, water loss, hatching time and hatchability percentages. The data did show that eggshell pores number can change among the regions of the eggshell and egg weight classes, and also between the physical forms of diets, and that ingestion of pelleted diet increases the eggshell thickness without however, to affect the hatchability and water loss percentages. Chapter three did evaluate the effect of five different incubation temperature on partridge egg hatchability, incubation time, water loss and embryonic mortality and chick weight at hatching. It was verified that better hatching is obtained at 35.5-36.5C, and that incubation, temperatures below 35.5 and above 36.5C affect the hatchability, incubation time and embryonic mortality of partridge eggs. Beside this, it was observed that high incubation temperature decrease the hatching time, and that incubation temperatures lower than 35.5C increase the late mortality, while incubation at temperatures higher than 36.5C increase the early and intermediate mortalities. Chapter four did analyze the effects of short storage on egg quality (albumen pH and egg weight loss during the storage), hatchability and. According to results, during short storage occurs an increase in albumen pH, but the water loss remains unchanged. Egg storage for 1-2 and 3-4 days improve hatchability in 6 and 2pp, respectively, when compared with not incubated eggs, while egg storage for five days reduce the hatching in approximately 17pp. Chapter five did study the effect of storage on the incubation time of partridge eggs and

chick weight at hatching. The data did show that storage for 2-5 days reduces the variation and time incubation, and that there isn't relationship between water loss during the incubation and newly hatched chicks weight.

Keywords: avian, storage time, incubation time, hatchability, embryonic mortality, egg quality

CAPÍTULO 1 - CONSIDERAÇÕES GERAIS

INTRODUÇÃO

Perdiz (*Rhynchotus rufescens*) pertence à Ordem dos Tinamiformes, Família Tinamidae e Subfamília Nothurinae. É uma ave silvestre, terrícola, de aparência galinácea, e seus habitats naturais compreendiam regiões campestres, cerrados, buritizais e planaltos descampados (Sick, 1985). A destruição gradativa de seus habitats naturais e a caça predatória, ao longo dos anos, reduziu substancialmente suas populações naturais, restringindo-as a determinadas áreas de pastagem e de lavouras de grãos no Estado de Minas Gerais e nas regiões Centro-Oeste e Sul do Brasil.

Apesar de ser uma espécie terrícola, apresenta musculatura de vôo que atinge de 28,6 a 32,8% de seu peso corporal (Sick, 1985) e rendimento de carcaça de até 74,37% e de peito 36,36% (Moro, 1996), tornando-a uma alternativa para a produção de carne exótica.

Para que o processo de criação de perdiz seja realizado com sucesso é necessário o desenvolvimento de estudos para sua criação e reprodução em cativeiro. O processo de criação de aves envolve etapas importantes e necessárias, como a armazenagem e incubação dos ovos. A armazenagem, no caso de aves em processo de domesticação e/ou que apresentam baixa taxa de postura, possibilita a obtenção de maior número de ovos férteis para comercialização ou para a incubação simultânea e conseqüente obtenção de maior número de aves, fator imprescindível quando o objetivo é repovoamento e, também, a produção de aves de 1 dia. Da otimização das condições de armazenagem e incubação dos ovos depende não apenas a maximização da eclosão, mas também a qualidade das aves recém-eclodidas e, conseqüentemente, a performance da ave na vida pós-eclosão.

A qualidade dos ovos de aves está relacionado ao seu tamanho, peso, espessura e porosidade da casca e nutrientes contidos no albúmen e vitelo (Moraes,

1995).

Além disso, a casca desempenha função vital para o embrião como fornecimento de sais minerais e proteção contra microorganismos (Roque & Soares, 1994). Através da sua estrutura porosa evita a perda excessiva de água e possibilita as trocas gasosas, essenciais para o metabolismo e o desenvolvimento do embrião (Peebles & Brake, 1985). Os poros da casca dos ovos são distribuídos irregularmente na maioria das aves (Tyler 1955; Tullet, 1975), e o arranjo dos mesmos varia de acordo com as espécies; em poedeiras o maior número de poros também está relacionado com o maior peso dos ovos e a máxima taxa de eclosão (Peebles & Brake, 1987), devendo estar associado, ao maior oferecimento de ar durante a transição da respiração corionalantoideana para a pulmonar ou entre o “pipping” interno e externo (Simkiss, 1974).

A qualidade interna do ovo está relacionada principalmente com o albúmen e a gema. O albúmen tem duas funções essenciais no desenvolvimento embrionário: proteger a gema e o embrião de agentes patogênicos, e suprir as necessidades nutricionais do embrião para seu desenvolvimento e crescimento (Benton & Brake, 1996). A oxidação da gordura, presente na gema é responsável pelo fornecimento da energia requerida pelo embrião, além disso, a gema supre as necessidades de vitaminas lipossolúveis, ácidos graxos essenciais, lipídios neutros e fosfolipídios requeridos para a formação tecidual do embrião.

Sendo assim, a qualidade da casca e o conteúdo interno do ovo podem influenciar a eclodibilidade dos ovos férteis e a qualidade da ave recém-eclodida.

O tamanho dos ovos é dependente da condição nutricional, peso corporal, idade, genética e manejo da matriz. A idade da matriz, por exemplo, é o fator determinante do tamanho do ovo (Etches, 1996). À medida que a idade da matriz avança ocorre um aumento no tamanho do ovo, e uma diminuição da espessura da casca (North & Bell, 1990; Silva, 1994).

A qualidade da casca dos ovos também pode ser influenciada por fatores de manejo, genéticos, ambientais, patológicos, fisiológicos e, principalmente por fatores nutricionais (Faria, 1996). Fatores nutricionais são os principais determinantes do peso

e espessura da casca (MORGAN, 1932), e condutância da casca (Ar *et al.*, 1974; Rahn *et al.*, 1979).

Roland *et al.* (1978) afirmaram que a capacidade de absorção de cálcio no intestino, bem como a utilização de cálcio do esqueleto, não declinavam com a idade da matriz, o que não o toma fator determinante do declínio da qualidade da casca. Entretanto, Al Batshan *et al.* (1994) demonstraram que além do aumento do peso do ovo, o que demanda uma maior deposição de cálcio, ocorre um declínio da capacidade de absorção de cálcio no intestino o que explica a diminuição da espessura da casca com o avanço da idade da matriz.

A forma física da ração também influencia a absorção dos nutrientes e, portanto, a qualidade da casca. A ração farelada é mais facilmente digerida pelas enzimas presentes no trato gastrointestinal do que a peletizada (Penz Jr. & Maiorka, 1996). Entretanto, partículas muito finas geralmente aderem ao bico das aves, reduzindo o consumo e aumentando o desperdício, afetando assim, o desempenho (Toledo *et al.*, 2001). A peletização da ração, contudo, melhora a digestibilidade de alguns nutrientes (Ávila *et al.*, 1995), diminui o desperdício (Maiorka, 1998), evita a seletividade (Cherry, 1982), aumenta a capacidade de consumo em menor tempo (Jensen *et al.*, 1962), diminui a concentração microbiana da ração (Nilipour, 1993), melhora a eficiência da ração e a produção de ovos (Almirall *et al.*, 1997).

O processo de criação de aves envolve etapas imprescindíveis, como a armazenagem e incubação dos ovos.

O armazenamento possibilita a incubação simultânea de maior número de ovos para obtenção de lotes homogêneos. Entretanto, das condições de temperatura, umidade relativa e duração da armazenagem depende a manutenção da viabilidade embrionária. Geralmente, períodos mais longos de armazenamento devem ser realizados sob temperaturas menores. O armazenamento de ovos de linhagens poedeiras, por longos períodos (14-48 dias), deve ser feita à 12°C (Baskt & Gupta, 1997). Se este processo for realizado à 14°C, haverá uma queda significativa na taxa de eclosão, porém, se o período de armazenagem for menor que 13 dias, à 14°C o estágio de desenvolvimento do embrião não será afetado (Fasenko *et al.*, 1992). No

caso de matrizes pesadas, armazenagem dos por até 4 dias deve ser realizada entre 18 e 28°C, de 4 a 7 dias entre 15 e 16°C, e acima de 7 dias entre 11 e 12°C (Butler, 1991; Baskt & Gupta, 1997). Em ovos de perus, o armazenamento até 4 dias, deve ser realizada à temperatura de aproximadamente 17,5°C (Fasenko *et al.*, 2001). O efeito da temperatura de armazenagem sobre a manutenção da viabilidade e eclodibilidade dos ovos férteis depende, entre outras coisas, da umidade relativa. Durante a armazenagem, temperatura e umidade relativa do ar são inversamente correlacionadas, ou seja, sob menores temperaturas de armazenagem deve-se utilizar maiores umidades relativas. Em frangos, por exemplo, armazenagem à temperatura de 11-12°C deve ser realizada a 80-90% de umidade relativa, enquanto que armazenagem a 18-28°C deve ser feita a 75-80% de umidade relativa, ou seja, durante períodos mais longos de armazenagem, os ovos devem ser mantidos sob temperaturas mais baixas e maior umidade relativa.

Com relação à duração da armazenagem, tem sido mostrado, em frangos de corte, que a mesma apresenta uma relação inversa com a viabilidade embrionária e, portanto, com a eclodibilidade dos ovos férteis (Mather & Laughlin, 1977). No caso de avestruz, ao contrário, longos períodos de armazenagem (8 dias) aumentam a taxa de eclosão dos ovos, quando comparados com períodos mais curtos (3 dias) (Gonzales *et al.*, 1999). Entretanto, em outras aves, como peru (Asmundson & MacIlraith, 1948) e galinha (Meijerhof, 1992), ovos férteis podem ser estocados por vários dias sem perder a viabilidade e eclodibilidade dos ovos férteis, desde que condições adequadas de armazenagem e posterior incubação sejam utilizadas.

Como já mencionado, condições de armazenagem dos ovos, também podem influenciar a qualidade das aves recém-eclodidas (Reis *et al.*, 1997) e a duração da incubação. Pintos de ovos estocados eclodem mais cedo do que os provenientes de ovos não estocados (Brake *et al.*, 1995), o que está relacionado com a fase de desenvolvimento do embrião ao final da armazenagem (Gupta & Baskt, 1993). Em frangos, é conhecido que a falta de sincronismo na eclosão associado ao tempo gasto para sexagem, embalagem e transporte até as granjas, submete os pintos recém-eclodidos a um período de jejum de aproximadamente 24 a 48 horas (Hager & Beane,

1983), podendo chegar a 72 horas, dependendo da distância entre incubatório e granja. O jejum pós-eclosão provoca, entre outras coisas, desidratação, acarretando uma perda de 5 a 10% do peso corporal (Baião & Cançado, 1998), menor desenvolvimento dos vilos (Yamauchi *et al.*, 1996 e Shamoto & Yamauchi, 2000) e perda de epitélio pelos mesmos (Gomide *et al.*, submetido), o que leva aves submetidas a 72 horas de jejum pós-eclosão, por exemplo, a não apresentarem ganho de peso compensatório com a realimentação, chegando aos 42 dias de idade com peso corporal menor que o das aves não submetidas ao jejum (Almeida, 2002). Neste contexto, a variação na duração da incubação, ou seja, no tempo de eclosão, é um fator importante do ponto de vista da qualidade da ave a ser alojada e que merece maior atenção por parte dos pesquisadores e avicultores para que os efeitos negativos do assincronismo na eclosão possam ser minimizados.

Durante a incubação, independentemente da armazenagem, a temperatura é o fator mais importante para a eclodibilidade dos ovos férteis (Wilson, 1991; Al-Thani & Simkiss, 1992). A temperatura ótima de incubação para aves domésticas situa-se entre 37 e 38°C, podendo variar devido a, por exemplo, umidade e movimento de ar dentro da incubadora (Visschedijk, 1991).

Temperatura de incubação apresenta uma correlação direta com a duração do desenvolvimento *in ovo*, tanto em perus (French, 1994) como em frangos (Byerly, 1938; Decuypere *et al.*, 1979), ou seja, temperaturas abaixo da ótima retardam o desenvolvimento, enquanto que temperaturas acima da mesma aceleram-o (Romanoff, 1960; Wilson, 1991). Essa alteração na velocidade do desenvolvimento embrionário determinada pela variação da temperatura de incubação parece explicar as diferenças de peso corporal encontradas por alguns autores (Givisiez *et al.*, 2002) entre embriões submetidos a diferentes temperaturas de incubação, desde que diferentes temperaturas de incubação não afetem o peso de pintos recém-eclodidos (Decuypere, 1979; Swan & Brake, 1990).

Desvios da temperatura de incubação, além de alterarem a velocidade do desenvolvimento embrionário, também podem levar o embrião à morte (Wilson, 1991). Extremos de temperatura causam degeneração e morte embrionária precoce, ou seja,

nos primeiros 7 dias de incubação (Primmett *et al.*, 1988). Entretanto, os embriões são mais sensíveis a altas temperaturas no final da incubação (Ono *et al.*, 1994), o que pode acarretar altas taxas de mortalidade tardia (14-21 dias). Segundo Romijin & Lockhorst (1960), no início do processo de incubação a transferência de energia por evaporação é superior ao calor metabólico do embrião, conseqüentemente, o ovo estaria recebendo calor do meio, já na segunda metade do processo de incubação a produção de calor metabólico aumenta consideravelmente, sendo muito maior que a quantidade de calor perdida por evaporação.

Perda de água pelos ovos é um processo normal durante a incubação. Entretanto, perdas muito baixas ou muito altas influenciam o desenvolvimento do embrião (Rahn & Ar, 1974) e, conseqüentemente, a eclodibilidade dos ovos férteis (Meir *et al.*, 1984). Temperaturas de incubação acima da ótima provocam uma perda de água excessiva (acima de 14%) pelos ovos, levando a morte do embrião por desidratação. Ao contrário, ovos incubados à temperaturas menores que a temperatura ótima não perdem água suficiente (< 12%), o que prejudica a eclodibilidade devido a uma super-hidratação embrionária e a dificuldade dos embriões em reatar trocas gasosas através das membranas excessivamente úmidas (Romanoff, 1930). Algumas espécies domésticas, como frangos de corte e perus, perdem normalmente de 12 a 14% de água durante o processo de incubação (Rahn *et al.*, 1981).

De acordo com Simkiss (1980), a quantidade de água do ovo determina o peso dos pintos na eclosão. Sendo assim, temperatura e umidade relativa na incubação afetam não apenas a sobrevivência, mas também o peso da ave recém-eclodida, por afetarem a perda de água por evaporação pelo ovo.

Embora o conhecimento das condições adequadas de armazenagem e incubação dos ovos, bem como dos demais fatores que influenciam viabilidade e eclodibilidade dos ovos férteis, e qualidade da ave recém-eclodida seja imprescindível para a produção em grande escala de perdigotos, faltam dados de literatura sobre os mesmos.

A proposta de se trabalhar com armazenamento e incubação de ovos de perdizes também se faz necessária pelas características reprodutivas destas aves (6

meses de postura/ano e baixa taxa de postura), para que haja um melhor aproveitamento dos ovos postos.

Assim, este trabalho teve por objetivo analisar os efeitos da armazenagem, temperatura de incubação e forma física da ração sobre características físicas dos ovos (peso, tamanho, espessura e porosidade da casca e pH do albúmen), eclodibilidade dos ovos férteis de perdiz (*Rhynchotus rufescens*) e qualidade dos perdigotos recém-eclodidos, utilizando-se um sistema de incubação diária de ovos.

REFERÊNCIAS

Al Batshan, H. A.; Scheideler, S. E.; Black, B. L.; Garlich, J. D.; Anderson, K. E. Duodenal calcium uptake, femur ash, and eggshell quality decline with age and increase following molt. **Poultry Science**, v. 73, p. 1950-1956, 1994.

Almeida, J. G. **Efeito do intervalo de tempo entre o nascimento e o alojamento no desempenho, característica de carcaça e viscerais de frangos de corte provenientes de matrizes de diferentes idades**. 2002. Dissertação (Mestrado em Produção Animal) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2002.

Almirall, M.; Cos, R.; Esteve-Garcia, E.; Brufau, J. Effect of inclusion of sugar beet pulp, pelleting and season on laying hen performance. **British Poultry Science**, v. 38, p. 530-536, 1997.

Al-Thani, R.; Simkiss, K. Effects of temperature on the migration of primordial germ cells in the chicken embryo. **British Poultry Science**, v. 33, p. 735-739, 1992.

Ar, A.; Paganelli, C. V.; Reeves, R. P.; Greene, D. G.; Rahn, H. The avian egg: Water vapor conductance, shell thickness and functional pore area. **The Condor**, v. 76, p. 153-158, 1974.

Asmundson, V. S.; MacIraith, J. J. Preincubation tests with turkey eggs. **Poultry Science**, v. 27, p. 394-401, 1948.

Ávila, V. S.; Rosa, P. S.; Rutz, F. Efeito da forma física da ração sobre a composição bromatológica da carcaça de frangos de corte criados no verão. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, Curitiba, 1995. **Anais...** Campinas: FACTA, 1995. p. 211-212.

Baião, N. C.; Cançado, S. V. Efeito do intervalo entre nascimento e o alojamento de pintos sobre o desempenho dos frangos. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 50, p. 191-194, 1998.

Baskt, M. R.; Gupta, S. K. Preincubation storage of turkey eggs: impact on rate of early embryonic development. **British Poultry Science**, v. 38, p. 374-377, 1997.

Benton, C. E.; Brake, J. The effect of broiler breeder flock age and length of egg storage on egg albumen during early incubation. **Poultry Science**, v. 75, p. 1069-1075, 1996.

Brake, J. T. Key points in the management of hatching eggs and incubation. In: INTERNATIONAL SEMINARY POULTRY BREEDING AND INCUBATION, 1995, Canada. **Proceedings...** Canada, 1995. p. 1-20.

Butler, D. E. Egg handling and storage at the farm and hatchery. In. **Avian incubation**, SG Tullett. Butterworth-Heinemann; 1991. p.195-203.

Byerly, T. C. Effect of different incubation temperatures on mortality of chick embryos. **Poultry Science**, v. 17, p.200-205, 1938.

Cherry, J. A. Non-caloric effects of dietary fat and cellulose on the voluntary feed consumption of White chickens. **Poultry Science**, v. 61, p. 345-350, 1982.

Decuypere, E.; Nouwen, E. J.; Kühn, E. R.; Gess, R.; Michels, H. Iodohormones in the serum of chick embryos and post-hatching chickens as influence by incubation temperature. Relationship with the hatching process and thermogenesis. **Annales de Biologie Animale, Biochimie, Biophysique**, v. 19, p. 1713-1723, 1979.

Etches, R. J. **Reproduction in poultry**. Wallingford: CAB international, p. 10-40, 1996.

Faria, D. E. **Avaliação de determinados fatores nutricionais e de alimentação sobre o desempenho e a qualidade da casca dos ovos de poedeiras comerciais**. 1996. Tese (Doutorado em Produção Animal) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1996.

Fasenko, G. M.; Robinson, F. E.; Hardin, R. T. Variability in preincubation embryonic development in domestic fowl. 2. Effects of duration of egg storage period. **Poultry Science**, v. 71, p. 2129-2132, 1992.

Fasenko, G. M.; Christensen V. L.; Wineland, M. J.; Petite, J. N. Examining the effects of prestorage incubation of turkey breeder eggs on embryonic development and hatchability of eggs stored for four or fourteen days. **Poultry Science**, v. 80, p. 132-138, 2001.

French, N. A. Effects of temperature incubation on the gross pathology of turkey embryos. **British Poultry Science**, v. 35, p.363-371, 1994.

Givisiez, P. E. N. **Estresse embrionário e resposta ao choque térmico pós-eclosão em frangos de corte**. 2002. Tese (Doutorado em Produção Animal) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2002.

Gomide Júnior, M. H.; Sterzo, E. V.; Macari, M.; Boleli, I. C. Comparison between male and female chicks as to intestinal epithelium loss after pos-hatching fasting. (2002, submetido)

Gonzales, A.; Satterlee, D. G.; Mohaner, F.; Cadd, G. G. Factors affecting ostrich egg hatchability. **Poultry Science**, v. 78, p. 1257-1262, 1999.

Gupta, S. K.; Baskt, M. R. Turkey embryo staging from cleavage through hypoblast formation. **Journal of Morphology**, v. 217, p. 313-325, 1993.

Hager, J. E.; Beane, W. L. Poshatch incubation time on early growth of broiler chicks. **Poultry Science**, v. 62, p. 247-254, 1983.

Jensen, L. S.; Merrill, L. H.; Reddy, C.V.; McGinnis, J. Observations on eating patterns and rate of food passage of bird fed pelleted and unpelleted diets. **Poultry Science**, v. 41, p. 1414-1419, 1962.

