



Acta Scientiarum. Animal Sciences

ISSN: 1806-2636

eduem@uem.br

Universidade Estadual de Maringá  
Brasil

de Oliveira, Maria Cristina; Nunes Gonçalves, Bruno; Garcia Machado, Milena; Rodrigues Macedo, Carlos Marques; Pereira de Paula, Adriano; Alves de Assis, Francisco  
Qualidade de ovos de codornas alimentadas com dietas que contém mananoligossacarídeos e níveis reduzidos de cálcio  
Acta Scientiarum. Animal Sciences, vol. 30, núm. 3, 2008, pp. 277-281  
Universidade Estadual de Maringá  
.png, Brasil

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=303126493007>

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

## Qualidade de ovos de codornas alimentadas com dietas que contém mananoligossacarídeos e níveis reduzidos de cálcio

**Maria Cristina de Oliveira<sup>1\*</sup>, Bruno Nunes Gonçalves<sup>2</sup>, Milena Garcia Machado<sup>1</sup>, Carlos Marques Rodrigues Macedo<sup>1</sup>, Adriano Pereira de Paula<sup>2</sup> e Francisco Alves de Assis<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Faculdade de Medicina Veterinária, Universidade de Rio Verde, Fazenda Fontes do Saber, Cx. Postal 244, 75901-970, Rio Verde, Goiás, Brasil. <sup>2</sup>Faculdade de Zootecnia, Universidade de Rio Verde, Rio Verde, Goiás, Brasil. \*Autor para correspondência. E-mail: cristina@fesurv.br

**RESUMO.** Avaliaram-se os efeitos de dietas que contém mananoligossacarídeo (MOS) e níveis de cálcio (Ca) sobre qualidade dos ovos de codornas. Foram utilizadas 200 codornas em delineamento inteiramente casualizado em arranjo fatorial  $2 \times 2 + 1$  (níveis de Ca x MOS e uma dieta-controle), com quatro repetições. Os tratamentos eram níveis de Ca (2,2 e 1,9%) e de MOS (0 e 0,1%) e a dieta-controle (sem MOS e com 2,5% de Ca). Foram estudadas as qualidades internas (peso e índice de gema e de albúmen e unidade Haugh) e externas (peso, teor de Ca e espessura da casca e gravidade específica) do ovo de codornas. Não houve efeito ( $p > 0,05$ ) dos tratamentos sobre pesos e índices de gema e albúmen, unidade Haugh, peso e espessura da casca. Entretanto, a inclusão de MOS aumentou ( $p < 0,02$ ) o teor de Ca nas cascas em 2,75%, e a redução do teor de Ca dietético diminuiu ( $p < 0,01$ ) a gravidade específica dos ovos de codornas alimentadas com dietas contendo 1,9% de Ca. Concluiu-se que dietas com 2,2% de cálcio, suplementadas com 0,1% de MOS, podem ser utilizadas por codornas japonesas, em fase inicial de postura, sem prejuízo à qualidade do ovo.

**Palavras-chave:** codornas japonesas, minerais, prebiótico.

**ABSTRACT. Quail egg quality for quails fed diets containing mannanoligosaccharides and reduced calcium levels.** The article evaluated the effects of diets containing mannan mannanoligosaccharides (MOS) and calcium (Ca) levels on quail eggs quality. Two hundred quails were used in an entirely randomized design and  $2 \times 2 + 1$  factorial arrangement (Ca x MOS levels and a control diet), with four replicates. The treatments were levels of Ca (2.2 and 1.9%) and MOS (0 and 0.1%) and a control diet (without MOS and 2.5% Ca). The internal (weight and index of yolk and albumen and Haugh unit) and external (weight, Ca level, eggshell thickness and specific gravity) egg qualities were evaluated. There was no effect ( $p > 0.05$ ) of the treatments on the weight and index of yolk and albumen, Haugh unit and eggshell weight and thickness. However, MOS inclusion increased ( $p < 0.02$ ) Ca content on the eggshell by 2.75%, and the reduction in Ca levels decreased ( $p < 0.01$ ) the specific gravity of eggs from quails fed diets containing 1.9% of Ca. It was concluded that diets with 2.2% of Ca, supplemented with 0.1% of MOS, can be used by Japanese quails, at the initial phase of laying, with no negative effects on the internal and external quality of the eggs.

**Key words:** japanese quails, minerals, prebiotic.

### Introdução

A criação de codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*) é uma atividade que vem crescendo pelo aumento do consumo de ovos pelas indústrias beneficiadoras, que passaram a fornecê-los para o mercado consumidor de ovos processados.

O cálcio (Ca) é um constituinte indispensável na vida das aves durante as fases de crescimento e produção. Do total de Ca do organismo, 98 a 99% estão presentes nos ossos e o restante participa do

metabolismo celular. Esse mineral também é essencial para a qualidade da casca dos ovos, pois participa em maior quantidade, aproximadamente 35 a 38% (Stadelman e Cotterill, 1995).

