



Revista Brasileira de Ciência Avícola

ISSN: 1516-635X

revista@facta.org.br

Fundação APINCO de Ciência e Tecnologia

Avícolas

Brasil

Nakage, ES; Cardozo, JP; Pereira, GT; Queiroz, SA; Boleli, IC

Efeito da Forma Física da Ração Sobre a Porosidade, Espessura da Casca, Perda de Água e
Eclosibilidade em Ovos de Perdiz (*Rhynchotus Rufescens*)

Revista Brasileira de Ciência Avícola, vol. 4, núm. 3, septiembre-diciembre, 2002, pp. 227-234

Fundação APINCO de Ciência e Tecnologia Avícolas
Campinas, SP, Brasil

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=179713978007>

- Como citar este artigo
- Número completo
- Mais artigos
- Home da revista no Redalyc

redalyc.org

Sistema de Informação Científica

Rede de Revistas Científicas da América Latina, Caribe , Espanha e Portugal
Projeto acadêmico sem fins lucrativos desenvolvido no âmbito da iniciativa Acesso Aberto



Efeito da Forma Física da Ração Sobre a Porosidade, Espessura da Casca, Perda de Água e Eclodibilidade em Ovos de Perdiz (*Rhynchotus Rufescens*)
*Effect of the Physical Form of Diet on the Eggshell Porosity, Thickness, Water Loss and Hatchability of (*Rhynchotus Rufescens*) Eggs*

■ Autor(es) / Author(s)

Nakage ES¹
Cardozo JP¹
Pereira GT¹
Queiroz SA¹
Boleli IC¹

1- FCAV / UNESP, Jaboticabal

■ Correspondência / Mail Address

Isabel Cristina Boleli
Deptº de Morfologia e Fisiologia Animal –
FCAV / UNESP
Via de Acesso Profº Paulo Donato Castellani, Km 5
14884-900 - Jaboticabal - SP - Brasil
E-mail: icboleli@fcav.unesp.br

■ Unitermos / Keywords

forma física, ração, porosidade, espessura da casca, eclodibilidade, perda de água
diets, eggshell, hatchability, physical form, porosity, thickness, water loss

■ Observações / Notes

- 1-Modelo: IP120 – Fabricante: Premium Ecológica.
- 2-Modelo: NP120 – Fabricante: Premium Ecológica.

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 Sairiri Nakage.

RESUMO

O objetivo do presente estudo foi avaliar se a forma física da ração (farelada e peletizada) afeta a porosidade e espessura da casca, porcentagem de perda de água e eclodibilidade de ovos de perdizes. 100 ovos foram coletados logo após a postura e separados em intervalos de peso (35-45g, 46-50g, 51-55g, 56-60g e 61-70g) ovos/classe/ração. O número de poros das cascas foi mensurado nas três regiões apical, equatorial e basal dos ovos. Utilizou-se um microscópio digital para a mensuração da espessura das três regiões da casca dos ovos, a partir dos quais obteve-se a espessura média por classe. Foi realizada uma análise estatística para avaliação da eclodibilidade e porcentagem de perda de água do ovo até a transferência para o nascedouro (16º dia) e incubação desinfetados, incubados (T=35,5°C e UR= 70%) e transferidos para o 16º dia de incubação para o nascedouro, onde foram mantidos até o eclosão. As análises estatísticas empregadas foram: Análise de Variância e de Correlação, e teste de Tukey 5%. Os dados mostraram que entre as perdes de ração, o número de poros na casca pode variar com a classe de peso, espessura da casca, peso do ovo e a forma física da ração, e que a ração peletizada promove um aumento na espessura da casca dos ovos sem alterar a eclodibilidade e a porcentagem de perda de água dos mesmos durante a incubação.

ABSTRACT

The aim of this study was to determine the effect of the physical form of the diet (ground and pelleted) on eggshell porosity and thickness, water loss percentages and hatchability of partridge (*Rhynchotus rufulus*) eggs. One hundred eggs were collected immediately after laying and separated into five different weight classes (35-45 g, 2: 46-50 g, 3: 51-55 g, 4: 56-60 g, 5: 61-70 g). Parts of the eggshells (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 eggshells were disinfected, and then incubated (T=35.5°C and RH=70%). After 16 days of incubation, these eggs were transferred to a hatching unit at temperature and RH similar to those used in the incubation. The eggs were kept until hatching. The results showed that the number of eggshell pores changed among the three regions of the egg weight classes, and also between the physical form of the diet. Pelleted diet increased eggshell thickness; however, water loss percentages remained unchanged.