Maiorka A. **Efeito da forma física e do nível de energia da ração em dietas formuladas com base em aminoácidos totais e digestíveis sobre o desempenho e a composição de carcaça de frangos de corte, machos, dos 21 aos 42 dias de idade**. 1998. Dissertação (Mestrado em Produção Animal) - Faculdade de Agronomia, Universidade do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1998.

Mather, C. M.; Laughlin, K. F. Storage of hatching eggs. The effect on early embryonic development. **British Poultry Science**, v. 18, p. 597-603, 1977.

Meijerhof, R. Pre-incubation holding of hatching eggs. **World's Poultry Science Journal**, v. 48, p. 57-68, 1992.

Meir, M.; Nir, A.; Ar, A. Increasing hatchability of turkey eggs by matching incubator humidity to shell conductance of individual eggs. **Poultry Science**, v. 63, p. 1489-1496, 1984.

Morais, C. F. A. **Qualidade Interna de ovos comercializados em uma rede de distribuição em Uberlândia — MG**. 1995. Dissertação (Mestrado em Tecnologia e Inspeção de Produtos de Origem Animal) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 1995.

Moro, M. E. G. **Desempenho e características de carcaças de perdizes (*Rhynchotus rufescens*) criadas com diferentes programas de alimentação**. 1996. Tese (Doutorado em Zootecnia, Área de Concentração em Produção Animal). Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal (SP), 1996.

Morgan, C. L. Relationship between breaking strength and the percentage of egg shell. **Poultry Science**, v. 11, p. 172-175, 1932.

Nilipour, A. La peletización mejora el desempeño? **Industria Avícola**, v. 39, n. 12, p. 42-46, 1993.

North, M. O.; Bell, D. D. **Commercial chicken production manual**. New York, Chapman & Hall, 1990. p. 103-134.

Ono, H.; Hou, P. C. L.; Tazawa, H. Responses of developing chicken embryos to acute changes in ambient temperature: Noninvasive study of heart rate. **Israel Journal of Zoology**, v. 40, p.467-480, 1994.

Peebles, E. D.; Brake, J. Relationship of eggshell porosity to stage of embryonic development in broiler breeders. **Poultry Science**, v. 64, p.2388-2391, 1985.

Peebles, E.D.; Brake, J. Eggshell quality and hatchability in broiler breeder eggs. **Poultry Science**, v. 66, p. 596-604, 1987.

Penz Jr., A. M.; Maiorka, A. Uso de rações com diferentes graus de granulometria para frangos de corte. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, Campinas, 1996. **Anais...** Campinas: FACTA, 1996. p. 153-170.

Primmett, D. R. N.; Stem, C.D.; Keynes, R.J. Heat shock causes repeated segmental anomalies in the chick embryo. **Development**, v.104, p. 331, 1988.

Rahn, H.; Ar, A. The avian egg: Incubation time and water loss. **Condor**, v.76, p. 147-152, 1974.

Rahn, H.; Ar, A.; Paganelli, C. V. How bird eggs breathe. **Science American**, v. 240, p. 46-55, 1979.

Rahn, H.; Christensen, V. L.; Edens, F. W. Changes in shell conductance, pores, and physical dimensions of egg and shell during the first breeding cycle of turkey hens. **Poultry Science**, v. 60, p. 2536-2541, 1981.

Reis, L. H.; Gama, L. T.; Soares, M. C. Effects of short conditions and broiler breeder age on hatchability, hatching time and chicks weights. **Poultry Science**, v.76, p. 1459-1466, 1997.

Roland, D. A.; Putnam, C. E.; Hilburn, R. L. The relationship of age on ability of hens to mantaine egg shell calcification when stressed with inadequate dietary calcium. **Poultry Science**, v. 57, p. 1616-1621, 1978.

Romanoff, A. L. Biochemistry and biophysics of the development hen's egg. **Memoirs of Cornell University Agricultural Experimental Station**, v.132, p.1-27, 1930.

Romanoff, A. L. **The avian embryo: structural and functional development**. New York: Macmillan. 1960.

Romijn, C.; Lockhorst, W. Foetal heat production in the fowl. **Journal of Physiology**, v. 150, p. 239-249, 1960.

Roque, L.; Soares, M. C. Effects of eggshell quality and broiler breeder age on hatchability. **Poultry Science**, v. 73, p. 1838-1845, 1994.

Shamoto, K.; Yamauchi, K. Recovery responses of chick intestinal villus morphology to different refeeding procedures. **Poultry Science**, v. 79, p. 718-723, 2000.

Sick, H. **Ornitologia Brasileira, uma introdução**. Brasília: Universidade de Brasília, 1985, v. 1, 482p.

Silva, L. P. R. Influência do manejo na qualidade da casca dos ovos de reprodutoras pesadas. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, Santos, 1994. **Anais...** Campinas: FACTA, 1994. p.23-34.

Simkiss, K. The air space of egg: embryonic "cold nose"? **Journal of Zoology**, v. 173, p. 225-232, 1974.

Simkiss, K. Eggshell porosity and the water metabolism of the chick embryo. **Journal of Zoology**, v.192, p.1-8, 1980.

Swann, G. S.; Brake, J. Effect of dry-bulb temperature, relative humidity, and eggshell conductance during the first three days of incubation on egg weight loss and chick weight. **Poultry Science**, v.69, p.535-544, 1990.

Toledo, R. S.; Vargas Jr, J. G.; Albino, L. F. T.; Rostagno, H. S. Aspectos práticos da nutrição pós-eclosão: Níveis nutricionais utilizados, tipos de ingredientes e granulometria da dieta. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, Campinas, 2001. **Anais...** Campinas: FACTA, 2001. p.153-167.

Tullet, S.J. Regulation of avian eggshell porosity. **Journal of Zoology**, v. 177,p. 339-348, 1975.

Tyler, C. The distribution of pores in eggshells. **Journal of Science Food Agricultural**, v. 6, p.170-176. 1955.

Visschedijk, A. H. J. Physics and Physiology of incubation. **British Poultry Science**, v. 32, p. 3-20, 1991.

Yamauchi, K.; Kamisoyama, H.; Isshiki, Y. Effects of fasting and refeeding on structures of the intestinal villi and epithelial cells in White Leghorn hens. **British Poultry Science**, v. 37, p. 909-921, 1996.

Wilson, H. R. Physiological requirements of the developing embryo: temperature and turning. In. **Avian incubation**, SG Tullett. Butterworth-Heinemann; 1991. p. 145-156.

CAPÍTULO 2 – “EFEITO DA FORMA FÍSICA DA RAÇÃO SOBRE A POROSIDADE, ESPESSURA DA CASCA, PERDA DE ÁGUA E ECLODIBILIDADE DOS OVOS FÉRTEIS DE PERDIZ (*Rhynchotus rufescens*)”.

Nakage E.S., Cardozo J.P., Pereira G.T., Queiroz S.A. e Boleli I.C. 2002. Efeito da forma física da ração sobre a porosidade, espessura da casca, perda de água e eclodibilidade dos ovos férteis de perdiz (*Rhynchotus rufescens*). **Brazilian Journal of Poultry Science**, v.4, n. 3, p. (in press)

RESUMO

O objetivo do presente estudo foi avaliar se a forma física da ração (farelada e peletizada) afeta a porosidade e espessura da casca, e porcentagem de perda de água e eclodibilidade dos ovos férteis de ovos de perdiz. Os ovos foram coletados logo após a postura e separados em diferentes intervalos de peso (35-45, 46-50, 51-55, 56-60 e 61-70g), sendo 10 ovos/classe/ração. O número de poros das cascas foi avaliado nas regiões apical, equatorial e basal dos ovos. Utilizou-se um micrômetro digital para a mensuração da espessura das três regiões da casca dos ovos, a partir dos quais obteve-se a espessura média por ovo. Os ovos para avaliação da eclodibilidade dos ovos férteis e porcentagem de perda de água do ovo foram pesados, desinfetados, incubados ($T=35,5^{\circ}\text{C}$ e $UR=60\%$) e transferidos no 16º dia de incubação para o nascedouro, onde foram mantidos até a eclosão. Os dados mostraram que, em perdizes, o número de poros na casca pode variar com a região da casca, peso do ovo e a forma física da ração, e que a ingestão de ração peletizada promove um aumento na espessura da casca dos ovos sem alterar a eclodibilidade dos ovos férteis e a porcentagem de perda de água dos mesmos durante a incubação.

Palavras-Chave: forma física, ração, porosidade, espessura da casca, eclodibilidade dos ovos férteis, perda de água.

ABSTRACT

*The aim of this study was to determine the effect of the ingestion of meal and pelleted diets on eggshell porosity and thickness, water loss and hatchability percentages of partridge (*Rhynchotus rufescens*) eggs. The eggs (n=100) were divided into five different weight classes (1: 35-45 g, 2: 46-50 g, 3: 51-55 g, 4: 56-60 g, 5: 61-70 g). Parts from different regions (air space, equator and small end) of each eggshell were analyzed in order to count pore numbers. Eggshell thickness measurements were carried out after removal of the egg membranes. The eggs used in the analyses of the water loss and hatchability percentages were weighed, disinfected, and then incubated (T=35.5°C and RH=60%). On the 16th day of incubation, these eggs were transferred to a hatchery maintained at temperature and RH similar to those used in the incubator, where they were kept until hatching. The results showed that the mean number of eggshell pores changed among the three regions of the eggshell and egg weight classes, and also between the physical form of diets. Ingestion of pelleted diet increased eggshell thickness; however, hatchability and water loss percentages remained unchanged.*

Keywords: physical form, diets, eggshell, thickness, porosity, hatchability, water loss

INTRODUÇÃO

Os ingredientes das rações, principalmente os grãos de cereais, são moídos antes de serem utilizados para garantir que os nutrientes estejam numa forma mais disponível para os animais. Após a moagem, o farelo resultante pode apresentar grande variação no tamanho e na uniformidade das partículas, o que pode gerar comportamentos alimentares distintos por parte das aves (Toledo *et al.*, 2001). Entre eles, está a ingestão seletiva relacionada ao tamanho das partículas, provavelmente em função do tamanho do bico (Portella *et al.*, 1988; Nir *et al.*, 1990), o que ocasiona um desbalanceamento nutricional, trazendo alterações no desempenho da ave.

Ingredientes finos e uniformemente moídos apresentam a vantagem de serem mais facilmente digeridos pelas enzimas presentes no trato gastrointestinal (Penz Jr & Maiorka, 1996). Entretanto, partículas muito finas geralmente aderem ao bico das aves, reduzindo o consumo e aumentando o desperdício, afetando assim o desempenho (Toledo *et al.*, 2001).

A peletização da ração é sugerida como forma de contornar essa situação. Essa prática pode apresentar algumas desvantagens, como: maior custo de produção e comprometimento da disponibilidade de algumas vitaminas, antibióticos e enzimas adicionados à ração (Nilipour, 1993) e maior consumo de água, o que induz à produção de fezes mais úmidas, aumentando a produção de ovos sujos (Almirall *et al.*, 1997). Entretanto, a ela tem sido atribuída uma série de benefícios ao desempenho das aves, tais como: a melhora da digestibilidade de alguns nutrientes (Avila *et al.*, 1995), diminuição do desperdício (Maiorka, 1998), prevenção da seletividade (Cherry, 1982), maior capacidade de consumo em menor tempo (Jensen *et al.*, 1962), diminuição na concentração microbiana da ração (Nilipour, 1993), melhora na eficiência da ração e maior produção de ovos (Almirall *et al.*, 1997), quando comparada à ração farelada. Segundo Nir *et al.* (1990), em um sistema de livre escolha, as aves preferem ração peletizada.

Como se sabe, os fatores nutricionais são os principais determinantes da qualidade do ovo (Washburn, 1982). No que se refere à qualidade da casca, eles atuam

no peso, espessura (Morgan, 1932), porosidade e condutância da casca (Ar *et al.*, 1974; Rahn *et al.*, 1979).

A casca desempenha função vital para o embrião como fornecimento de sais minerais e proteção contra microorganismos (Roque & Soares, 1994). Através da sua estrutura porosa, evita a perda excessiva de água e possibilita as trocas gasosas, essenciais para o metabolismo e o desenvolvimento do embrião (Peebles & Brake, 1985). A qualidade da casca, portanto, pode influenciar a eclodibilidade dos ovos férteis (Gonzales *et al.*, 1999).

A perdiz tem se apresentado como fonte alternativa e promissora de carne exótica, mas a falta de estudos básicos ainda dificulta a produção em escala comercial. O presente estudo objetivou avaliar se a forma física da ração (farelada e peletizada) afeta a porosidade e a espessura da casca e a porcentagem de perda de água e de eclodibilidade dos ovos férteis de perdiz.

MATERIAL E MÉTODOS

Ovos e Incubação

Os ovos de perdizes *Rhynchotus rufescens* foram provenientes de fêmeas adultas, de diferentes idades, que receberam água e ração fornecidas na forma farelada ou peletizada, *ad libitum*. As rações fornecidas foram balanceadas para atender às exigências das perdizes na fase de postura (Moro, 1996). Os dados referentes à composição percentual e calculada das rações constam da Tabela 1. Os dados das análises bromatológicas das rações farelada e peletizada foram similares (MS: 89,7%; MSO: 89,7%; EE: 3,6%; FB: 4,4%; PB: 14,9%; MM: 10,0% e ENN: 56,8%).

Os ovos utilizados nas análises da casca (10 ovos/ classe/ ração) foram coletados logo após a postura e separados em cinco diferentes classes de intervalo de peso (35-45, 46-50, 51-55, 56-60 e 61-70g).

Os ovos coletados, com a finalidade de avaliar a eclodibilidade dos ovos férteis e porcentagem de perda de água até a transferência para o nascedouro (16º dia) (60

ovos/ ração), foram pesados e desinfectados com solução de formol 1% + amônia quaternária 0,5% (Branco, 1990; Morita, 1990) por meio de pulverização manual. Após secagem, eles foram transferidos para incubadoras, com controle automático de temperatura e viragem dos ovos (Premium Ecológica¹), mantidas em sala refrigerada para melhor manutenção da temperatura (35,5°C) e umidade relativa (60%). No 16º dia de incubação, os ovos foram pesados e transferidos para o nascedouro (Premium Ecológica²), onde foram mantidos até a eclosão. A temperatura e a umidade nos nascedouros foram as mesmas utilizadas nas incubadoras.

Parâmetros analisados

Os parâmetros estudados, relacionados abaixo, foram analisados de acordo com o processamento da ração (farelada e peletizada):

- a- Número de poros e espessura da casca: foram analisados de acordo com os intervalos de peso dos ovos (35-45, 46-50, 51-55, 56-60 e 61-70g);
- b- Eclodibilidade dos ovos férteis: foi calculada pela fórmula (número de ovos eclodidos x 100/número total de ovos férteis incubados). O cálculo da eclodibilidade dos ovos férteis foi efetuado após análise dos ovos não eclodidos e, conseqüentemente, exclusão dos não férteis, e calculada em porcentagem;
- c- Perda de água pelos ovos férteis: foi calculada, em porcentagem, pela fórmula (peso do ovo fértil na postura - peso do ovo fértil na transferência x 100/ peso do ovo fértil na postura), sendo que a transferência foi realizada no 16º dia de incubação.

Porosidade da Casca

O número de poros das cascas foi avaliado nas regiões apical (extremidade afilada), equatorial e basal (extremidade alargada, que contém a câmara de ar) de 10

¹ Modelo: IP120 – Fabricante: Premium Ecologica

² Modelo: NP120 – Fabricante: Premium Ecologica

ovos/classe/ração, utilizando-se o método de Rahn *et al.* (1981). Amostras das cascas dos ovos foram fervidas por 10 minutos em solução aquosa de NaOH 5% para remoção da cutícula e membranas externas e internas da casca. Em seguida, foram lavadas em água e secadas à temperatura ambiente. As amostras foram, então, coradas com solução aquosa de azul de metileno (1%) por 2 minutos, lavadas rapidamente em água e secadas à temperatura ambiente. Os números médios de poros contidos em 4 áreas de 25 mm² por região da casca foram contados sob estereomicroscópio, utilizando-se um retículo micrométrico quadriculado.

Espessura da Casca

A mensuração da espessura da casca dos ovos foi realizada com um micrômetro digital (Mitutoyo, resolução 0,001mm) em fragmentos retirados das regiões apical, equatorial e basal, a partir dos quais obteve-se a espessura média por ovo. Ao todo, foram analisados 10 ovos/classe/ração. As mensurações foram efetuadas após extração das membranas da casca, a qual foi efetuada fervendo os fragmentos em solução aquosa de NaOH, conforme acima descrito.

Análise Estatística

As análises estatísticas empregadas foram: Análise de Variância e de Correlação, e teste de Tukey (nível de significância de 5%), utilizando o programa Statistix.

RESULTADOS

O número médio de poros encontrados na casca dos ovos provenientes de matrizes que receberam ração farelada é apresentado de acordo com os intervalos de peso dos ovos e diferentes regiões da casca (Tabela 2).

Comparações entre as classes de peso dos ovos não revelaram diferença significativa ($p>0,05$) quanto ao número de poros nas regiões apical e equatorial.

Entretanto, número significativamente maior de poros ($p<0,05$) foi encontrado na região basal dos ovos com peso entre 56-60g, comparado aos demais intervalos.

Os números de poros nas três regiões da casca foram similares nos ovos pertencentes aos três menores intervalos de peso (35-45g; 46-50g e 51-55g). Entretanto, nos ovos dos dois maiores intervalos de peso, a região basal dos ovos apresentou número de poros significativamente maior do que a região equatorial e apical, as quais não diferiram entre si.

Os dados referentes ao número médio de poros dos ovos de matrizes alimentadas com ração peletizada também constam na Tabela 2. As comparações entre as regiões da casca, dentro de cada intervalo de peso dos ovos, mostraram que a região basal da casca dos ovos com 61-70g possui maior número de poros ($p<0,01$) do que as demais, e que a região equatorial de todos os ovos, exceção feita aos com peso entre 46-50g, apresenta o menor número. Os ovos com 46-50g não apresentaram diferença significativa no número de poros entre as regiões da casca. Ao contrário do observado para ovos de perdizes que receberam ração farelada, comparações entre as classes de peso dos ovos não revelaram diferença significativa quanto ao número de poros na região basal. Entretanto, um número significativamente maior de poros foi encontrado na região apical ($p<0,05$) dos ovos com 46-50g em relação aos com 61-70g e na região equatorial ($p<0,01$) em relação aos ovos com peso acima de 50g.

A Figura 1 representa o número médio de poros para cada intervalo de peso dos ovos, independentemente da região, nos dois tipos de processamento da ração. De acordo com os dados, ovos leves (35-50g) foram mais porosos quando a ração foi peletizada, enquanto que ovos com 56-60g foram mais porosos quando a ração foi farelada.

O efeito da forma física da ração (farelada e peletizada) sobre a espessura da casca dentro de cada intervalo de peso dos ovos é mostrado na Tabela 3. Ovos com 56-60g, provenientes de matrizes que receberam ração farelada, além de serem mais porosos, também apresentaram maior espessura ($p<0,05$) em relação aos ovos com 35-45g e 51-55g. Em relação aos ovos produzidos por matrizes alimentadas com ração peletizada, aqueles com peso acima de 45g apresentaram casca significativamente

mais espessa ($p < 0,05$) que os ovos mais leves (35-45g). Comparação entre as formas físicas da ração mostrou que ovos provenientes de matrizes alimentadas com ração peletizada apresentaram maior espessura da casca que os ovos de matrizes alimentadas com ração farelada, exceção feita aos ovos mais leves (35-45g), cuja espessura da casca não foi alterada.

Intervalo de peso dos ovos e porosidade da casca apresentaram uma baixa correlação negativa, independentemente da ração ser farelada ($R = -0,1781$) ou peletizada ($R = -0,3934$). Espessura e porosidade da casca também mostraram uma baixa correlação negativa, quando os ovos foram provenientes de matrizes que receberam ração peletizada ($R = -0,3510$), mas uma correlação positiva ($R = 0,2758$) quando a ração foi farelada.

Com o intuito de verificar se o aumento da espessura da casca dos ovos, resultante da ingestão de ração peletizada, afetava a taxa de eclosão e perda de água dos ovos, comparou-se esses parâmetros entre ovos com peso acima de 46 g, provenientes de perdizes alimentadas com ração farelada e peletizada, os quais apresentaram diferença significativa quanto à espessura da casca. Os dados referentes a essa análise são mostrados na Figura 2. No teste de independência (teste exato de Fisher) entre a forma física da ração e a eclosão não houve diferença significativa ($p > 0,05$), permanecendo a eclosão ao redor de 67%. O mesmo ocorreu em relação à perda de água, a qual ficou em torno de 8%.

Tabela 1 – Composição percentual e calculada da ração na fase de postura.