Segundo o NRC (1994), a exigência nutricional de Ca é de 2,5% para codornas japonesas em postura alimentadas com dietas que contém 2.900 kcal de EM kg<sup>-1</sup>. Entretanto, de acordo com o INRA (1999), essa exigência é de 3,0 a 3,4% de Ca para codornas na fase de produção que recebem rações contendo

2.800 e 3.000 kcal de EM kg<sup>-1</sup>, respectivamente. Já Barreto et al. (2007) recomendaram 3,2% de Ca para melhor produção e qualidade de ovos. Embora problemas associados com a qualidade da casca sejam muito estudados em poedeiras, as informações sobre ovos de codornas são ainda limitadas.

O mananoligossacárido (MOS) é um prebiótico derivado da parede celular da levedura *S. cerevisiae* (Moran, 2004) e está associado com o aumento da absorção paracelular de Ca. Quando o MOS é fermentado pelas bactérias no intestino grosso, ocorre a produção de ácidos graxos de cadeia curta (AGCC), que diminuem o pH luminal. O Ca complexado não é absorvido, porém, em pH baixo, ele se torna ionizado e solubilizado, o que favorece sua absorção. Os AGCC também causam hipertrofia das células da mucosa, aumentando a superfície de absorção intestinal (Kruger et al., 2003).

Com base nessas informações, este experimento avaliou os efeitos de dietas com níveis reduzidos de Ca, suplementadas ou não com MOS, sobre a qualidade, interna e externa, de ovos de codornas japonesas em início de postura.

## Material e métodos

Foram utilizadas 200 codornas fêmeas (*Coturnix coturnix japonica*), com idade inicial de 40 dias e peso médio de 126,18 g, durante 84 dias, divididos em três períodos de 28 dias cada. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em arranjo fatorial 2 x 2 + 1 (níveis de Ca x MOS e uma dieta controle), com quatro repetições de dez aves cada.

As rações experimentais que constituíram os tratamentos resultaram da combinação dos níveis de Ca (2,2 e 1,9%) e de MOS<sup>1</sup> (0 e 0,1%) e da dieta-controle (sem MOS e com 2,5% de Ca) (Tabela 1) e foram formuladas com base nas composições dos ingredientes apresentadas por Rostagno et al. (2005) para atender as exigências nutricionais das codornas (NRC, 1994), exceto para os níveis de Ca. Tanto a água quanto as rações foram fornecidas à vontade, sendo as rações distribuídas diariamente duas vezes ao dia, às 8 e 17h.

O programa de luz teve início no 40º dia de idade, com fornecimento inicial de 14h de luz diária, com aumentos semanais de 30 min. até atingir 17h de luz por dia, programa que foi mantido até o final do período experimental.

Avaliou-se a qualidade interna (peso e índices de gema e de albúmen e unidade Haugh) e externa (peso, teor de Ca e espessura da casca e gravidade específica) do ovo.