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, elas atuam no peso, espessura (Morgan, 1932),

microorganismos (Roque & Soares, 1994), estrutura porosa, evita a perda excessiva de água, possibilita as trocas gasosas, essenciais para a respiração e o desenvolvimento do embrião (Peebles & Hargrove, 1990). A qualidade da casca, portanto, pode influenciar a eclodibilidade dos ovos (Gonzales *et al.*, 1990).

A perdiz tem se apresentado como fonte promissora de carne exótica, mas a falta de dados básicos ainda dificulta a produção em escala.

O presente estudo objetivou avaliar se a forma física da ração (farelada e peletizada) afeta a perda de água, espessura da casca e a porcentagem de eclodibilidade dos ovos de perdiz.

MATERIAL E MÉTODOS

Ovos e Incubação

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

Os ovos foram coletados logo após a eclosão, separados em cinco diferentes classes de incubação (35-45g, 46-50g, 51-55g, 56-60g e 61-70g).

Os ovos coletados, com a finalidade de avaliar a eclodibilidade e porcentagem de perda de água, foram transferidos para o nascedouro (16º dia de incubação), foram pesados e desinfectados com solução de formol 1% + amônia quaternária 0,5% (Braga & Branco, 1990) por meio de pulverização. Depois da secagem, eles foram transferidos para incubadora com controle automático de temperatura e umidade (Premium Ecológica¹), mantidas em sala refrigerada com melhor manutenção da temperatura (35,5 ± 0,5 ºC) e umidade relativa (70%). No 16º dia de incubação, os ovos foram pesados e transferidos para o nascedouro Premium Ecológica², onde foram mantidos até o término da incubação (35,5 ± 0,5 ºC) e a mesma umidade utilizadas nas incubadoras.



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 (35-45g, 46-50g, 51-55g, 56-60g e 61-70g);
- b.Eclodibilidade: foi calculada pela fórmula (número de ovos eclodidos x 100/número total de ovos férteis incubados). O cálculo da eclodibilidade foi efetuado após análise dos ovos não eclodidos e, consequentemente, exclusão dos brancos, e calculada em porcentagem;
- c.Perda de água pelo ovo: foi calculada, em porcentagem, pela fórmula (peso do ovo na postura - peso do ovo na transferência x 100/ peso do ovo na postura), sendo que a transferência foi realizada no 16ºdia 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 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 metíleno (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.

(Statistical Analyses System, 1998). Para a análise estatísticas, foram empregadas: Análise de Variação, Correlação, e teste de Tukey (nível de significância 5%).

RESULTADOS

O número médio de poros encontrados nos ovos provenientes de matrizes que receberam ração farelada é apresentado de acordo com o peso dos ovos e diferentes regiões da casca.

Comparações entre as classes de peso dos ovos revelaram diferença significativa ($p>0,05$) entre o número de poros nas regiões apical e basal. Entretanto, número significativamente maior ($p<0,05$) foi encontrado na região basal dos ovos com peso entre 56-60g, comparado aos demais.

Os números de poros nas três regiões das cascas eram similares nos ovos pertencentes aos maiores intervalos de peso (35-45g; 46-50g e 51-55g). Nos ovos dos dois maiores intervalos de peso (61-70g e 66-70g) a espessura da casca basal dos ovos apresentou número de poros significativamente maior do que a região apical, as quais não diferiram entre si.

Os dados referentes ao número médio de poros nos ovos de matrizes alimentadas com ração farelada também constam na Tabela 2. As comparações entre as classes de peso das cascas, dentro de cada intervalo de peso dos ovos, mostraram que a região basal da casca dos ovos com peso entre 35-45g possui maior número de poros que as demais, e que a região equatorial possui menor número de poros que a apical. Os ovos com 46-50g não apresentaram diferença significativa no número de poros entre as regiões da casca. Ao contrário do observado para os ovos que receberam ração farelada, comparações entre as classes de peso dos ovos não revelaram diferença significativa quanto ao número de poros nas regiões apical e basal. Entretanto, um número significativamente maior ($p<0,05$) foi encontrado na região apical ($p<0,05$) dos ovos com 46-50g em relação aos com 61-70g e na região basal ($p<0,01$) em relação aos ovos com peso entre 66-70g.