Composição (%)	
Milho	68,630
Farelo de soja	20,105
Calcário	5,440
Fosf. Bicálcico	1,774
Sal comum	0,400
Supl. Mineral e Vitamínico ¹	0,400
DL-Metionina	0,092
Inerte	3,159
TOTAL	100
<i>Valores Calculados</i>	
Proteína Bruta (%)	15,00
En.Metab. (kcal/kg)	2800,00
Lisina (%)	0,74
Cálcio (%)	2,50
P.Disponível (%)	0,40
Met.+Cist. (%)	0,60
Fibra Bruta (%)	2,52
Metionina (%)	0,34

¹ Suplemento Mineral e Vitamínico: Vit. A, 3500000UI; Vit. D₃, 700000UI; Vit. E, 2500mg; Vit. K₃, 670mg; Vit. B₁₂, 6000mg; Vit. B₆, 1500mg; Pantotenato de Ca, 2500mg; Niacina, 6000mg; Antioxidante, 20g; Fe, 15000mg; Cu, 12000mg; Mn, 35000mg; Zn, 30000mg; I, 600mg; Se, 70mg.

Fonte: Moro (1996)

Tabela 2 – Número de poros/25mm² presentes na casca de ovos provenientes de perdizes que receberam ração farelada e peletizada, de acordo com os intervalos de peso dos ovos e às diferentes regiões do ovo.

REGIÃO	Intervalos de Peso dos Ovos (g)				
	35-45	46-50	51-55	56-60	61-70
Farelada					
APICAL ¹	5,57 ± 1,75 Aa	6,28 ± 2,69 Aa	5,40 ± 1,88 Aa	6,65 ± 2,76 Ba	5,11 ± 0,87 Ba
EQUATORIAL ¹	5,72 ± 1,25 Aa	6,25 ± 2,93 Aa	5,47 ± 1,84 Aa	4,22 ± 1,02 Ba	4,32 ± 1,11 Ba
BASAL ¹	5,77 ± 3,17 Ab	7,15 ± 2,55 Ab	7,50 ± 4,39 Ab	13,67 ± 5,16 Aa	6,97 ± 1,12 Ab
Peletizada					
APICAL ¹	6,99 ± 1,20 ABab	8,30 ± 2,94 Aa	6,82 ± 2,46 Aab	5,88 ± 1,13 Aab	5,04 ± 1,27 Bb
EQUATORIAL ¹	4,83 ± 2,08 Bab	6,69 ± 4,03 Aa	3,89 ± 1,24 Bb	3,79 ± 0,54 Bb	3,17 ± 0,55 Cb
BASAL ¹	9,40 ± 4,90 Aa	8,97 ± 7,79 Aa	8,32 ± 2,90 Aa	6,08 ± 1,27 Aa	7,35 ± 2,30 Aa

a-b e A-B-C: letras distintas na mesma linha e mesma coluna, respectivamente, indicam diferença significativa, ao nível de significância de 5%.

¹Valores médios ± DP (n=10).

Tabela 3 - Espessura (mm) da casca de ovos de perdizes, de acordo com os intervalos de peso (g) e forma física da ração.

RAÇÃO	Intervalos de Peso dos Ovos (g)				
	35-45	46-50	51-55	56-60	61-70
FARELADA ¹	0,184±0,009 Ab	0,193±0,006 Bab	0,187±0,016 Bb	0,206±0,009 Ba	0,194±0,011 Bab
PELETIZADA ¹	0,183±0,042 Ab	0,251±0,030 Aa	0,220±0,020 Aa	0,225±0,010 Aa	0,222±0,015 Aa

a-b e A-B: letras distintas na mesma linha e mesma coluna, respectivamente, indicam diferença significativa, ao nível de significância de 5%.

¹Valores médios ± DP (n=10).

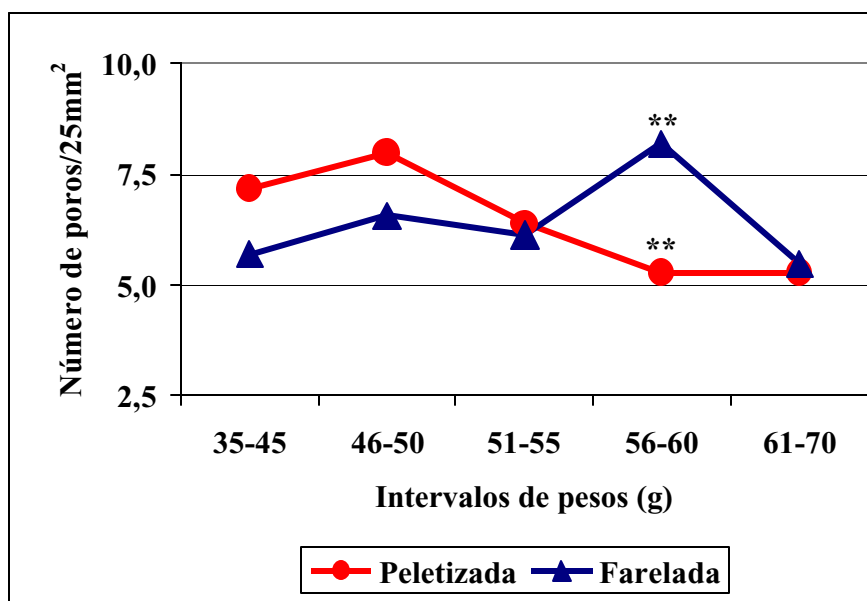


Figura 1 - Número médio de poros na casca de ovos de perdizes (*R. rufescens*), em função dos diferentes intervalos de peso (35-45, 46-50, 51-55, 56-60 e 61-70g) e forma física da ração (farelada e peletizada). ** Diferença significativa ($p < 0,01$)

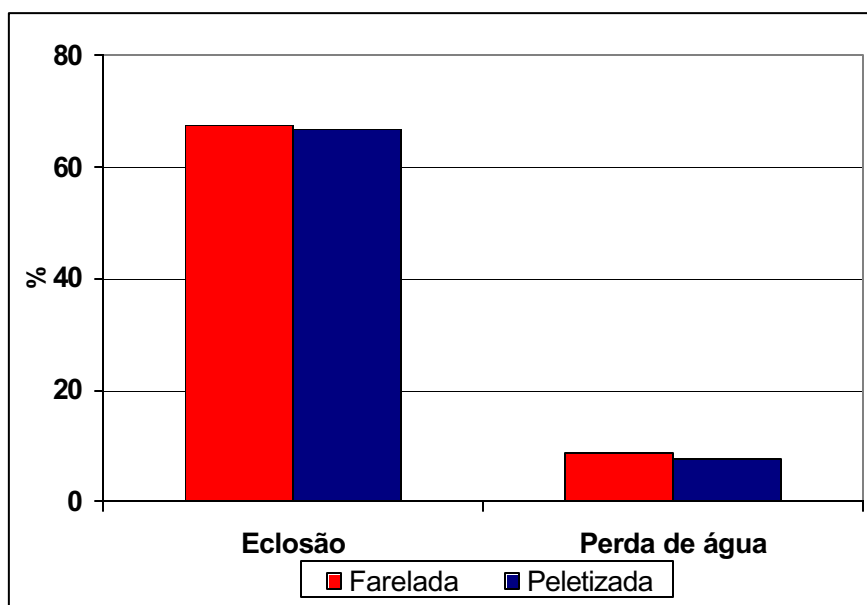


Figura 2 – Porcentagem de eclosão e de perda de água de ovos de perdizes (*R. rufescens*), em relação à forma física da ração (farelada e peletizada).

DISCUSSÃO E CONCLUSÃO

O presente estudo mostrou que ovos provenientes de perdizes que receberam ração farelada apresentaram maior número de poros na região basal do que nas regiões equatorial e apical, as quais apresentaram mesmo número de poros. Quando produzidos por perdizes alimentadas com ração peletizada, os ovos apresentaram número similar de poros em ambas as extremidades e número significativamente menor de poros na região equatorial. Esses dados de distribuição quantitativa de poros sobre a casca dos ovos de perdiz diferem dos observados para ovos de aves domésticas. Em ovos de frango, peru, ganso e pato, o número de poros decresce da região basal para a apical (Romanoff, 1943; Rokitka & Rahn, 1987). Os dados também mostraram que o modelo de distribuição de poros na casca não é uma característica fixa, podendo variar com o tamanho do ovo e a forma física da ração, independentemente da região do ovo. Entretanto, a porosidade dos ovos leves (abaixo de 50g) foi maior quando perdizes receberam ração peletizada. Além disso, a porosidade dos ovos entre 46-50g e acima de 61g não foi afetada pela forma física da ração, mas os ovos entre 56-60g foram mais porosos quando a ração fornecida foi farelada. Esses resultados mostram que não há uma relação definida entre a forma física da ração e o número de poros na casca, indicando que não apenas a distribuição de poros, mas também a porosidade geral da casca pode variar com o tamanho do ovo e a forma física da ração.

A ingestão de ração peletizada promoveu claramente um aumento em espessura na casca dos ovos de perdiz (presente trabalho). Tais dados concordam com Washburn (1982) e Almirall *et al.* (1997), segundo os quais a ração peletizada melhora a qualidade dos ovos, o que deve estar relacionado com a menor ingestão seletiva dos componentes da ração (Cherry, 1982), maior consumo (Jensen *et al.*, 1962) e/ou melhora na eficiência da ração (Almirall *et al.*, 1997).

Aumento na espessura da casca é um fator positivo tanto para a produção de ovos para consumo, quanto para ovos destinados à produção de perdigotos, pois, como mencionado por Oba (2001), ela aumenta a resistência da casca, diminuindo a quantidade de ovos com cascas trincadas, reduzindo, portanto, perdas econômicas.

Considerando que da casca provém o cálcio necessário para o desenvolvimento embrionário e fetal (Tuan, 1983; Grizzle *et al.*, 1992), quanto maior a espessura da casca maior a disponibilidade desse mineral para o desenvolvimento *in ovo*. Além disso, espessura da casca e, portanto, comprimento dos poros são fatores que influenciam nas trocas gasosas da casca (Ancel & Girard, 1992) e perda de água pelo ovo. No caso específico da perda de água, aves domésticas (p.ex. frangos e perus) perdem normalmente de 12 à 14% de água durante o processo de incubação (Rahn *et al.*, 1981). Porcentagens de perda de água acima desse intervalo podem causar morte embrionária por desidratação, enquanto que valores abaixo do mesmo podem resultar em super-hidratação embrionária (inchaço) e trocas gasosas deficientes devido à umidade excessiva das membranas do ovo, também levando à morte embrionária (Romanoff, 1930). Assim, do ponto de vista da produção de perdigotos, os dados originaram a questão se um aumento na espessura da casca dos ovos poderia afetar negativamente a eclodibilidade dos ovos férteis dos mesmos. No presente trabalho, a eclodibilidade dos ovos férteis e a porcentagem de perda de água dos ovos durante a incubação não foram alteradas, mostrando que o aumento em espessura de casca apresentado pelos ovos de perdizes alimentadas com ração peletizada não alterou tais parâmetros.

Em resumo, o presente estudo mostrou que, no caso de perdizes: o número de poros na casca pode variar com a região da mesma, peso do ovo e forma física da ração, e que a forma física da ração influencia a espessura da casca, porém, não altera a eclodibilidade dos ovos férteis e a porcentagem de perda de água do ovo durante a incubação.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Setor de Animais Silvestres, da FCAV - UNESP/ Jaboticabal, pelos ovos cedidos e ao CNPq pela bolsa de Mestrado concedida a ELIANA SAIURI NAKAGE.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ancel A, Girard H. Eggshell of the domestic guinea fowl. *British Poultry Science* 1992; 33: 993-1001.

Avila VS de, Rosa PS, Rutz F. Efeito da forma física da ração sobre a composição bromatológica da carcaça de frangos de corte criados no verão. In: Conferência Apinco de Ciência e Tecnologia Avícolas; 1995; Curitiba, PR. Curitiba: FACTA; 1995. p.211-212.

Almirall M, Cos R, Esteve-Garcia E, Brufau J. Effect of inclusion of sugar beet pulp, pelleting and season on laying hen performance. *British Poultry Science* 1997; 38: 530-536.

Ar A, Paganelli CV, Reeves RP, Greene DG, Rahn H. The avian egg: Water vapor conductance, shell thickness and functional pore area. *The Condor* 1974; 76:153-158.

Branco JAD. Métodos de desinfecção de ovos incubáveis. In: Curso de Atualização em Incubação. FACTA; 1990. p.91-100.

Cherry JA. Non-caloric effects of dietary fat and cellulose on the voluntary feed consumption of White chickens. *Poultry Science* 1982; 61:345-350.

Gonzalez A, Satterlee DG, Moharer F, Cadd GG. Factors affecting ostrich egg hatchability. *Poultry Science* 1999; 78:1257-1262.

Grizzle J, Iheanacho M, Saxton A, Broaden J. Nutritional and enviromental factors involved in egg shell quality of laying hens. *British Poultry Science* 1992; 33: 781-794.

Jensen LS, Merrill LH, Reddy CV, McGinnis J. Observations on eating patterns and rate of food passage of bird fed pelleted and unpelleted diets. Poultry Science 1962; 41: 1414-1419.

Maiorka A. Efeito da forma física e do nível de energia da ração em dietas formuladas com base em aminoácidos totais e digestíveis sobre o desempenho e a composição de carcaça de frangos de corte, machos, dos 21 aos 42 dias de idade. [Dissertação]. Porto Alegre (RS): Universidade do Rio Grande do Sul. Faculdade de Agronomia; 1998.

Morgan CL. Relationship between breaking strenght and the percentage of egg shell. Poultry Science 1932; 11: 172-175.

Morita P. Gerenciamento do incubatório. In. Curso de Atualização em Incubação. FACTA; 1990. p.9-32.

Moro MEG. Desempenho e características de carcaças de perdizes (*Rhynchotus rufescens*) criadas com diferentes programas de alimentação. [Tese]. Jaboticabal (SP): Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias; 1996.

Nilipour A. La peletización mejora el desenpeño? Industria Avícola 1993; 39 (12): 42-46.

Nir I, Melcion JP, Picard M. Effect of particle size of sorghum grains on feed intake and performance of young broilers. Poultry Science 1990; 69: 2177-2184.

Oba A, Souza PA, Souza HBA, Kodawara LM, Norkus EA, Cerqueira AA. Produção e qualidade de ovos de poedeiras alimentadas com dietas suplementadas com cinza vegetal, cobre, crômio e probiótico. Revista Brasileira de Ciência Avícola 2001; Suplemento 3: 62.

Peebles ED, Brake J. Relationship of eggshell porosity to stage of embryonic development in broiler breeders. *Poultry Science* 1985; 64: 2388-2391.

Penz Jr AM, Maiorka A. Uso de rações com diferentes graus de granulometria para frangos de corte. In: Conferência Apinco de Ciência e Tecnologia Avícolas; 1996; Campinas, SP. Campinas: FACTA; 1996. p.153-170.

Portella FJ, Caston LJ, Leeson S. Apparent feed particle size preference by broilers. *Canadian Journal Animal Science* 1988; 68: 923-930.

Rahn H, Ar A, Paganelli CV. How bird eggs breathe. *Science American* 1979; 240: 46-55.

Rahn H, Christensen VL, Edens FW. Changes in shell conductance, pores, and physical dimensions of egg and shell during the first breeding cycle of turkey hens. *Poultry Science* 1981; 60: 2536-2541.

Rokitka MA, Rahn H. Regional differences in shell conductance and pore density of avian eggs. *Respiration Physiology* 1987; 68: 371-376.

Romanoff AL. Biochemistry and biophysics of the development hen's egg. *Memoirs of Cornell University Agricultural Experimental Station* 1930; 132: 1-27.

Romanoff AL. Study of various factors affecting permeability of bird's eggshell. *Food Research* 1943; 8: 212-223.

Roque L, Soares MC. Effects of eggshell quality and broiler breeder age on hatchability. *Poultry Science* 1994; 73: 1838-1845.

Toledo RS, Vargas Jr JG, Albino LFT, Rostagno HS. Aspectos práticos da nutrição pós-eclosão: Níveis nutricionais utilizados, tipos de ingredientes e granulometria da dieta. In: Conferência Apinco de Ciência e Tecnologia Avícolas; 2001; Campinas, SP. Campinas: FACTA; 2001. p.153-167.

Tuan R. Supplemented eggshell restores calcium transport in chorioallantoic membrane of cultured shell-less chick embryos. *Journal Embryology experimental Morphology* 1983; 74: 119-131.

Washburn KW. Incidence, cause, and prevention of egg shell breakage in commercial production. *Poultry Science* 1982; 61: 2005-2012.

CAPÍTULO 3 - “EFEITO DA TEMPERATURA SOBRE A ECLODIBILIDADE DOS OVOS FÉRTEIS, MORTALIDADE, DURAÇÃO DA INCUBAÇÃO E PERDA DE ÁGUA EM OVOS DE PERDIZ (*Rhynchotus rufescens*), E SOBRE O PESO DO PERDIGOTO RECÉM-ECLODIDO”.

Nakage E.S., Cardozo J.P., Pereira G.T., Queiroz S.A. e Boleli I.C. Effect of temperature on hatchability, embryonic mortality, incubation length and water loss of partridge (*Rhynchotus rufescens*) eggs, and chick weight at hatching. **Brazilian Journal of Poultry Science** (Submetido, Nº protocolo: AS 01462002)

RESUMO

O presente estudo teve como objetivo analisar o efeito da temperatura de incubação (34,5; 35,5; 36,5; 37,5 e 38,5°C, à UR 60%) sobre a porcentagem de eclosão, duração do desenvolvimento "*in ovo*", porcentagem de perda de água, peso do perdigoto recém-eclodido e o tipo de mortalidade, em ovos de perdiz, incubados diariamente. Maior taxa de eclosão foi obtida no intervalo de 35,5°C a 36,5 °C, sendo que a duração da incubação mostrou-se inversamente proporcional à temperatura, e quanto maior foi a temperatura de incubação maior foi a velocidade de perda de água dos ovos. Os pesos absoluto e relativo dos perdigotos recém-eclodidos não foram afetados pela temperatura de incubação. Além disso, temperaturas abaixo do intervalo de 35,5 à 36,5°C promoveram um aumento de mortalidade tardia e acima deste um aumento nas mortalidades precoce e intermediária. Os resultados do presente trabalho mostraram que maior eclodibilidade foi obtida no intervalo de temperatura entre 35,5-36,5°C e que temperaturas de incubação abaixo ou acima deste afetaram a eclodibilidade dos ovos férteis, duração da incubação e mortalidade embrionária em ovos de perdiz.

Palavras-Chave: Temperatura, incubação, eclodibilidade dos ovos férteis, perda de água, mortalidade.

ABSTRACT

The aim of this study was to determine the effect of incubation temperature (34.5; 35.5; 36.5; 37.5 and 38.5°C, and RH= 60%), on partridge fertile egg hatchability, water loss and hatching time, embryonic mortality and chick weight at hatch on daily incubated eggs. The highest hatchability was obtained between 35.5 and 36.5°C. The duration of the incubation period and incubation temperature were inversely proportional. Velocity of water loss from eggs was lower under incubation at low as compared to high temperature. The absolute and relative chick weights at hatching were not different at different incubation temperatures. Incubation temperature also affected embryonic mortality. The early embryonic mortality increased with low temperatures (<35.5°C) and the intermediate and late embryonic mortality increased with high temperatures (>36.5°C). Results obtained in the current study indicate that incubation temperatures below and above 35.5 and 36.5°C affect hatchability, incubation time and embryonic mortality of partridge fertile eggs.

Keywords: Temperature, incubation, hatchability, water loss, mortality

INTRODUÇÃO

Temperatura de incubação é um dos fatores físicos que determinam o êxito do desenvolvimento *in ovo*. Assim, de grande importância se torna a determinação e utilização de temperatura ótima de incubação, a qual considera-se ser aquela que proporciona maior eclodibilidade dos ovos férteis (Swann & Brake, 1990b; French, 1997) e melhor qualidade da ave recém-eclodida (Wilson, 1991; Decuypere & Mitchels, 1992).

A temperatura ótima de incubação para ovos de aves selvagens perfaz uma grande amplitude de valores, podendo variar de 33 a 39°C, enquanto que em aves domésticas esse intervalo é bem menor, de 37 a 38°C (Visschedijk, 1991).

O efeito da temperatura de incubação sobre a eclodibilidade dos ovos férteis e qualidade da ave recém-eclodida pode estar relacionado com sua influência sobre a duração da incubação e perda de água durante a mesma. Seus efeitos sobre os parâmetros citados, entretanto, dependem do valor de seu desvio em relação à temperatura ótima e da duração da incubação. Segundo Givisiez *et al.* (2000), por exemplo, elevação da temperatura de incubação 1°C acima da considerada ótima (37,8°C), a partir do 13º dia de incubação, causa uma redução significativa na taxa de eclosão de ovos de frango de corte, o mesmo não ocorrendo quando da redução da temperatura em 1°C.

Temperatura de incubação apresenta uma correlação direta com a duração do desenvolvimento *in ovo*, tanto em perus (French, 1994) como em frangos (Byerly, 1938; Decuypere *et al.*, 1979), ou seja, temperaturas abaixo da ótima retardam o desenvolvimento, enquanto que temperaturas acima da mesma o aceleram (Romanoff, 1960; Wilson, 1991). Esta alteração na velocidade do desenvolvimento embrionário, determinada pela variação da temperatura de incubação, parece explicar as diferenças de peso corporal encontradas por alguns autores (Givisiez *et al.*, 2000) entre embriões submetidos a diferentes temperaturas de incubação, desde que diferentes temperaturas

de incubação não afetem o peso de pintos recém-eclodidos (Decuypere *et al.*, 1979; Swann & Brake, 1990a).

Perda de água pelos ovos é um processo normal durante a incubação. Ovos de matrizes pesadas e perus perdem normalmente de 12 a 14% de água durante o processo de incubação (Rahn *et al.*, 1981). Entretanto, perdas muito baixas ou muito altas influenciam o desenvolvimento do embrião (Rahn & Ar, 1974) e, conseqüentemente, a eclodibilidade dos ovos férteis (Meir *et al.*, 1984). Temperaturas de incubação acima da ótima provocam perda excessiva de água (acima de 14%) pelos ovos, levando à morte do embrião por desidratação. Ao contrário, ovos incubados em temperaturas menores que a ótima não perdem água suficiente (< 12%), o que prejudica a eclodibilidade dos ovos férteis devido a uma super-hidratação embrionária e a dificuldade dos embriões em realizar trocas gasosas através das membranas excessivamente úmidas (Romanoff, 1930).

Perdiz (*Rhynchotus rufescens*) é uma ave silvestre, cujas populações naturais foram reduzidas substancialmente, devido à caça predatória e destruição de seus habitats naturais. Sua musculatura de vôo atinge 28,6 à 32,8% de seu peso corporal (Sick, 1985) e seu rendimento de carcaça e de peito 74,37% e 36,36% (Moro, 1986), respectivamente, o que tem despertado o interesse de alguns avicultores em utilizá-la como fonte alternativa na produção de carne exótica. Todavia, faltam na literatura, conhecimentos básicos sobre o sistema de incubação de ovos desta espécie.

Perdiz apresentam um período de postura de aproximadamente 6 meses (primavera-verão). Além disso, sendo uma ave em fase inicial do processo de domesticação de uma ave silvestre, a falta de adaptação às condições de cativeiro, associada à falta de dados sobre manejo adequado e a não seleção genética das aves, resulta em baixa produtividade de ovos, o que impossibilita a realização de estudos sobre estocagem e incubação de ovos utilizando-se as mesmas condições de controle empregadas para aves já domesticadas.

Todavia, a otimização dos processos de incubação se faz necessária para o maior aproveitamento dos ovos férteis produzidos e o aumento da produção de perdigotos.

Assim, o presente estudo analisou o efeito da temperatura de incubação sobre a porcentagem de eclosão, duração do desenvolvimento "*in ovo*", porcentagem de perda de água e mortalidade de ovos férteis, bem como sobre o peso dos perdigotos recém-eclodidos, utilizando-se um sistema de incubação diária de ovos.

MATERIAL E MÉTODOS

Ovos e Incubação

Os ovos foram provenientes de perdizes (*Rhynchotus rufescens*) de diferentes idades, pertencentes ao Setor de Animais Silvestres, do Departamento de Zootecnia, da FCAV, Jaboticabal, as quais são mantidas em sistema de confinamento e regime natural de luz, e alimentadas com água e ração peletizada (PB= 15% e EM= 2800 kcal/kg) *ad libitum*.

Foram utilizados 182 ovos férteis, coletados diariamente (3 vezes/dia) na fase intermediária do período de postura (novembro- dezembro/2001), apresentando especificamente peso médio de 56 ± 3 g, intervalo de peso em que se obteve alta taxa de eclosão (Nakage et al., 2001) e maior número de ovos.

Os ovos foram desinfetados com solução de formol 1% + amônia quaternária 0,5% (BRANCO, 1990; MORITA, 1990), por meio de pulverização manual. Após secagem, cerca de 2 à 4 ovos foram transferidos diariamente (3 vezes/dia) para incubadoras (Premium Ecológica³), com controle automático de temperatura e viragem dos ovos (1 viragem/h), mantidas em sala refrigerada para melhor manutenção da temperatura e umidade interna.

No 16º dia de incubação, os ovos embrionados foram pesados e transferidos para o nascedouro (Premium Ecológica⁴), onde foram mantidos até a eclosão sob temperatura e umidade similares às utilizadas nas incubadoras. Durante todo o experimento, a temperatura e a umidade relativa nas incubadoras e nascedouros foram

³ Modelo: IP120 – Fabricante: Premium Ecologica

⁴ Modelo: NP120 – Fabricante: Premium Ecologica

registradas 3 à 4 vezes/dia, por observação direta dos termômetros de bulbo seco e úmido, respectivamente.

Foram cinco grupos experimentais, os quais diferiram quanto à temperatura de incubação, como segue: grupo 1 (34,5°C, N=26), grupo 2 (35,5°C, N=40), grupo 3 (36,5°C, N=62), grupo 4 (37,5°C, N=31) e grupo 5 (38,5°C, N=23). Todos os grupos foram submetidos à umidade relativa de 60%, até a eclosão.

Parâmetros analisados

Para cada grupo experimental foram analisados os seguintes parâmetros: porcentagem de eclosão (número de ovos eclodidos x 100/número total de ovos férteis incubados), porcentagem de perda de água dos ovos férteis até a transferência para o nascedouro $[(\text{peso do ovo antes da incubação} - \text{peso do ovo na transferência}) \times 100 / \text{peso do ovo antes da incubação}]$, duração total da incubação (dias), peso absoluto e relativo (peso absoluto do perdigoto x 100/ peso do ovo antes da incubação) do perdigoto recém-eclodido, taxa total de mortalidade $[(\text{número de ovos férteis incubados} - \text{número de ovos eclodidos}) \times 100 / \text{número de ovos férteis incubados}]$ e, taxas de mortalidade precoce $[(\text{número de ovos cuja mortalidade embrionária ocorreu do 1º ao 7º dia}) \times 100 / \text{número de ovos férteis não eclodidos}]$, intermediária $[(\text{número de ovos cuja mortalidade embrionária ocorreu do 8º ao 15º dia}) \times 100 / \text{número de ovos férteis não eclodidos}]$ e tardia $[(\text{número de ovos cuja mortalidade embrionária ocorreu do 16º dia até a eclosão}) \times 100 / \text{número de ovos férteis não eclodidos}]$, de acordo com os estágios de desenvolvimento embrionário definidas por Hamburger & Hamilton (1951). Os três últimos parâmetros foram obtidos por embriodiagnóstico dos ovos férteis não eclodidos.

Análise Estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância com 1 fator (temperatura) e posterior ajuste das funções polinomiais para justificar as diferenças entre os valores médios dos tratamentos, exceto para os dados referentes aos tipos de mortalidade, os quais foram avaliados pelo teste exato de Fisher (5%). Todos os resultados foram obtidos pelo programa computacional SAS (1997).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Como mostrado na Figura 1, dentro do intervalo de temperatura utilizado, a porcentagem de eclosão dos ovos de perdizes, submetidos a sistema de incubação diária, pôde ser descrita por um efeito quadrático significativo ($p < 0,05$) em função das temperaturas de incubação ($y = -7970 + 450,5x - 6,312x^2$; $R^2 = 0,998$), segundo a qual a maior taxa de eclosão foi obtida no intervalo de temperatura entre 35,5°C e 36,5°C.

A temperatura de incubação para obtenção de maior eclosão experimental varia entre as aves utilizadas para produção de carne e/ou ovo (Christensen *et al*, 1994; Decuypere, 1994). Enquanto em perdiz, esta temperatura é de 35,5 - 36,5°C, em frangos de corte ela é de 37,8°C (Barott, 1937), em codornas de 37,2 - 37,5°C (Albino & Neme, 1998), em marrecos de 39,0 - 39,5°C (Reis, 1942a), em pato de 39,0°C e ganso de 39,5°C (Cullington, 1975), em perdiz européia de 37,4°C (Moreng & Avens, 1990) e em peru de 38,3 - 38,6°C (Reis, 1942b). Esses dados sugerem que a temperatura que resulta maior eclosão experimental em aves silvestres é menor do que para aves domésticas.

A mortalidade geral dos ovos de perdizes (Figura 1), dentro do intervalo de temperatura e peso dos ovos utilizados, também pôde ser descrita por um efeito quadrático em função das temperaturas de incubação ($y = 8070 - 450,5x + 6,312x^2$; $R^2 = 0,998$). De acordo com a mesma, ao contrário do que ocorreu com a taxa de eclosão, temperaturas abaixo de 34,5°C e acima de 36,5°C causam maior mortalidade. Tais dados são similares aos observados para frangos de corte, cujo desenvolvimento embrionário e eclodibilidade dos ovos férteis foram influenciados negativamente por temperaturas abaixo e, principalmente, por aquelas acima da temperatura ótima de incubação (Byerly, 1938), o que sugere que o sistema de incubação diária dos ovos não altera os efeitos da temperatura de incubação sobre a mortalidade embrionária.

No presente trabalho, a incubação de ovos de perdizes em temperaturas abaixo do intervalo no qual foi obtido maior eclodibilidade dos ovos férteis (35,5-36,5°C), promoveu um aumento de mortalidade tardia, enquanto que incubação à temperatura

acima deste causou um aumento nas mortalidades precoce e intermediária (Figura 2). Esses resultados diferiram dos encontrados para frangos de corte, cujos embriões foram mais sensíveis a temperaturas abaixo da ótima (37,8°C) no início da incubação (French, 1997) e a temperaturas acima da ótima no final da mesma (Ono *et al.*, 1994). Eles, entretanto, diferiram apenas parcialmente dos dados de Primmitt *et al.* (1988), de acordo com os quais temperaturas baixas também causaram aumento da mortalidade precoce.

A duração do período de incubação de ovos de perdizes, submetidas à um processo de incubação diária, variou de 26 a 19 dias à temperatura entre 34,5°C e 38,5°C, respectivamente. Dentro deste intervalo de temperatura, a duração da incubação de ovos de perdizes foi descrita por um efeito quadrático, significativo ($p < 0,05$), em função das temperaturas de incubação ($y = 674,7 - 34,21x + 0,4464x^2$; $R^2 = 0,968$), (Figura 3). Resultado semelhante foi observado em perus por French (1994), indicando que a diminuição da duração da incubação em função de um aumento na temperatura é uma característica comum entre as aves.

Essa plasticidade dos embriões em responder a desvios da temperatura de incubação, retardando ou acelerando a velocidade de seu desenvolvimento é utilizada em incubatórios como mecanismo de manipulação da data de eclosão. No caso de perdiz, a manipulação da temperatura de incubação, visando adiantar ou atrasar a eclosão, deve ser vista com cautela, pois, como indicado pelos resultados obtidos, temperaturas de incubação abaixo de 34,5°C e acima 36,5°C provocaram queda acentuada da taxa de eclosão, o que foge do objetivo principal do processo de incubação que é a maximização da eclosão. O risco da utilização de tal procedimento sobre a taxa de eclosão em frangos já havia sido mencionado, por Wilson (1991). Assim, eclodibilidade dos ovos férteis e duração da incubação são parâmetros que devem ser analisados conjuntamente, pois o sincronismo entre eles é quem determina a temperatura ótima de incubação (Visschedijk, 1991).

No que se refere à porcentagem de perda de água pelos ovos de perdizes, do 1º ao 16º dia de incubação, os resultados também indicaram efeito quadrático em função das temperaturas de incubação ($y = -50,5 + 2,797x - 0,037x^2$; $R^2 = 0,891$), ou seja,

quanto maior for a temperatura utilizada, maior será a porcentagem de perda de água dos ovos nos dois primeiros terços do período de incubação (Fig. 4). Efeito similar entre temperatura de incubação e perda de água pelos ovos também foi encontrada em frangos de corte, por Swann & Brake (1990b).

A perda de água pelos ovos de perdizes, entre o início da incubação até a transferência para o nascedouro (16º dia), foi de aproximadamente 8% de seus pesos, quando incubados à temperatura de 35,5°C e 36,5°C e de 9,94% quando incubados à 37,5°C, valores próximos dos encontrados para ovos de frangos de corte (10,8%), quando incubados à temperatura de 37,8°C (Deeming, 1993). Considerando que a porcentagem de água do albúmen determina o peso da ave recém-eclodida (Simkiss, 1980), os valores referentes à perda de água pelos ovos de perdizes (Figura 4) sugeriram que perdigotos provenientes de ovos incubados à temperatura de 34,5°C seriam mais pesados que os incubados nas demais temperaturas. Entretanto, como mostrado na Figura 5, os pesos absoluto e relativo dos perdigotos não foram afetados pela temperatura de incubação, indicando que, independentemente da temperatura de incubação utilizada, até o final da incubação, os ovos de perdiz perderam a mesma porcentagem de água ($p > 0,05$). Ou seja, a temperatura de incubação parece influenciar a velocidade de perda de água, mas não a porcentagem total de água perdida. Efeito não significativo da temperatura de incubação sobre o peso da ave recém-eclodida também foi relatada em frangos de corte por Swann & Brake (1990a).

O peso relativo dos perdigotos, nas várias temperaturas de incubação utilizadas, variou de 72,3 a 73,14% do peso dos ovos frescos (Figura 5). Intervalo maior foi encontrado por Merritt & Gowe (1965) para pintos, cujos pesos registrados variaram de 62 a 71% do peso fresco dos ovos. O menor intervalo de variação entre o peso relativo dos perdigotos pode estar relacionado com uma maior uniformidade nos pesos dos ovos.

Em resumo, o presente estudo mostrou que, sob sistema de incubação diária, maior porcentagem de eclosão de ovos de perdiz (*Rhynchotus rufescens*) foi obtida no intervalo de temperatura entre 35,5°C e 36,5 °C; a temperatura de incubação foi inversamente proporcional à duração da mesma; quanto maior a temperatura de

incubação maior a velocidade de perda de água dos ovos; os pesos absoluto e relativo dos perdigotos recém-eclodidos não foram afetados pela temperatura de incubação; e temperaturas abaixo do intervalo entre 35,5 e 36,5°C promoveram aumento de mortalidade tardia e, acima deste, aumento das mortalidades precoce e intermediária.

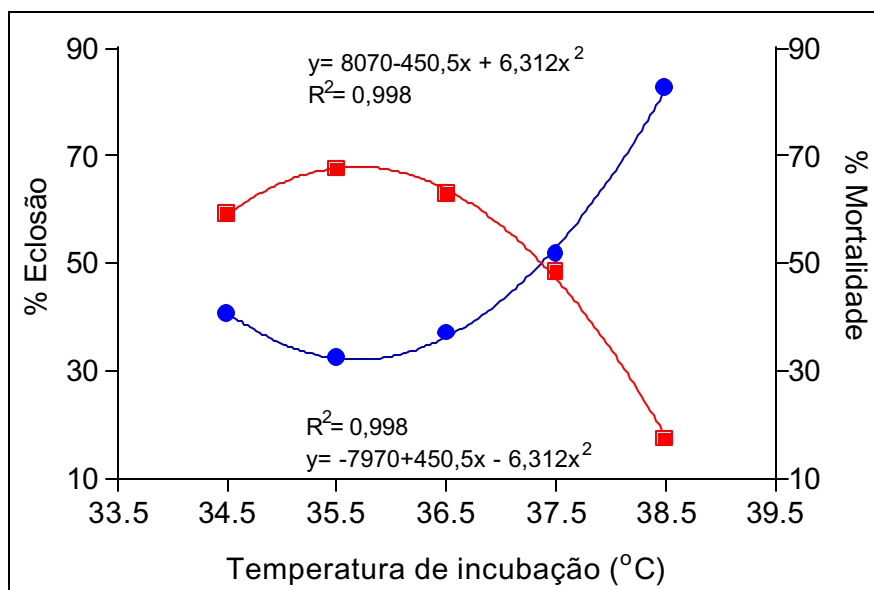


Figura 1 – Taxa de eclosão (●) e mortalidade (●) dos ovos de perdiz (*R. rufescens*), de acordo com a temperatura de incubação.

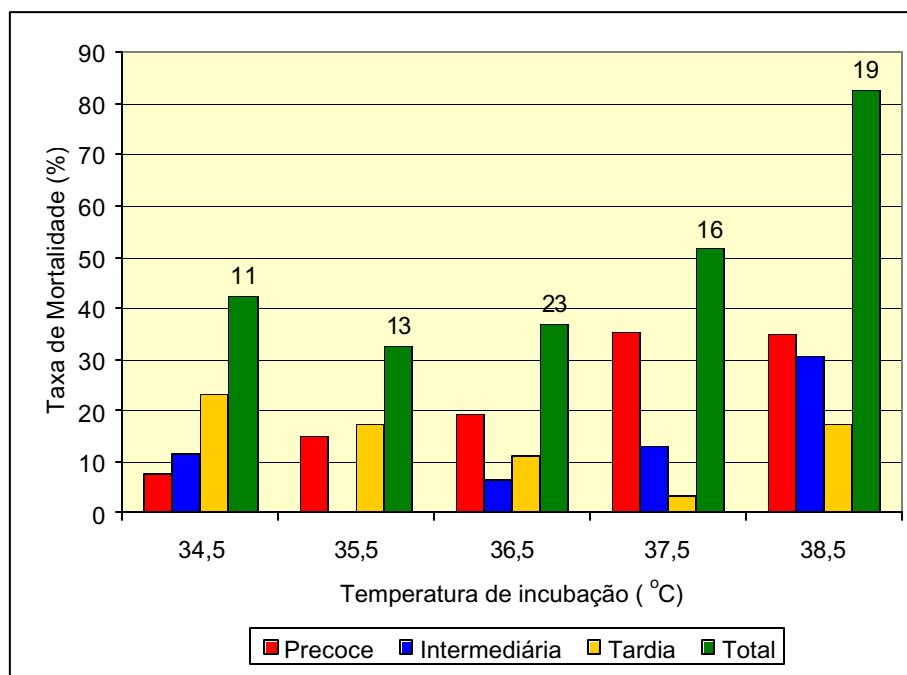


Figura 2 – Mortalidade Precoc, Intermediária, Tardia e Total (%) durante a incubação de ovos de perdizes (*R. rufescens*) em diferentes temperaturas. Número acima da barra corresponde ao número de ovos não eclodidos.

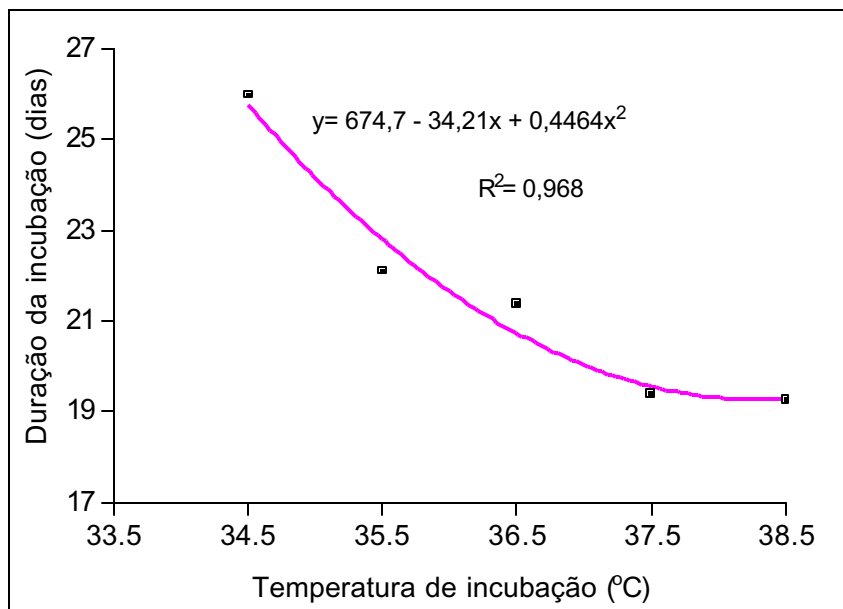


Figura 3 – Duração do período de incubação dos ovos de perdiz (*R. rufescens*), de acordo com as temperaturas de incubação, N= 20/temperatura.