A Figura 1 representa o número médio de poros em cada intervalo de peso dos ovos, independentemente da região, nos dois tipos de processamento da ração. De acordo com os dados, ovos leves (35-55g) eram mais porosos quando a ração foi peletizada, enquanto ovos com 56-60g foram mais porosos quando a ração foi farelada.



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%.

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

observados para ovos de aves domésticas (frango, peru, ganso e pato, o número de poros da região basal para a apical (Romanoff, 1987). Os dados também mostraram que o modelo de distribuição de poros na casca é característica fixa, podendo variar com o peso do ovo e a forma física da ração, independentemente da região do ovo. Entretanto, a porosidade (abaixo de 50g) foi maior quando perdizes foram alimentadas com ração peletizada. Além disso, a porosidade entre 46-50g e acima de 61g não foi afetada pelo tipo de ração, mas os ovos entre 56-60g foram mais porosos quando a ração fornecida foi farelada. Estes resultados mostram que não há uma relação definida entre a espessura da casca, a forma física da ração e o número de poros na casca, o que não apenas a distribuição de poros, mas a porosidade geral da casca pode variar com o peso do ovo e a forma física da ração.

A ingestão de ração peletizada promoveu um aumento em espessura na casca dos ovos, como observado no presente trabalho. Tais dados concordam com os resultados de Washburn (1982) e Almirall *et al.* (1997), que mostraram que a ração peletizada melhora a qualidade da casca, o que deve estar relacionado com a menor seleção dos componentes da ração (Cherry, 1982) e consumo (Jensen *et al.*, 1962) e/ou melhorias na ração (Almirall *et al.*, 1997).

Aumento na espessura da casca é um fator importante para a produção de ovos para consumo, para ovos destinados à produção de penas, como mencionado por Oba (2001), e para a resistência da casca, diminuindo a quantidade de ovos com cascas trincadas, reduzindo, por sua vez, as perdas econômicas. Considerando que da casca provém a maior parte da energia necessária para o desenvolvimento embrionário (Tuan, 1983; Grizzle *et al.*, 1992), quanto maior a espessura da casca maior a disponibilidade de nutrientes para o desenvolvimento *in ovo*. Além disso, a espessura da casca e, portanto, comprimento dos poros, que influenciam nas trocas gasosas da casca (Girard, 1992) e perda de água pelo efeito hidratante específico da perda de água, aves domésticas (frangos e perus) perdem normalmente de 10 a 15% de água durante o processo de incubação (Hanson, 1981). Porcentagens de perda de água dentro desse intervalo podem causar morte embrionária por desidratação, enquanto que valores abaixo desse limite podem resultar em super-hidratação.



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 mesmos. No presente trabalho, a eclodibilidade 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 e a porcentagem de perda de água do ovo durante a incubação.

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

Composição (%)	
Milho	68,530
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
Valores Calculados	
Proteína Bruta	15,00%
En. Metab.	2800,00 kcal/kg
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,



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

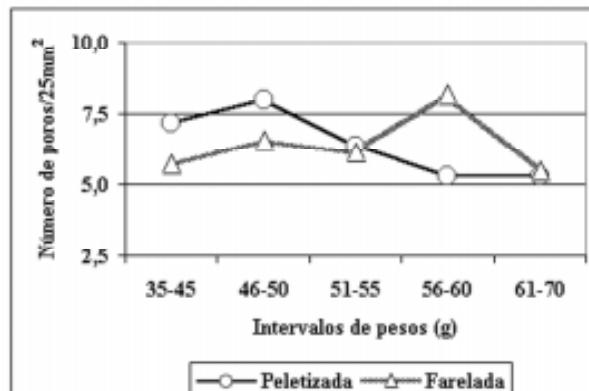
Região	Intervalos de Peso dos Ovos (g)			
	35-45	46-50	51-55	56-60
Farelada				
APICAL ¹	5,57 ± 1,75 Aa	6,28 ± 2,69 Aa	5,40 ± 1,88 Aa	6,65 ± 2,76 Ba
EQUATORIAL ¹	5,72 ± 1,25 Aa	6,25 ± 2,93 Aa	5,47 ± 1,84 Aa	4,22 ± 1,02 Ba
BASAL ¹	5,77 ± 3,17 Ab	7,15 ± 2,55 Ab	7,50 ± 4,39 Ab	13,67 ± 5,16 Aa
Peletizada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