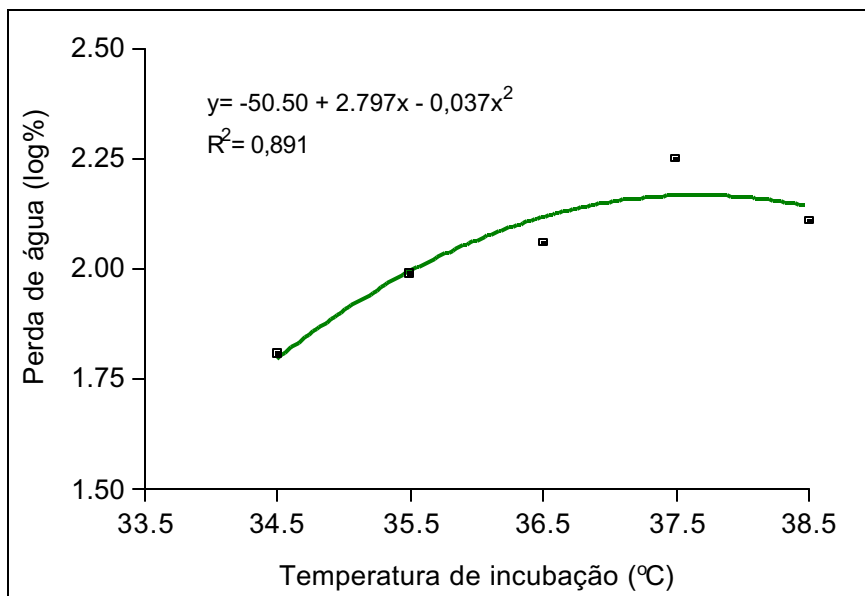


Figura 4 – Efeito das diferentes temperaturas de incubação sobre a perda total de água (log %) dos ovos de perdiz (*R. rufescens*), do 1º ao 16º dia de incubação, N=20/temperatura.

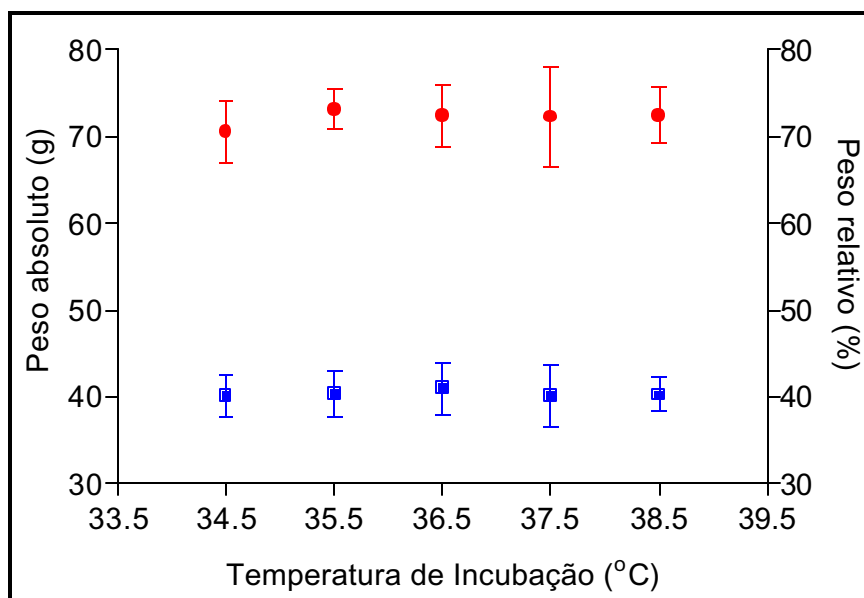


Figura 5 – Peso absoluto () e relativo () dos perdigotos recém-eclodidos, após a incubação de ovos de perdiz (*R. rufescens*) em diferentes temperaturas de incubação. ($\bar{X} \pm sd$; N= 20/temperatura).

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Setor de Animais Silvestres, da FCAV - UNESP/ Jaboticabal, pelos ovos cedidos e ao CNPq pela bolsa de Mestrado concedida a Eliana Saiuri Nakage.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Albino LFT, Neme R. Codornas. Manual Prático de Criação. Viçosa (MG): Ed. Aprenda Fácil; 1998.

Barott HG. Effect of temperature, humidity, and other factors on hatch of hens'eggs and on energy metabolism of chick embryos. In. USDA Technical Bulletin 1937. nº 553.

Branco JAD. Métodos de desinfecção de ovos incubáveis. In. Curso de Atualização em Incubação. FACTA; 1990. p.91-100.

Byerly TC. Effect of different incubation temperatures on mortality of chick embryos. Poultry Science 1938; 17: 200-205.

Christensen VL, Donaldson WE, Nestor KE. Incubation temperature effects on metabolism and survival of turkey embryos. In. Proceedings of 9th European Poultry Conference; 1994; Glasgow, UK: World's Poultry Science Association; 1994. Vol II. p. 399-402.

Cullington JM. Patos y Gansos. Zaragoza (ESP): Ed. Acribia; 1975.

Decuypere, E. and Mitchels, H. Incubation temperature as a management tool: a review. World's Poultry Science Journal 1992; 48:28-38.

Decuypere E. Incubation temperature and postnatal development. In. Proceedings of 9th European Poultry Conference; 1994; Glasgow, UK: World's Poultry Science Association; 1994. v.2. p. 407-410.

Decuypere E, Nouwen EJ, Kühn ER, Gess R, Michels H. Iodohormones in the serum of chick embryos and post-hatching chickens as influence by incubation temperature. Relationship with the hatching process and thermogenesis. Annales de Biologie Animale, Biochimie, Biophysique 1979; 19:1713-1723.

Deeming C. Relative humidity affects water loss from eggs. Weight loss from bird eggs and relative humidity. Misset- World Poultry 1993; 9(5): 33-37.

French NA. Effects of temperature incubation on the gross pathology of turkey embryos. British Poultry Science 1994; 35:363-371.

French NA. Modeling incubation temperature: the effects of incubator design, embryonic development, and egg size. Poultry Science 1997; 76:124-133.

Givisiez PEN, Bruno LDG, Machado JRSA, Secato ER, Freitas D, Ribeiro LT, Macari M. Desempenho e resposta ao estresse calórico gradativo de frangos submetidos a estresse de calor e frio durante a incubação. Revista Brasileira de Ciência Avícola (Suplemento) 2000; 2: 1.

Hamburger V, Hamilton HL. A series of normal stages in the development of the chick embryo. Journal of Morphology 1951; 217: 313-325.

Meir M, Nir A, Ar A. Increasing hatchability of turkey eggs by matching incubator humidity to shell conductance of individual eggs. Poultry Science 1984; 63: 1489-1496.

Moreng RE, Avens JS. Ciência e Produção de aves. 1ª. ed. São Paulo (SP): Roca; 1990.

Morita P. Gerenciamento do incubatório. In. Curso de Atualização em Incubação. FACTA; 1990. p.9-32.

Nakage ES, Tollon P, Queiroz SA, Boleli IC. Produção, fertilidade e eclodibilidade dos ovos em função do peso dos mesmos, em perdiz (*Rhynchotus rufescens*). Revista Brasileira de Ciência Avícola (Suplemento) 2001; 3: 3.

Ono H, Hou P.C.L. and Tazawa H. Responses of developing chicken embryos to acute changes in ambient temperature: Noninvasive study of heart rate. Israel Journal of Zoology 1994, 40:467-480.

Primmatt, D.R.N.; Stern, C.D. and Keynes, R.J. Heat shock causes repeated segmental anomalies in the chick embryo. *Development* 1988; 104: 331.

Rahn H, Ar A. The avian egg: Incubation time and water loss. *Condor* 1974; 76: 147-152.

Rahn H, Christensen VL, Edens FW. Changes in shell conductance, pores, and physical dimensions of egg and shell during the first breeding cycle of turkey hens. *Poultry Science* 1981; 60: 2536-2541.

Reis J. Marrecos e Patos. São Paulo (SP): Ed. Melhoramentos; 1942a.

Reis J. Os perus. 2^a. Ed. São Paulo (SP): Ed. Melhoramentos; 1942b.

Romanoff AL. Biochemistry and biophysics of the development hen's egg. *Memoirs of Cornell University Agricultural Experimental Station* 1930; 132: 1-27.

Romanoff, AL. The avian embryo: structural and functional development. New York, Macmillan. 1960.

SAS (Schlotzhauer S, Littell RC). System for elementary Statistical Analysis. SAS Institute Inc. Cary, NC. 1997. 456p.

Simkiss, K. Eggshell porosity and the water metabolism of the chick embryo. *Journal of Zoology* 1980, 192:1-8.

Swann GS, Brake J. Effect of incubation dry-bulb and wet-bulb temperatures on time of hatch and chick weight at hatch. *Poultry Science* 1990a; 68: 887-897.

Swann GS, Brake J. Effect of dry-bulb temperature, relative humidity, and eggshell conductance during the first three days of incubation on egg weight loss and chick weight. Poultry Science 1990b; 69: 535-544.

Visschedijk AHJ. Physics and Physiology of incubation. British Poultry Science 1991; 32:3-20.

Wilson HR. Physiological requirements of the developing embryo: temperature and turning. In. Avian incubation, SG Tullett. Butterworth-Heinemann; 1991. p.145-156.

CAPÍTULO 4 – “EFEITO DA ARMAZENAGEM SOBRE A QUALIDADE, ECLODIBILIDADE E MORTALIDADE DE OVOS FÉRTEIS DE PERDIZ (*Rhynchotus rufescens*)”.

Efeito da armazenagem sobre a qualidade, eclodibilidade e mortalidade de ovos férteis de perdiz (*Rhynchotus rufescens*)

RESUMO: O objetivo do presente estudo foi avaliar os efeitos de períodos curtos de armazenagem sobre a qualidade do ovo (pH do albúmen e perda de água dos ovos durante a armazenagem) e sobre a eclodibilidade dos ovos férteis e mortalidade dos mesmos, em perdiz (*Rhynchotus rufescens*), num sistema de incubação diária de ovos. Foram utilizados 372 ovos férteis, com peso médio de $56,32 \pm 1,3g$, os quais foram estocados ou não por períodos de 1 a 5 dias, em sala com temperatura entre 19,5-21,5°C e umidade relativa entre 60-70%. Ao final dos períodos de armazenagem, os ovos foram analisados quanto ao pH do albúmen e perda de água. Após armazenagem, os ovos utilizados para a avaliação da eclodibilidade dos ovos férteis e mortalidade (precoce, intermediária e tardia), foram incubados à temperatura de 36,5°C e umidade relativa de 60%, utilizando-se um sistema de incubação diária de 5-8 ovos. No 16º dia de incubação, os ovos foram pesados e transferidos para nascedouros, onde permaneceram até a eclosão. Os dados mostraram que ovos de perdiz apresentam um aumento no pH do albúmen durante a armazenagem, mas não na porcentagem de perda de água, e que armazenagem por 1-2 e 3-4 dias promove um aumento de aproximadamente 9 e 2 pp, respectivamente, na eclodibilidade dos ovos férteis, em relação aos não armazenados, enquanto que armazenagem por 5 dias causou uma redução de 17 pp. Em suma, os dados sugerem que estocagem de ovos por 1-2 dias seja utilizada num sistema de incubação diária.

Palavras-Chave: Albúmen, aves, perda de água, pH

INTRODUÇÃO

A armazenagem dos ovos é uma etapa imprescindível do processo de criação de aves comerciais (Lapão *et al.*, 1999), desde que possibilita a obtenção simultânea de maior número de aves recém-eclodidas e, portanto, maior homogeneidade dos plantéis, importante, entre outras coisas, para a otimização da manipulação zootécnica dos indivíduos adultos.

Da utilização de condições ótimas de armazenagem, entretanto, depende a manutenção da viabilidade dos ovos e, conseqüentemente, da taxa de eclosão, a qual está diretamente relacionada com a manutenção da qualidade dos componentes dos ovos. Períodos longos de armazenagem, entretanto, levam a alterações da blastoderme, causando malformações e /ou levando o embrião à morte (Mather & Laughlin, 1976), e que tem sido relacionado com a perda de qualidade do albúmen.

O albúmen, especificamente, tem duas funções essenciais no desenvolvimento embrionário: proteger a gema e o embrião de agentes patogênicos, e suprir as necessidades nutricionais do embrião para seu desenvolvimento e crescimento (Benton & Brake, 1996). A qualidade do albúmen, dada pela sua viscosidade, é influenciada pela armazenagem. Poucos dias de armazenagem diminuem sua viscosidade (maior liquefação) (Hurnik *et al.*, 1978) e aumentam o pH de um platô alcalino de 7,6 para aproximadamente 9 (Stern, 1991). A liquefação do albúmen parece facilitar o movimento de nutrientes do albúmen para a blastoderme (Brake *et al.*, 1997) e reduzir a resistência da difusão gasosa (Meuer & Baumann, 1988). Entretanto, longos períodos de armazenagem (21 dias) provocam uma degradação do albúmen, e sua liquefação excessiva causa uma grande perda de água (2,85%) (Fasenko *et al.*, 1992) e o deslocamento da blastoderme para próximo da casca do ovo, resultando em mortalidade precoce por desidratação nos primeiros dias de incubação (Brake *et al.*, 1993).

Em frangos de corte, há uma relação inversa entre duração da armazenagem e viabilidade embrionária, ou seja, eclodibilidade dos ovos férteis (Mather & Laughlin, 1977). No caso de avestruz, ao contrário, longos períodos de armazenagem (8 dias)

aumentam a taxa de eclosão dos ovos, quando comparados com períodos mais curtos (3 dias) (Bertran & Burguer, 1981; Gonzales *et al.*, 1999). Em peru (Asmundson e MacIlraith, 1948) e galinha (Meijerhof, 1992), ovos férteis também podem ser estocados por vários dias sem perder a viabilidade e eclodibilidade dos ovos férteis, mas desde que condições adequadas de armazenagem e posterior incubação sejam utilizadas.

O processo de domesticação e de criação em pequena escala de aves silvestres impõe a disponibilização de mão-de-obra para o manejo diário de, na maioria das vezes, pequeno número de ovos. Nestas condições, a estocagem pré-incubação dos ovos pode representar um aumento significativo no aproveitamento dos ovos e no número de aves recém-eclodidas obtidas simultaneamente, e concomitante redução de mão-de-obra necessária.

O presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de períodos curtos de armazenagem sobre o pH do albúmen e perda de água na armazenagem, e sobre a taxa de eclosão e mortalidade de ovos de perdiz, num sistema de incubação diária de ovos.

MATERIAL E MÉTODOS

Ovos

Foram utilizados ovos férteis com peso médio de $56,32 \pm 1,3\text{g}$, intervalo de peso em que se obteve maior eclosão (Nakage *et al.*, 2001) e uma produção em maior quantidade. Eles foram provenientes de fêmeas adultas de perdizes *Rhynchotus rufescens*, de diferentes idades, mantidas no Setor de Animais Silvestres, do Departamento de Zootecnia, Unesp-Jaboticabal, sob condições de confinamento e regime natural de luz, recebendo água e ração peletizada (EM=2800kcal/kg, PB=15%, Ca=2,5% e P disponível=0,40%; Moro, 1996), *ad libitum*.

Ovos com casca áspera, sem brilho e de cor acinzentada não foram utilizados por apresentarem alta taxa de perda de água e ausência de desenvolvimento embrionário ou alta taxa de mortalidade precoce (dados não apresentados).

Armazenagem e Incubação

Os ovos foram coletados diariamente (3 vezes/dia), pesados e desinfectados (solução de formol 1% + amônia quaternária 0,5% por meio de pulverização manual; Branco, 1990; Morita, 1990). Após secagem, os ovos foram estocados ou não por períodos de 1 a 5 dias, em sala com temperatura entre 19,5-21,5° C e umidade relativa entre 60-70%. Ao final dos períodos de armazenagem, de acordo com o horário de início da armazenagem, os ovos foram transferidos para incubadoras (Premium Ecológica⁵) com controle automático de temperatura e viragem dos ovos (1 viragem/hora), mantidas à 36,5°C e umidade relativa de aproximadamente 60% (Nakage et al., Cap. 3). No 16º dia de incubação, os ovos foram pesados e transferidos para nascedouros (Premium Ecológica⁶), mantidos à mesma temperatura e umidade relativa utilizadas nas incubadoras, onde permaneceram até a eclosão. Durante todo o período de estudo, a temperatura e umidade relativa de estocagem e incubação foram controladas (3-4 vezes/dia) por observação visual dos termômetros (bulbo seco e úmido, respectivamente).

Parâmetros analisados

Para cada período de armazenagem, foram analisados os seguintes parâmetros:

- a- pH do albúmen: foi obtido ao final dos períodos de armazenagem, a partir da análise de 10 ovos por período, após separação entre albúmen e gema;
- b- Perda de água durante a armazenagem: foi calculada em porcentagem, ao final dos períodos de armazenagem, pela fórmula: $(\text{peso do ovo na postura} - \text{peso do ovo após armazenagem}) \times 100 / \text{peso do ovo na postura}$. Apenas os ovos férteis foram utilizados nesta análise;

⁵ Modelo: IP120 – Fabricante: Premium Ecologica

⁶ Modelo: NP120 – Fabricante: Premium Ecologica

- c- Eclodibilidade dos ovos férteis: foi calculada, em porcentagem, pela fórmula: número de ovos eclodidos x 100/número total de ovos férteis incubados. O cálculo da eclodibilidade dos ovos férteis foi efetuado após análise dos ovos não eclodidos e conseqüente exclusão dos não férteis;
- d- Taxa e Tipos de Mortalidade: a taxa de mortalidade foi calculada, em porcentagem pela fórmula: número de ovos férteis não eclodidos x 100/número total de ovos férteis incubados. Os ovos não eclodidos foram classificados de acordo com o tipo de mortalidade embrionária: precoce (1-7 dias), intermediária (8-15 dias) e tardia (16- eclosão). A porcentagem de ocorrência de cada tipo de mortalidade foi calculada multiplicando-se o número total de ovos com cada tipo de mortalidade por 100, e dividindo-se o valor obtido pelo número total de ovos férteis não eclodidos.

Análise Estatística

Os dados referentes ao pH do albúmen, peso e perda de água dos ovos foram submetidos à análise de variância com 1 fator (dias de estocagem), se apresentaram significância foram ajustados por regressão polinomial. Todos os resultados foram obtidos pelo programa computacional SAS®.

RESULTADOS

Como mostrado na Figura 1, para as condições de temperatura, umidade relativa e intervalo de duração do período de armazenagem utilizados (zero a 5 dias), o pH do albúmen dos ovos de perdizes é descrito por um efeito quadrático significativo ($p < 0,05$) em função dos períodos de armazenagem ($y = 8,245 + 0,526x - 0,064x^2$; $R^2 = 0,999$).

Ovos estocados por diferentes períodos (1-5 dias) não apresentaram diferença significativa ($p > 0,05$) quanto à porcentagem de perda de água durante a armazenagem

(Fig. 2). Além disso, como representado nesta mesma Figura, ovos estocados e não estocados não diferiram significativamente ($p>0,05$) quanto ao peso.

Os dados referentes à taxa de eclosão dos ovos em relação à duração do período de armazenagem são mostrados na Figura 3. Os ovos estocados por 1 (75,5%) e 2 (75,44%) dias apresentaram a mesma taxa de eclosão, a qual foi aproximadamente 9 pp maior do que a dos ovos não estocados (66,77%). Ovos estocados por 3 (69,03%) e 4 dias (69,05%) também apresentaram taxa de eclosão similar, e 2 pp menor do que a taxa de eclosão dos ovos não estocados. Por sua vez, ovos estocados durante 5 dias (49,36%) tiveram uma redução de, aproximadamente, 17 pp em sua eclodibilidade dos ovos férteis em relação aos ovos não estocados.

Quanto à mortalidade geral dos ovos (Fig. 4), da mesma forma, ovos estocados por 1 (24,5%) e 2 (24,56%) dias apresentaram a mesma taxa de mortalidade, a qual foi, aproximadamente, 9 pp menor do que a dos ovos não estocados (33,22%). Ovos estocados por 3 (30,96%) e 4 dias (30,95%) apresentaram taxa de mortalidade similar, e apresentaram um pequeno aumento ($\cong 2$ pp) na taxa de mortalidade em comparação aos ovos não estocados. Por sua vez, ovos estocados durante 5 dias (50,63%) tiveram um aumento de, aproximadamente, 17 pp em sua mortalidade em relação aos ovos não estocados.

A Figura 5 representa o efeito dos diferentes períodos de armazenagem (0-5 dias) sobre a porcentagem de mortalidade precoce, intermediária e tardia, de ovos de perdizes. Ovos não estocados e estocados apresentaram maior porcentagem de mortalidade precoce do que as de mortalidades intermediária e tardia.

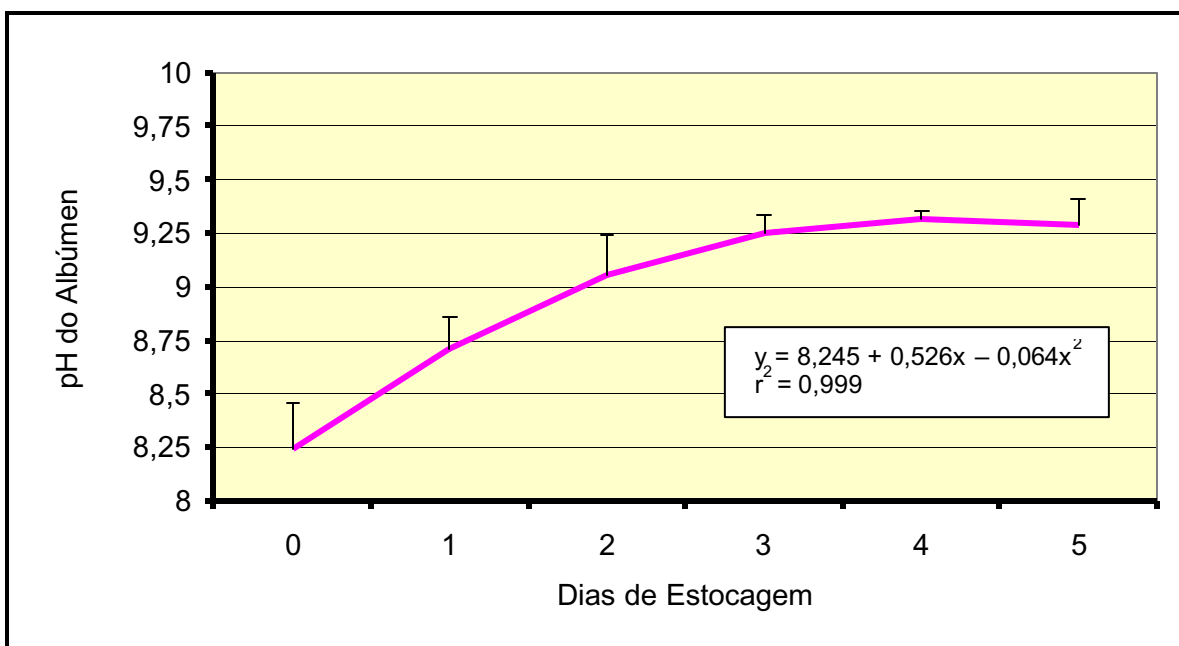


Figura 1: pH do albúmen de ovos de perdizes (*R. rufescens*), ao final dos diferentes períodos de armazenagem (0, 1, 2, 3, 4 e 5 dias), (N= 10/ dia de estocagem).

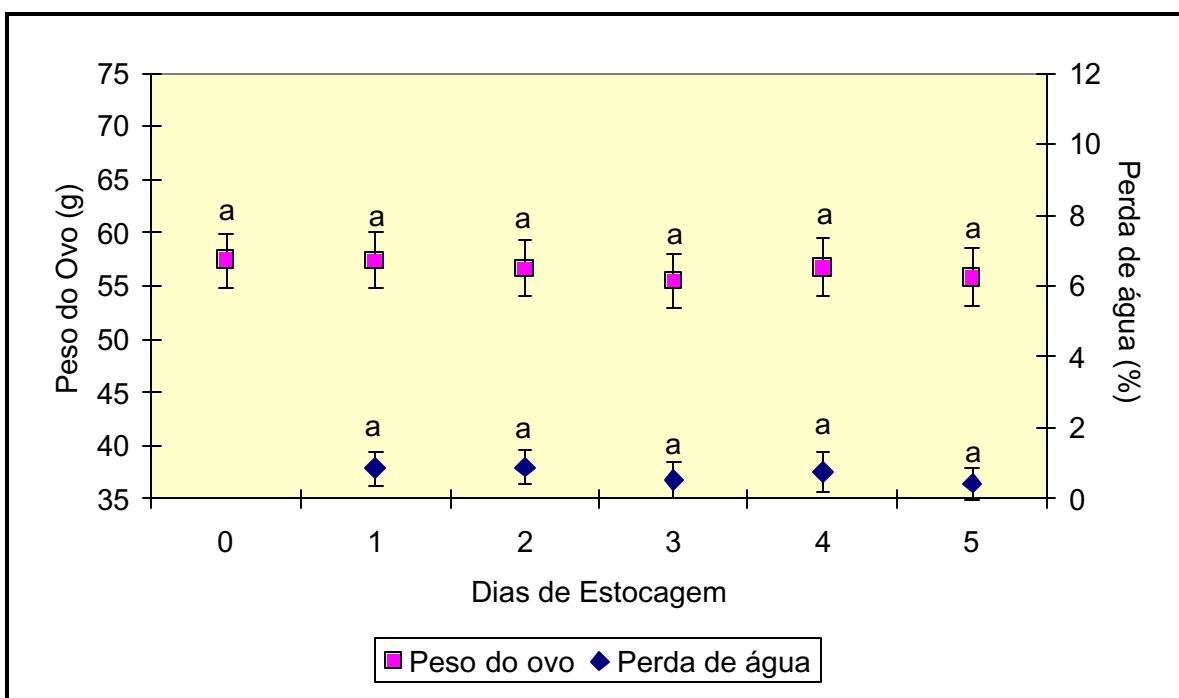


Figura 2: Peso dos ovos de perdizes (*R. rufescens*) na postura e perda de água pelos mesmos durante os diferentes períodos de armazenagem (0, 1, 2, 3, 4 e 5 dias). Letras similares acima da média, indicam ausência de diferença significativa entre médias ($p < 0,05$) (N= 111, sendo 21 ovos não estocados e 18 ovos/ dia de estocagem).

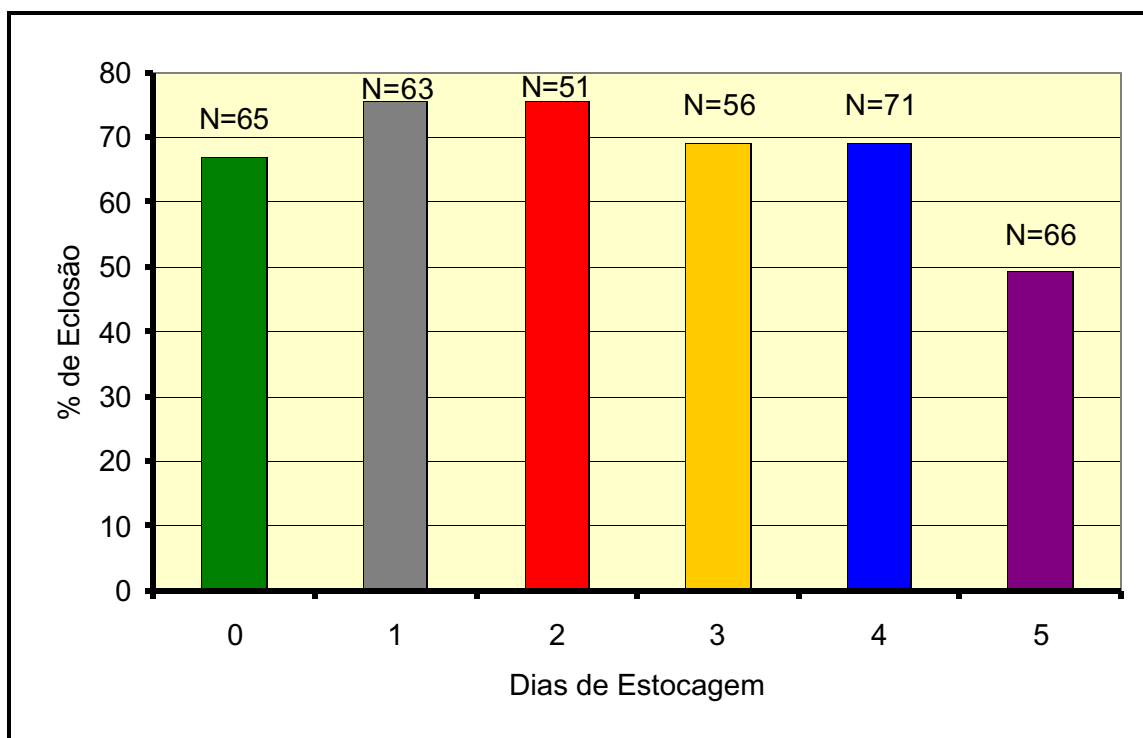


Figura 3: Porcentagem de eclosão de ovos de perdizes (*R. rufescens*) em relação aos diferentes períodos de armazenagem (0, 1, 2, 3, 4 e 5 dias). N= número de ovos férteis incubados.

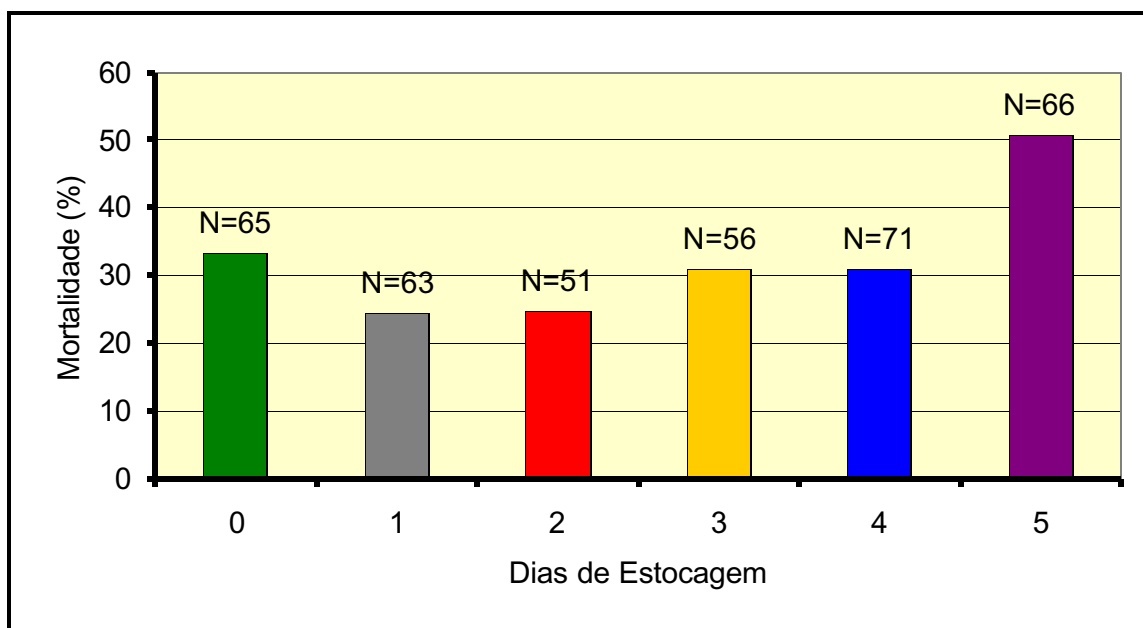


Figura 4: Mortalidade embrionária de ovos de perdizes (*R. rufescens*), em relação aos diferentes períodos de armazenagem. N= número de ovos férteis incubados.

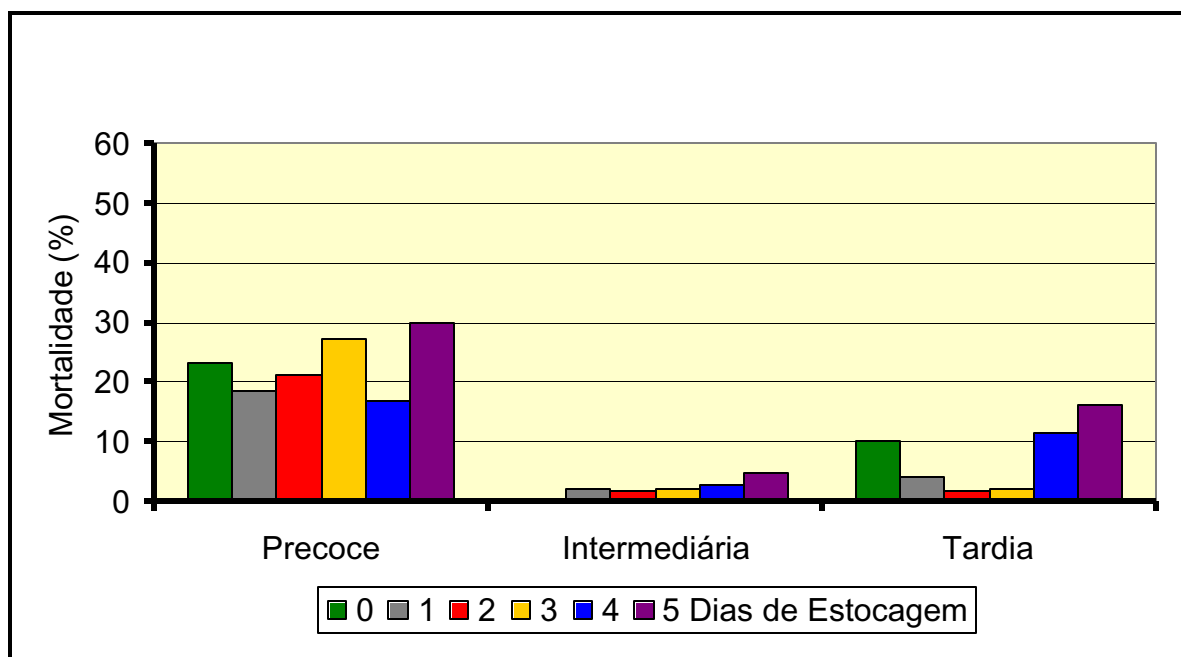


Figura 5: Mortalidade precoce, intermediária e tardia, de ovos de perdizes (*R. rufescens*), em relação aos diferentes períodos de armazenagem.

DISCUSSÃO

Os dados obtidos neste trabalho mostraram que, nas condições de temperatura e umidade relativa utilizadas, o aumento da duração do período de armazenagem (0 a 5 dias) leva a um aumento gradativo do pH do albúmen dos ovos de perdiz, o qual passa de 8,24 para 9,29. Alteração do pH do albúmen durante a armazenagem foi anteriormente constatada em ovos férteis de linhagens de frangos de corte por Stern (1991), de acordo com o qual, nessas aves, poucos dias de armazenagem dos ovos faz com que o pH do albúmen torne-se mais básico, passando de um platô alcalino de 7,6 para aproximadamente 9. Aumento do pH do albúmen para um valor mais alcalino é um processo que ocorre normalmente após postura ou durante os primeiros dias de incubação em ovos não estocados (Leeson & Caston, 1997), devido à liberação de CO_2 pelo embrião (Stern, 1991). Em decorrência do aumento do pH, o albúmen sofre um

processo de liquefação que pode propiciar maior perda de água durante armazenagem e incubação.

No presente estudo, ovos de perdizes com pesos semelhantes na postura, estocados por 1 a 5 dias, não diferiram entre si quanto à perda de peso na armazenagem, indicando que apesar da alteração de pH, as condições de armazenagem não propiciaram maiores perdas de água pelos ovos durante este período. O mesmo foi observado para ovos de matrizes pesadas por Benton & Brake (1996).

Quanto à eclosão, armazenagem de ovos de perdizes por 1-2 e 3-4 dias propiciou um aumento de 9 e 2 pp, respectivamente, na taxa de eclosão em relação aos ovos não estocados, enquanto que armazenagem por 5 dias reduziu a eclosão em 17 pp. Aumento da taxa de eclosão após armazenagem dos ovos, também foi observada em avestruz (Gonzales *et al.*, 1999), peru (Asmudson & MacIlraith, 1948) e galinha (Meijerhof, 1992). Tais dados, entretanto, discordam dos encontrados em frangos de corte, por Mather & Laughlin (1977) e Lapão *et al.* (1999), os quais sugeriram que há uma relação inversa entre duração da armazenagem e viabilidade embrionária, ou seja, eclodibilidade dos ovos férteis. Em avestruz, o aumento da eclodibilidade dos ovos férteis após armazenagem tem sido relacionado com o fato dos ovos ficarem expostos ao calor por vários dias antes da chocagem (Bertran & Burguer, 1981; Gonzales *et al.*, 1999). É possível que o mesmo ocorra em perdizes, já que as fêmeas apresentam o comportamento de efetuar postura junto ao ovo de outras fêmeas.

Embriodiagnóstico dos ovos não eclodidos de perdiz mostrou que, tanto os ovos não estocados como os estocados apresentaram uma alta porcentagem de mortalidade precoce. A mortalidade embrionária é normalmente maior no primeiro (mortalidade precoce) e terceiro (mortalidade tardia) terços do período de incubação do que no segundo (mortalidade intermediária) (Christensen, 2001). Em frangos a frequência de mortalidade embrionária é maior entre o 2º e 4º dia de incubação, e em perus do 3º ao 6º dia (Lerner *et al.*, 1993). No caso de perdiz, ela foi maior nos 4 primeiros dias de incubação. Alta taxa de mortalidade precoce indica a ocorrência de problemas genéticos ou contaminação dos ovos (Meza, 1990). Outro fator a ser considerado é a

idade das fêmeas, pois os primeiros ovos produzidos por uma fêmea têm normalmente alta incidência de mortalidade embrionária (Sunde & Bird, 1959; Fairchild & Christensen, 1999). Considerando que perdizes efetuam postura na cama e que os ovos utilizados no presente estudo são, em sua maioria, provenientes de fêmeas em primeiro ciclo de postura, é possível que a alta taxa de mortalidade precoce observada no presente estudo tenha sido determinada por esses dois fatores.

Em resumo, o presente estudo mostrou que os ovos de perdiz apresentam um aumento no pH do albúmen durante a armazenagem, mas não na porcentagem de perda de água; e que, do ponto de vista da maximização da eclosão, os ovos devem ser estocados por 1-2 ou 3-4 dias já que isso promove um aumento na eclodibilidade dos ovos férteis dos mesmos. Contudo, armazenagem por 5 dias deve ser evitada, pois reduz significativamente a eclosão.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Setor de Animais Silvestres, do Departamento de Zootecnia, da FCAV - UNESP/ Jaboticabal, pelos ovos cedidos, e ao CNPq pela bolsa de Mestrado concedida a Eliana Saiuri Nakage.

REFERÊNCIAS

Asmundson, V. S.; MacIraith, J. J. Preincubation tests with turkey eggs. **Poultry Science**, v. 27, p. 394-401, 1948.

Benton, C. E.; Brake, J. The effect of broiler breeder flock age and length of egg storage on egg albumen during early incubation. **Poultry Science**, v. 75, p. 1069-1075, 1996.

Bertran, B. C. R.; Burguer, A. E. Aspects of incubation in ostriches. **Ostrich**, v. 52, p. 36-43, 1981.

Brake, J.; Walsh, T. J.; Vick, S. V. Hatchability of broiler eggs as influenced by storage and internal quality. **Zootech International**, v. 16, n.1, p. 30-41,1993.

Brake, J.; Walsh, T. J.; Benton, C. E.; Petite Júnior, J. N.; Meijerhof, R.; Peñalva, G. Egg handling and storage. **Poultry Science**, v. 76, p. 144-151, 1997.

Branco, J. A. D. Métodos de desinfecção de ovos incubáveis. In. **Curso de Atualização em Incubação**. FACTA, 1990. p. 91-100.

Christensen, V. L. Factors associated with early embryonic mortality. **World's Poultry Science Journal**, v. 571, p. 359-372,2001.

Fairchild, B. F.; Christensen, V. L. Correlation of fertility and early embryonic mortality in young and old turkey flocks. **Poultry Science**, sup. 7, v. 78, p.20,1999.

Fasenko, G. M.; Robinson, F. E.; Hardin, R. T. Variability in preincubation embryonic development in domestic fowl. 2. Effects of duration of egg storage period. **Poultry Science**, v. 71, p. 2129-2132,1992.

Gonzales, A.; Satterlee, D. G.; Mohaner, F.; Cadd, G. G. Factors affecting ostrich egg hatchability. **Poultry Science**, v. 78, p. 1257-1262,1999.

Hurnik, G. I.; Reinhart, B. S.; Hurnik, J. F. Relationship between albumen quality and hatchability in fresh and stored eggs. **Poultry Science**, v. 57, p. 854-857,1978.

Lapão, C.; Gama, L. T.; Soares, M. C. Effects of broiler breeder age and length of storage on albumen characteristics and hatchability. **Poultry Science**, v. 78, p. 640-645,1999.

Leeson, S. Caston, L. J. A problem with characteristics of the thin albumen in laying hens. **Poultry Science**, v. 76, p. 1332-1336, 1997.