a,b e A,B,C - letras distintas na mesma linha e mesma coluna, respectivamente, indicam diferença significativa, ao nível de sig.
1 - Valores médios ± DP (n=10).

Tabela 3 – Espessura (μm) 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
Farelada ¹	0,184±0,009 Ab	0,193±0,006 Bab	0,187±0,016 Bb	0,206±0,009 Ba
Peletizada ¹	0,183±0,042 Ab	0,251±0,030 Aa	0,220±0,020 Aa	0,225±0,010 Aa

a, b e A, B - letras distintas na mesma linha e mesma coluna, respectivamente, indicam diferença significativa, ao nível de sig.
1 - Valores médios ± DP (n=10).



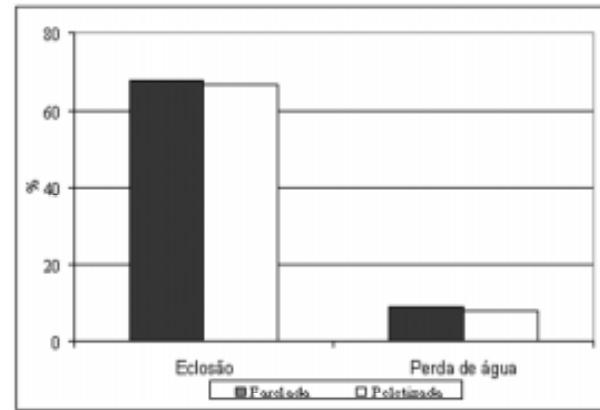
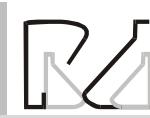


Figura 2 – Porcentagem de eclosão e de perda de água de ovos de perdizes, em relação à forma física da ração (farelada e peletizada).

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. 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 environmental factors involved in egg shell quality of laying hens. British Poultry Science 1992; 33: 781-794.
- Maiorka A. Efeito da forma física e do nível de enriquecimento dietas formuladas com base em aminoácidos totais e hidrolisados e o desempenho e a composição de carcaça de frangos de corte de 21 a 42 dias de idade. [Dissertação]. Pós-graduação em Zootecnia. Faculdade de Agronomia e Zootecnia da Universidade do Rio Grande do Sul. Faculdade de Agronomia e Zootecnia da Universidade do Rio Grande do Sul. 2000.
- Morgan CL. Relationship between breaking strength and percentage of egg shell. Poultry Science 1932; 11: 101-104.
- Morita P. Gerenciamento do incubatório. In. Curso de Incubação. FACTA; 1990. p.9-32.
- Moro MEG. Desempenho e características de carcaça de frangos (*Rhynchotus rufescens*) criadas com diferentes níveis de enriquecimento dietético. [Tese]. Jaboticabal (SP): Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias; 1999.
- Nilipour A. La peletización mejora el desempeño? Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias 1993; 39(12): 42-46.
- Nir I, Melcion JP, Picard M. Effect of particle size of soybean meal on feed intake and performance of young broilers. Poultry Science 1990; 69: 2177-2184.
- Oba A, Souza PA, Souza HBA, Kodawara LM, Noro AA. Produção e qualidade de ovos de poedeiras alimentadas com dietas suplementadas com cinza vegetal, cobre, crómio e zinco. Revista Brasileira de Ciência Avícola 2001; Suplemento 1: 1-10.
- Peebles ED, Brake J. Relationship of eggshell porosity to embryonic development in broiler breeders. Poultry Science 1999; 78: 1263-1268.



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.

SAS Institute, SAS (Statistical Analysis System). Users guide. SAS institute Incorporation, Cary, NC. 1998.

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.