Lerner, S. P.; French, N.; McIntyre, D.; Baxter-Jones, C. Age related changes in egg production, fertility, embryonic mortality and hatchability in commercial turkey flocks. **Poultry Science**, v. 72, p. 1025-1039, 1993.

Mather, C. M.; Laughlin, K. F. Storage of hatching eggs: The effect on total incubation period. **British Poultry Science**, v. 17, p. 471-479, 1976.

Mather, C. M.; Laughlin, K. F. Storage of hatching eggs. The effect on early embryonic development. **British Poultry Science**, v. 18, p. 597-603, 1977.

Meijerhof, R. Pre-incubation holding of hatching eggs. **World's Poultry Science Journal**, v. 48, p. 57-68, 1992.

Meuer, H. J.; Baumann, R. Oxygen pressure in intra and extraembryonic blood vessels of early chick embryo. **Respiration and Physiology**, v. 71, p. 331-342, 1988.

Meza, H. J. Causas da mortalidade embrionária e de deformidades do embrião. In: **Curso de Atualização em Incubação**. FACTA, 1990. p. 125-130.

Morita, P. Gerenciamento do incubatório. In. **Curso de Atualização em Incubação**. FACTA, 1990. p. 9-32.

Moro, M. E. G. **Desempenho e características de carcaças de perdizes (*Rhynchotus rufescens*) criadas com diferentes programas de alimentação**. 1996. Tese (Doutorado em Zootecnia, Área de Concentração em Produção Animal). Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal (SP), 1996.

Nakage, E. S.; Tollon, P.; Queiroz, S. A.; Boleli, I. C. **Produção, fertilidade e eclodibilidade dos ovos em função do peso dos mesmos, em perdiz (*Rhynchotus rufescens*)**. Revista Brasileira de Ciência Avícola (Suplemento) 2001; 3: 3.

SAS (Schlotzhauer S, Littell RC). **System for elementary Statistical Analysis**. SAS Institute Inc. Cary, NC. 1997. 456p.

Stern, C. D. The sub-embryonic fluid of the egg of the domestic fowl and its relationship to the early development of the embryo. In: Tullett, S. G. **Avian incubation**. Butterworth-Heinemann, 1991. p. 81-90.

Sunde, M. L.; Bird, H. R. The effect of pullet maturity on fertility and hatchability of eggs. **Poultry Science**, v. 38, p. 272-279, 1959.

CAPÍTULO 5 – “EFEITO DA ARMAZENAGEM SOBRE A DURAÇÃO DA INCUBAÇÃO DE OVOS DE PERDIZ (*Rhynchotus rufescens*) E PESO DOS PERDIGOTOS”.

Efeito da armazenagem sobre a duração da incubação de ovos de perdiz (*Rhynchotus rufescens*) e peso dos perdigotos

RESUMO: O presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da duração da armazenagem sobre a duração da incubação de ovos de perdiz (*Rhynchotus rufescens*) e sobre o peso dos perdigotos. Foram utilizados 372 ovos férteis, com peso médio de $56,32 \pm 1,3\text{g}$, os quais foram pesados e medidos (diâmetros maior e menor) imediatamente após a postura. Em seguida, eles foram estocados ou não por períodos de 1 a 5 dias, em sala com temperatura entre $19,5\text{-}21,5^{\circ}\text{C}$ e umidade relativa entre 60-70%. Os ovos, foram transferidos para incubadoras e submetidos à temperatura de $36,5^{\circ}\text{C}$ e umidade relativa de aproximadamente 60%. No 16º dia de incubação, os ovos foram pesados e transferidos para nascedouros, onde foram mantidos até a eclosão, sob as mesmas condições de temperatura e umidade relativa utilizadas nas incubadoras, mas sem viragem. Os ovos foram observados a cada 30 minutos para determinação do horário do “pipping” externo e eclosão total. Os dados mostraram que armazenagem dos ovos por 2-3 dias aumenta a duração da incubação (≈ 24 dias), enquanto que armazenagem por 4-5 dias promove uma redução na mesma (≈ 21 dias) em relação aos ovos não estocados ou estocados por 1 dia (≈ 22 dias), que armazenagem por 2-5 dias reduz a variação da duração do período de incubação, e que não há uma relação entre perda de água durante a incubação e o peso absoluto dos perdigotos recém-eclodidos.

Palavras-Chave: Aves, diâmetro do ovo, peso do ovo, “pipping”, sincronismo

INTRODUÇÃO

Wilson (1991a) relatou que ovos apresentam potencial máximo de eclosão no momento da postura. No entanto, estudos realizados com aves domésticas, como peru (Asmundson & MacIlraith, 1948) e galinha (Meijerhof, 1992), mostraram que ovos férteis podem ser estocados por vários dias sem perder a viabilidade e eclodibilidade dos ovos férteis, desde que condições adequadas de armazenagem e posterior incubação sejam utilizadas.

Condições de armazenagem dos ovos, como duração, temperatura e umidade, também podem influenciar a qualidade das aves recém-eclodidas (Reis *et al.*, 1997) e a duração da incubação. Pintos de ovos estocados eclodem mais cedo do que os provenientes de ovos não estocados (Brake *et al.*, 1995), o que está relacionado com a fase de desenvolvimento do embrião ao final da armazenagem (Gupta & Baskt, 1993).

Em frangos, é conhecido que a falta de sincronismo na eclosão associado ao tempo gasto para sexagem, embalagem e transporte até as granjas, submete os pintos recém-eclodidos a um período de jejum de aproximadamente 24 a 48 horas (Hager & Beane, 1983), podendo chegar a 72 horas, dependendo da distância entre incubatório e granja. O jejum pós-eclosão provoca, entre outras coisas, desidratação, acarretando uma perda de 5 a 10% do peso corporal (Baião & Cançado, 1998), menor desenvolvimento dos vilos (Yamauchi *et al.*, 1996 e Shamoto & Yamauchi, 2000) e perda de epitélio pelos mesmos (Gomide *et al.*, submetido), o que leva aves submetidas a 72 horas de jejum pós-eclosão, por exemplo, a não apresentarem ganho de peso compensatório com a realimentação, chegando aos 42 dias de idade com peso corporal menor que o das aves não submetidas ao jejum (Almeida, 2002). Neste contexto, a variação na duração da incubação, ou seja, no tempo de eclosão, se torna um fator importante do ponto de vista da qualidade da ave a ser alojada e que merece maior atenção por parte dos pesquisadores e avicultores para que os efeitos negativos do assincronismo na eclosão possam ser minimizados.

Assim, considerando o efeito que a falta de sincronismo na eclosão pode exercer sobre a performance pós-eclosão da ave e sobre a homogeneidade do plantel, e a importância da armazenagem dos ovos para o processo de criação avícola, o presente

trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da duração da armazenagem sobre a duração da incubação de ovos de perdiz e sobre o peso dos perdigotos.

MATERIAL E MÉTODOS

Ovos

Foram utilizados 372 ovos com peso médio de $56,32 \pm 1,3g$. Os ovos foram obtidos de fêmeas adultas de perdizes *Rhynchotus rufescens*, de diferentes idades, mantidas sob confinamento e regime natural de luz, no Setor de Animais Silvestres, do Departamento de Zootecnia, Unesp-Jaboticabal, as quais receberam água e ração peletizada (EM=2800kcal/kg, PB=15%, Ca=2,5% e P disponível=0,40%; Moro, 1996), *ad libitum*.

Armazenagem e Incubação

Os ovos foram coletados diariamente (3 vezes/dia) e imediatamente pesados e medidos (diâmetros maior e menor). Em seguida, os mesmos foram desinfetados com solução de formol 1% + amônia quaternária 0,5% (Branco, 1990; Morita, 1990) por meio de pulverização manual. Após secagem, eles foram estocados ou não por períodos de 1 à 5 dias, em sala com temperatura entre 19,5-21,5° C e umidade relativa entre 60-70%. Os ovos, estocados ou não, foram transferidos para incubadoras (Premium Ecológica⁷) com controle automático de temperatura e viragem dos ovos (1 viragem/hora) e submetidos à temperatura de 36,5°C e umidade relativa de aproximadamente 60%. Devido à baixa taxa de postura das perdizes, os ovos foram transferidos para as incubadoras diariamente (3 vezes/dia). No 16º dia de incubação, os ovos foram pesados e transferidos para nascedouros (Premium Ecológica⁸), onde foram mantidos até a eclosão, sob as mesmas condições de temperatura e umidade relativa utilizadas nas incubadoras, mas sem viragem.

⁷ Modelo: IP120 – Fabricante: Premium Ecologica

⁸ Modelo: NP120 – Fabricante: Premium Ecologica

Parâmetros analisados

Os parâmetros abaixo relacionados foram analisados para cada período de armazenagem:

a - Duração da incubação: foi dividida em 2 etapas, a 1ª compreendida entre o início da incubação e o “pipping” externo, e a 2ª entre o “pipping” externo e a eclosão total. Da soma das etapas foi obtida a duração total do período de incubação. A duração da incubação foi expressa em horas e determinada pela observação diurna dos ovos à cada 30 minutos;

b - Peso absoluto e relativo dos perdigotos recém-eclodidos: o peso absoluto foi obtido após a eclosão e secagem do perdigoto. O peso relativo foi calculado pela fórmula: peso absoluto do perdigoto x 100/ peso do ovo antes da incubação;

c - Peso inicial e diâmetros máximo e mínimo dos ovos: foram obtidos logo após a coleta. Os ovos foram pesados balança Marte e os diâmetros maior e menor foram medidos com auxílio de um paquímetro (Starrett, resolução 0,05mm);

d - Peso dos ovos após armazenagem: foram obtidos ao final de cada período de armazenagem, utilizando balança Marte;

e - Perda de água durante a armazenagem: foi calculada em porcentagem, ao final dos períodos de armazenagem, pela fórmula: peso do ovo na postura - peso do ovo após armazenagem x 100/ peso do ovo na postura. Apenas os ovos férteis foram utilizados nesta análise;

f- Perda de água durante a incubação: foi calculada em porcentagem, ao final dos períodos de incubação, pela fórmula: peso do ovo na incubação - peso do ovo na transferência x 100/ peso do ovo na incubação. Apenas os ovos férteis foram utilizados nesta análise.

Análise Estatística

Os dados referentes a duração da incubação, peso do perdigoto, e peso, diâmetros e perda de água dos ovos foram submetidos à Análise de Variância e teste de Tukey (nível de significância de 5%). Todos os resultados foram obtidos pelo programa computacional SAS®.

RESULTADOS

A Figura 1 representa a distribuição de freqüência, em porcentagem, da duração entre o início da incubação e o “pipping” externo obtida para cada período de armazenagem. Ovos não estocados e estocados por 1, 2, 3, 4 e 5 dias apresentaram uma variação da duração entre o início da incubação e o “pipping” externo de 491-580 h ($21,87 \pm 1,03$ dias), 491-570h ($21,66 \pm 0,78$ dias), 511-620h ($23,46 \pm 1,22$ dias), 501-600h ($23,06 \pm 1,16$ dias), 471-530h ($20,53 \pm 0,53$ dias) e 560-520h ($20,32 \pm 0,64$ dias), respectivamente. As maiores freqüências ocorreram nos períodos de 491-500h e de 511-520h, em ovos não estocados; de 501-510h, em ovos estocados por 1 dia; de 541-550h e de 581-590h, em ovos estocados por 2 dias; de 571-580, em ovos estocados por 3 dias, de 491-500h, em ovos estocados por 4 dias e, de 471-480h e de 491-500h, em ovos estocados por 5 dias. Análise estatística dos dados mostrou que ovos estocados por 4 e 5 dias tiveram uma duração do início da incubação até o “pipping” externo ($p < 0,05$) significativamente menor do que os ovos não estocados e estocados por 1 dia, enquanto que ovos estocados por 2 e 3 dias apresentaram duração significativamente maior ($p < 0,05$).

Com relação à duração entre “pipping” externo e eclosão total, os dados de distribuição de freqüência (Figura 2) mostram que ovos não estocados tiveram variação de 0-25h, ovos estocados por 1, 2, 3 e 4 dias de 0-30h e por 5 dias de 0-35h. Ovos não estocados e estocados por 2 e 3 dias apresentaram maior freqüência no período entre 21-25h, estocados por 1 e 5 dias no período entre 16-20h e por 4 dias entre 0-5h. Entretanto, de acordo com os dados estatísticos, não houve diferença significativa

($p>0,05$) entre os diferentes períodos de armazenagem quanto à duração desta etapa do período de incubação.

Os dados de distribuição de frequência referentes à duração total da incubação, de acordo com o período de armazenagem, são mostrados na Figura 3. Ovos não estocados e estocados por 1, 2, 3, 4 e 5 dias apresentaram uma variação da duração total da incubação de 501-600h ($22,63 \pm 1,22$ dias), 491-600h ($22,28 \pm 0,85$ dias), 541-620h ($24,32 \pm 1,18$ dias), 541-620h ($24,43 \pm 1,01$ dias), 471-530h ($21,00 \pm 0,55$ dias) e 481-530h ($21,03 \pm 0,70$ dias), respectivamente. As maiores frequências ocorreram nos períodos de 511-520h, de 541-550h e de 561-570h, em ovos não estocados; de 541-550h, em ovos estocados por 1 dia; de 611-620h, em ovos estocados por 2 e 3 dias; de 491-500h, em ovos estocados por 4 dias e, de 501-510h, em ovos estocados por 5 dias. De acordo com a Figura 3, ovos estocados por 2 e 3 dias apresentaram um deslocamento dos dados de distribuição de frequência para a direita, no gráfico, enquanto que nos ovos estocados por 4 e 5 dias houve um deslocamento para a esquerda, indicativos de aumento e redução, respectivamente, da duração da incubação, quando comparados com ovos não estocados e estocados por 1 dia. Ovos estocados por 4 e 5 dias tiveram uma duração total da incubação ($p<0,05$) significativamente menor do que os ovos não estocados e estocados por 1, 2 e 3 dias, enquanto que ovos estocados por 2 e 3 dias tiveram a maior duração ($p<0,05$).

Os dados referentes aos pesos e diâmetros dos ovos, perda de água dos ovos durante a armazenagem e incubação, bem como pesos absoluto e relativo dos perdigotos recém-eclodidos constam na Tabela 1. Os ovos não estocados e estocados não diferiram significativamente ($p>0,05$) entre si quanto a estes parâmetros, exceto quanto à perda de água dos ovos durante a incubação e ao peso relativo dos perdigotos. De acordo com o teste estatístico, ovos estocados por 5 dias tiveram maior porcentagem de perda de água durante a incubação do que ovos não estocados. Além disso, o peso relativo dos perdigotos oriundos de ovos estocados por 1 dia foram menores do que o peso daqueles nascidos de ovos estocados por 3 e 5 dias, ao mesmo tempo que o peso relativo dos perdigotos provenientes de ovos estocados por 3 dias foi maior do que aqueles oriundos de ovos estocados por 4 dias.

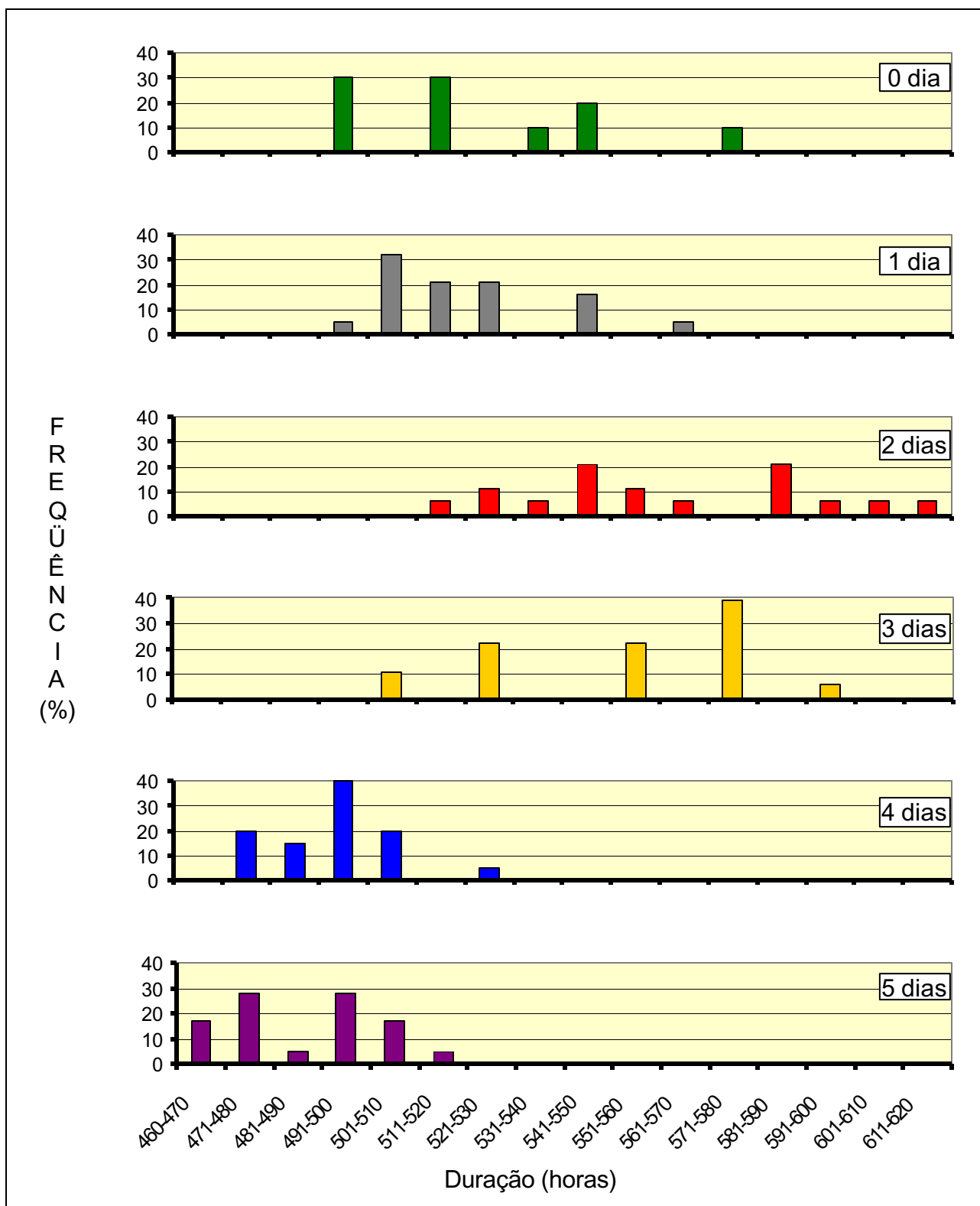


Figura 1: Distribuição de freqüência (%) da duração do período entre o início da incubação e o “pipping” externo nos diferentes dias de armazenagem (0- 5). N=20/ duração de armazenagem.

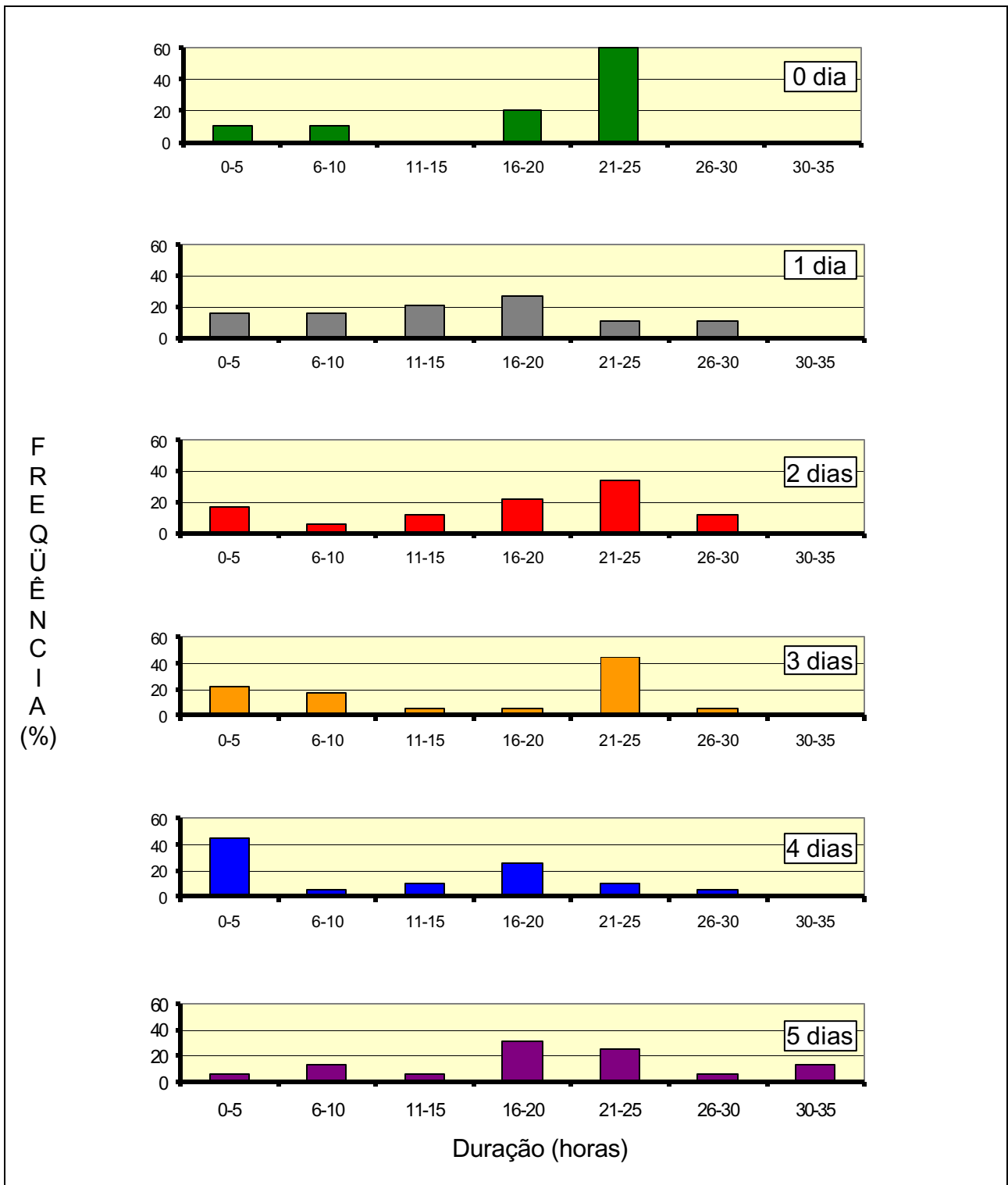


Figura 2: Distribuição de frequência (%) da duração do período entre o “pipping” externo e a eclosão total nos diferentes dias de armazenagem (0-5). N=20/ duração de armazenagem.

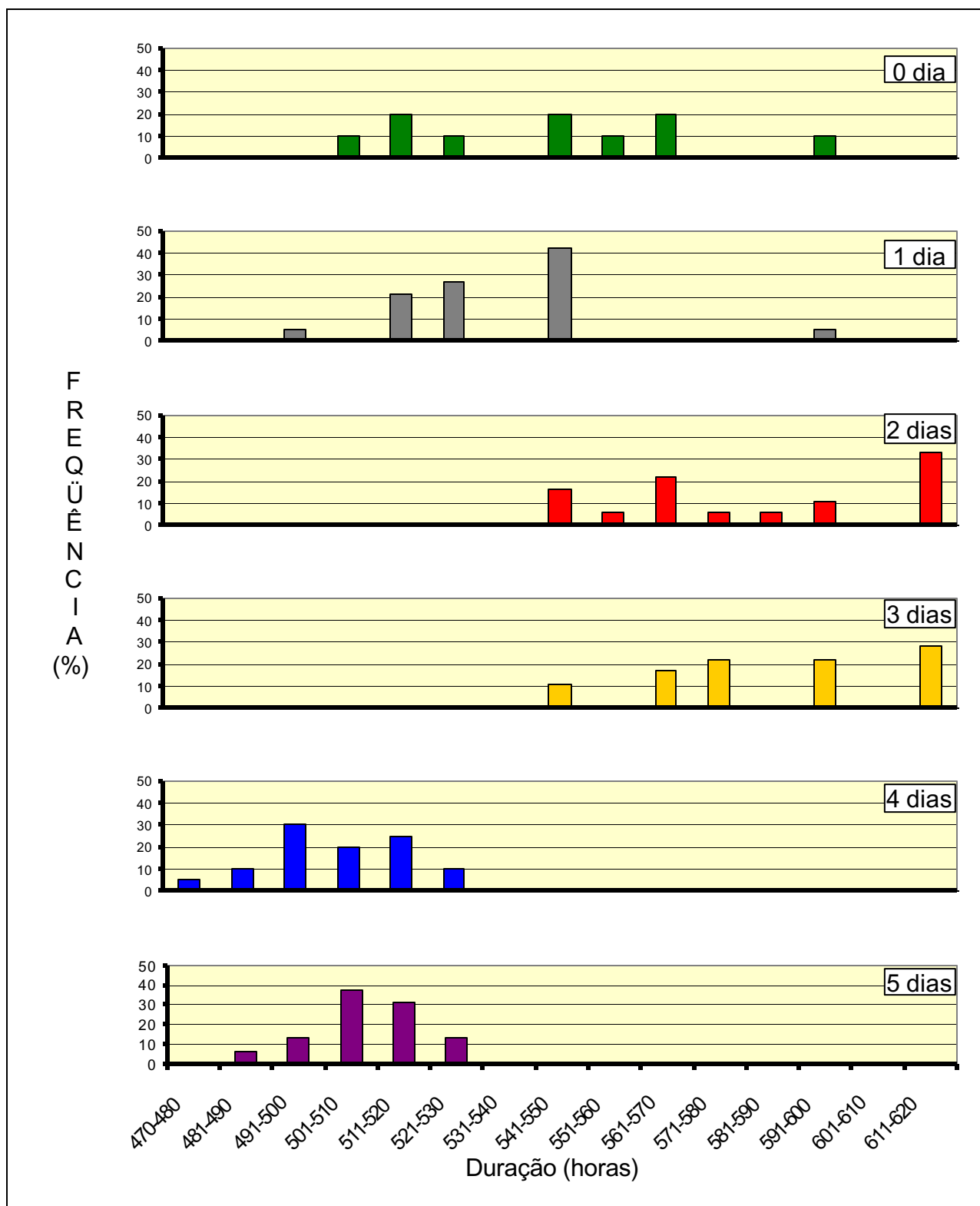


Figura 3: Distribuição de frequência (%) da duração do período total de incubação nos diferentes dias de estocagem (0- 5). N=20/ duração de estocagem.

Tabela 1 - Peso médio dos ovos na postura e após armazenagem, diâmetros médios maior e menor dos ovos, perda média de água durante a armazenagem e a incubação, peso médio absoluto e relativo dos perdigotos recém-eclodidos em relação aos períodos de armazenagem.

Dias de armazenagem	Diâmetro Maior (mm)	Diâmetro Menor (mm)	Peso ovo postura (g)	Peso ovo após armazenagem (g)	Perda de água na armazenagem (%)	Perda de água na incubação (%)	Peso Absoluto (g)	Peso Relativo (%)	N
0	5,70 a	4,28 a	57,38 a	57,38 a	-	5,05 b	40,75 a	71,04 abc	65
1	5,69 a	4,28 a	57,33 a	56,49 a	0,84 a	6,88 ab	39,70 a	69,25 c	63
2	5,66 a	4,27 a	56,59 a	55,70 a	0,89 a	6,37 ab	40,35 a	71,32 abc	51
3	5,56 a	4,28 a	55,47 a	54,94 a	0,53 a	5,67 ab	40,63 a	73,25 a	56
4	5,68 a	4,22 a	56,70 a	55,95 a	0,75 a	7,22 ab	39,81 a	70,17 bc	71
5	5,58 a	4,23 a	55,76 a	55,33 a	0,43 a	8,46 a	40,12 a	71,81 ab	66

a-b-c: letras distintas na mesma coluna, respectivamente, indicam diferença significativa, ao nível de significância de 5%.

DISCUSSÃO

Os dados do presente estudo mostraram, pela primeira vez, que, independentemente da duração do período de armazenagem, a duração total da incubação de ovos de perdizes é determinada pela duração do início da incubação até o “pipping” externo e não pelo período do “pipping” externo até a eclosão total do perdigoto.

Além disso, eles mostraram que ovos de perdizes estocados por períodos maiores, 4 e 5 dias, tiveram menor duração total média de incubação (≈ 21 dias) do que os ovos não estocados e os estocados por 1 dia ($\approx 22,5$ dias) ou por 2 e 3 dias ($\approx 24,4$ dias) e que, portanto, a duração do período de armazenagem altera a duração do período de incubação. Esses dados concordam com os de Reis *et al.* (1997), mostrando que pintos de ovos estocados eclodem mais cedo do que os provenientes de ovos não estocados. Segundo Gupta & Baskt (1993), o período de incubação mais curto apresentado por ovos estocados está relacionado à fase de desenvolvimento na qual o embrião se encontra ao final da armazenagem dos ovos. Isso indica que as

condições de armazenagem as quais os ovos de perdiz foram submetidos (presente trabalho) não promoveram uma paralisação total do desenvolvimento embrionário.

Em frangos, a falta de sincronismo na eclosão submete os pintos recém-eclodidos a um período de jejum de aproximadamente 24 a 48 horas (Hager & Beane, 1983), podendo chegar a 72 horas, dependendo da distância entre incubatório e granja. O jejum pós-eclosão provoca, entre outras coisas, desidratação, acarretando uma perda de 5 a 10% do peso corporal (Baião & Cançado, 1998), menor desenvolvimento dos vilos (Yamauchi *et al.*, 1996 e Shamoto & Yamauchi, 2000) e perda de epitélio pelos mesmos (Gomide *et al.*, submetido), o que pode causar menor ganho de peso.

Interessantemente, de acordo com o presente trabalho, ovos de perdizes estocados durante 2 e 3 dias, e, principalmente, aqueles estocados por 4 e 5 dias, apresentaram uma menor variação na duração do período de incubação do que os não estocados ou estocados por 1 dia. Esses dados são muito importantes, pois revelam que a armazenagem dos ovos pode reduzir a variação na duração do período de incubação, contribuindo, significativamente, para um maior sincronismo na eclosão e, conseqüentemente, para a minimização dos efeitos do jejum pós-eclosão ao qual a ave pode ser submetida até seu alojamento.

O processo de incubação visa maior eclodibilidade dos ovos férteis (Swann & Brake, 1990; French, 1997) e melhor qualidade da ave recém-eclodida (Wilson, 1991b; Decuypere & Mitchels, 1992). Do ponto de vista da maximização da eclosão, os dados de Nakage (Cap. 4) mostraram que deve-se descartar a armazenagem de ovos de perdiz por 5 dias, pois esta leva a uma queda brusca na eclosão em relação aos ovos não estocados; e que a armazenagem dos ovos por 1 e 2 dias, seguida pela armazenagem por 3 e 4 dias devem ser priorizadas por promoverem um aumento de 9 e 2 pp, respectivamente, na eclosão em relação aos ovos não estocados. Do ponto de vista da qualidade da ave, os dados do presente estudo indicam que os ovos de perdiz devem ser estocados por 4 ou 5 dias, desde que proporcionem um maior sincronismo na eclosão, diminuindo, assim, o período de jejum. Entretanto, se considerarmos ambos os objetivos, maior eclodibilidade dos ovos férteis e qualidade da ave recém-eclodida, conjuntamente, os dados sugerem que os ovos sejam estocados por 2 e 3 dias. Por

outro lado, também é desejável que maximização e sincronismo da eclosão sejam acompanhados de menor gasto de energia com o processo de armazenagem e incubação dos ovos. Neste contexto, os resultados obtidos no presente estudo sugerem que os ovos sejam estocados por 4 dias, pois isso pode proporcionar aumento na eclosão (2 pp) e no seu sincronismo, simultaneamente com uma redução na duração do período de incubação (de 1-3 dias) em relação aos demais grupos de ovos.

Os ovos de perdiz submetidos aos diferentes períodos de armazenagem não diferiram entre si quanto ao tamanho, peso e perda de peso durante a armazenagem. Entretanto, a perda de água durante a incubação, foi maior em ovos de perdizes estocados por 5 dias do que em ovos não estocados, o que pode estar relacionado com o processo de maior alcalinização apresentado pelo albúmen dos mesmos durante a armazenagem e, portanto, com seu adiantado estágio de liquefação. De acordo com Simkiss (1980), a quantidade de água do ovo determina o peso dos pintos na eclosão. O peso absoluto dos perdigotos recém-eclodidos, entretanto, não diferiu entre os ovos não estocados e estocados, indicando que, no caso de perdiz, o peso na eclosão não depende diretamente do conteúdo de água do ovo. Por outro lado, houve diferenças no peso relativo, mas somente entre os perdigotos provenientes de ovos estocados por 1, 3 e 5 dias. Considerando que a liquefação do albúmen facilita o movimento de nutriente para a blastoderme (Brake *et al.*, 1997) e a difusão de gases (Meuer & Baumann, 1988), os dados do presente estudo indicam que, no caso de perdiz, a eficiência na utilização dos nutrientes do ovo durante a incubação independe da duração da armazenagem e, mais especificamente, do aumento de alcalinidade do albúmen.

Em suma, o presente estudo mostrou que o processo de armazenagem dos ovos de perdiz pode ser utilizado para reduzir o assincronismo na eclosão e a duração da incubação. Além disso, que não há uma relação entre perda de água durante a incubação e o peso absoluto dos perdigotos recém-eclodidos e nem entre o processo de eficiência de utilização dos nutrientes do ovo e a armazenagem.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Setor de Animais Silvestres, Departamento de Zootecnia, da FCAV - UNESP/ Jaboticabal, pelos ovos cedidos e ao CNPq pela bolsa de Mestrado concedida a Eliana Saiuri Nakage.

REFERÊNCIAS

Almeida, J. G. **Efeito do intervalo de tempo entre o nascimento e o alojamento no desempenho, característica de carcaça e viscerais de frangos de corte provenientes de matrizes de diferentes idades**. 2002. Dissertação (Mestrado em Produção Animal) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2002.

Asmundson, V. S.; MacIlraith, J. J. Preincubation tests with turkey eggs. **Poultry Science**, v. 27, p. 394-401, 1948.

Baião, N. C.; Cançado, S. V. Efeito do intervalo entre nascimento e o alojamento de pintos sobre o desempenho dos frangos. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 50, p. 191-194, 1998.

Brake, J.; Walsh, T. J.; Benton, C. E.; Petite Júnior, J. N.; Meijerhof, R.; Peñalva, G. Egg handling and storage. **Poultry Science**, v. 76, p. 144-151, 1997.

Branco, J. A. D. Métodos de desinfecção de ovos incubáveis. In. **Curso de Atualização em Incubação**. FACTA, 1990. p. 91-100.

Decuypere, E.; Mitchels, H. Incubation temperature as a management tool: a review. **World's Poultry Science Journal**, v. 48, p.28-38, 1992.

French, N. A. Modeling incubation temperature: the effects of incubator design, embryonic development, and egg size. **Poultry Science**, v. 76, p.124-133, 1997.

Gomide Júnior, M. H.; Sterzo, E. V.; Macari, M.; Boleli, I. C. Comparison between male and female chicks as to intestinal epithelium loss after pos-hatching fasting. (2002. submetido).

Gupta, S. K.; Baskt, M. R. Turkey embryo staging from cleavage through hypoblast formation. **Journal of Morphology**, v. 217, p. 313-325, 1993.

Hager, J. E.; Beane, W. L. Poshatch incubation time on early growth of broiler chicks. **Poultry Science**, v. 62, p. 247-254, 1983.

Meijerhof, R. Pre-incubation holding of hatching eggs. **World's Poultry Science Journal**, v. 48, p. 57-68, 1992.

Meuer, H. J.; Baumann, R. Oxygen pressure in intra and extraembryonic blood vessels of early chick embryo. **Respiration and Physiology**, v. 71, p. 331-342, 1988.

Morita, P. Gerenciamento do incubatório. In. **Curso de Atualização em Incubação**. FACTA, 1990. p. 9-32.

Moro, M. E. G. **Desempenho e características de carcaças de perdizes (*Rhynchotus rufescens*) criadas com diferentes programas de alimentação**. 1996. Tese (Doutorado em Zootecnia, Área de Concentração em Produção Animal). Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal (SP), 1996.

Reis, L. H.; Gama, L. T.; Soares, M. C. Effects of short conditions and broiler breeder age on hatchability, hatching time and chicks weights. **Poultry Science**, v.76, p. 1459-1466, 1997.

SAS (Schlotzhauer S, Littell RC). **System for elementary Statistical Analysis**. SAS Institute Inc. Cary, NC. 1997. 456p.

Shamoto, K.; Yamauchi, K. Recovery responses of chick intestinal villus morphology to different refeeding procedures. **Poultry Science**, v. 79, p. 718-723, 2000.

Simkiss, K. Eggshell porosity and the water metabolism of the chick embryo. **Journal of Zoology**, v.192, p.1-8, 1980.

Swann, G.S.; Brake, J. Effect of dry-bulb temperature, relative humidity, and eggshell conductance during the first three days of incubation on egg weight loss and chick weight. **Poultry Science**, v.69, p.535-544, 1990.

Yamauchi, K.; Kamisoyama, H.; Isshiki, Y. Effects of fasting and refeeding on structures of the intestinal villi and epithelial cells in White Leghorn hens. **British Poultry Science**, v. 37, p. 909-921, 1996.

Wilson, H. R. Physiological requirements of the developing embryo: temperature and turning. In: Tullett, S. G. **Avian incubation**. Butterworth-Heinemann, 1991a. p. 145-156.

Wilson, H. R. Interrelationships of egg size, chick size, posthatching growth and hatchability. **World's Poultry Science Journal**, v. 47, p. 5-20, 1991b.

CAPÍTULO 6- CONSIDERAÇÕES FINAIS E IMPLICAÇÕES

A avicultura de corte ocupa hoje papel de destaque no mercado mundial de produção de carne. Esse êxito do setor avícola envolveu, entre outras coisas, a otimização dos processos de armazenagem e incubação de ovos, imprescindível para a maximização da produção e da qualidade das aves recém-eclodidas nos incubatórios.

Devido à sua importância econômica, frangos, perus, avestruz e faisão são aves mais estudadas do ponto de vista de armazenagem e incubação de ovos, por pesquisadores brasileiros e estrangeiros.

Perdiz (*Rhynchotus rufescens*) é uma ave silvestre, cuja musculatura de vôo atinge 28,6 à 32,8% de seu peso corporal (Sick, 1985) e cujo rendimento de peito atinge aproximadamente 36,36% (Moro, 1996), o que a torna uma alternativa importante e nova para a avicultura nacional. Entretanto, sua utilização como fonte de carne exótica em nível de produção comercial depende de estudos sobre qualidade dos ovos, condições adequadas de armazenagem e incubação dos ovos e manejo zootécnico das aves.

Em função disso, a presente Dissertação foi destinada a determinar algumas condições de armazenagem e incubação de ovos que acreditamos ser importantes para a produção inicial de perdigotos.

O presente trabalho mostrou, inicialmente, que a ingestão de ração peletizada durante o período de postura proporciona um aumento na espessura da casca dos ovos, sem alterar a taxa de eclosão e perda de água pelos ovos, o que representa aumento no número de ovos incubáveis, na quantidade de cálcio disponível para o embrião, entre outras coisas. Além disso, determinou que 35,5-36,5°C é a temperatura ideal para incubação de ovos à umidade relativa de 60%. Outro dado importante foi que armazenagem por 1-2 e 3-4 dias aumenta a taxa de eclosão, o que representa um aumento de 9 e 2 pp, respectivamente, na produção de perdigotos.

Ainda em relação à armazenagem, o presente trabalho também mostrou que a duração da incubação pode ser diminuída (em 1-3 dias) pela armazenagem dos ovos por 4-5 dias, o que pode representar menores gastos de energia elétrica.

Interessantemente, ele também revelou que armazenagem dos ovos por 2-5 dias reduz a variação na duração da incubação, promovendo um aumento do sincronismo na eclosão, o que pode contribuir para minimizar a duração do período de jejum pós-eclosão ao qual as aves são submetidas e, conseqüentemente, os efeitos negativos do mesmo sobre a qualidade da ave a ser alojada.

Não há duvidas de que esses dados, em conjunto, possibilitam um melhor manejo dos ovos de perdiz na armazenagem e incubação, todavia ainda há muitas perguntas a serem respondidas, como por exemplo: Qual a temperatura ideal de armazenagem? Qual a relação temperatura de incubação e umidade relativa, mais adequada na incubação? Viragem no armazenamento aumenta a eclodibilidade dos ovos?

Essas, entre outras dúvidas, fazem parte de projetos de pesquisa em andamento, e cujas respostas contribuirão, com certeza, para a maior otimização da produção de perdigotos.

REFERÊNCIAS

- Moro, M. E. G. **Desempenho e características de carcaças de perdizes (*Rhynchotus rufescens*) criadas com diferentes programas de alimentação**. 1996. Tese (Doutorado em Zootecnia, Área de Concentração em Produção Animal). Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal (SP), 1996.
- Sick, H. **Ornitologia Brasileira, uma introdução**. Brasília: Universidade de Brasília, 1985, v. 1, 482p.