**Tabela 1.** Composições percentual e calculada das dietas experimentais.

*Table 1. Percent and calculated composition of experimental diet.*

| Ingredientes<br>Ingredients  | Tratamentos<br>Treatments |            |            |            |            |
|--|---------------------------|------------|------------|------------|------------|
|  | Controle<br>Control       |            | 0% MOS     |            | 0,1% MOS   |
|  | 2,5%<br>Ca                | 2,2%<br>Ca | 1,9%<br>Ca | 2,2%<br>Ca | 1,9%<br>Ca |
| Milho moído<br><i>Ground corn</i>  | 53,30                     | 53,30      | 53,30      | 53,30      | 53,30      |
| Farelo de soja<br><i>Soybean meal</i>  | 34,50                     | 34,50      | 34,50      | 34,50      | 34,50      |
| Óleo de soja<br><i>Soybean oil</i>   | 3,64                      | 3,64       | 3,64       | 3,64       | 3,64       |
| Fosfato bicálcico<br><i>Dicalcium phosphate</i>  | 1,30                      | 1,30       | 1,30       | 1,30       | 1,30       |
| Calcário calcítico<br><i>Limestone</i>   | 5,42                      | 4,65       | 3,85       | 4,65       | 3,85       |
| Sal comum<br><i>Common salt</i>  | 0,24                      | 0,24       | 0,24       | 0,24       | 0,24       |
| DL-metionina 99%<br><i>DL-methionine 99%</i>   | 0,14                      | 0,14       | 0,14       | 0,14       | 0,14       |
| MOS <sup>1</sup>   | 0,00                      | 0,00       | 0,00       | 0,10       | 0,10       |
| Caulim   | 1,35                      | 2,12       | 2,92       | 2,02       | 2,82       |
| Kaolin   |                           |            |            |            |            |
| Suplemento mineral e vitamínico <sup>2</sup><br><i>Mineral and vitamin supplement<sup>2</sup></i>    | 0,10                      | 0,10       | 0,10       | 0,10       | 0,10       |
| Antioxidante (BHT)<br><i>Antioxidant (BHT)</i>   | 0,01                      | 0,01       | 0,01       | 0,01       | 0,01       |
| Total<br><i>Total</i>  | 100,00                    | 100,00     | 100,00     | 100,00     | 100,00     |
| Composição calculada<br><i>Calculated composition</i>  |                           |            |            |            |            |
| Proteína bruta (%)<br><i>Crude protein (%)</i>   | 20,04                     | 20,04      | 20,04      | 20,04      | 20,04      |
| Energia metabolizável (kcal kg <sup>-1</sup> )<br><i>Metabolizable energy (kcal kg<sup>-1</sup>)</i> | 2900                      | 2900       | 2900       | 2900       | 2900       |
| Cálcio (%)<br><i>Calcium (%)</i>   | 2,50                      | 2,20       | 1,90       | 2,20       | 1,90       |
| Fósforo disponível (%)<br><i>Available phosphorus (%)</i>  | 0,35                      | 0,35       | 0,35       | 0,35       | 0,35       |
| Relação Ca: P<br><i>Ca:P ratio</i>   | 7,14                      | 6,28       | 5,43       | 6,28       | 5,43       |
| Lisina (%)<br><i>Lysine (%)</i>  | 1,08                      | 1,08       | 1,08       | 1,08       | 1,08       |
| Metionina (%)<br><i>Methionine (%)</i>   | 0,45                      | 0,45       | 0,45       | 0,45       | 0,45       |
| Metionina + cistina (%)<br><i>Methionine + cystine (%)</i>   | 0,77                      | 0,77       | 0,77       | 0,77       | 0,77       |

<sup>1</sup>25% de mananoligossacárido; <sup>2</sup>cada kg contém: 1.769,550 UI vit. A, 427,327,50 UI vit. D<sub>3</sub>, 1.317,75 mg vit. E, 335 mg vit. B<sub>1</sub>, 750 mg vit. B<sub>2</sub>, 415 mg vit. B<sub>6</sub>, 2.000 mcg vit. B<sub>12</sub>, 301 mg vit. K, 5.000 mg ácido nicotínico, 2.000 mg pantotenato de cálcio, 1.852,65 mg Cu, 9,315 mg Fe, 142,74 mg I, 12.006 mg Mn, 72,45 mg Se, 9,315 mg Zn, 198 metionina, 1,2 g antioxidante; de acordo com Rostagno et al. (2005).

<sup>2</sup>25% mananoligossacárido. <sup>a</sup>each kg contain: 1,769,550 UI vit. A, 427,327,50 UI vit. D<sub>3</sub>, 1,317,75 mg vit. E, 335 mg vit. B<sub>1</sub>, 750 mg vit. B<sub>2</sub>, 415 mg vit. B<sub>6</sub>, 2,000 mcg vit. B<sub>12</sub>, 301 mg vit. K, 5,000 mg nicotinic acid, 2,000 mg calcium pantothenate, 1,852,65 mg Cu, 9,315 mg Fe, 142,74 mg I, 12,006 mg Mn, 72,45 mg Se, 9,315 mg Zn, 198 methionine, 1,2 g antioxidant. according to Rostagno et al. (2005).

As coletas de ovos foram realizadas diariamente às 17h. O peso médio dos ovos foi calculado por meio da pesagem de todos os ovos íntegros produzidos em cada repetição, durante os três últimos dias de cada período. Dois ovos por repetição foram coletados diariamente do total de ovos obtidos nos últimos três dias de cada período para avaliação. Os dois ovos foram pesados individualmente e então quebrados.

O peso da gema de cada ovo foi registrado e o

<sup>1</sup>ActiveMOS. Biorigin, São Paulo, Brasil.

peso do albúmen foi obtido pela diferença entre o peso do ovo e os pesos da gema e casca. A altura e o diâmetro da gema e do albúmen denso foram medidos por meio de um paquímetro manual, e os índices de gema e de albúmen foram determinados dividindo-se a altura pelo diâmetro dos respectivos componentes. A unidade Haugh foi obtida por meio da fórmula  $UH = 100 \times \log(H - 1,7 \times P^{0,37} + 7,6)$ , sendo H a altura do albúmen (mm) e P o peso do ovo inteiro (g).

As cascas dos ovos avaliados, incluindo as membranas, foram secas em estufa de ventilação forçada de ar a 65°C, por 24h; posteriormente, foram pesadas e a espessura das cascas foi medida. As medidas foram tomadas em três pontos diferentes na região equatorial, utilizando-se um paquímetro digital, marca Digimess, com precisão de 0,01 mm. As medidas obtidas foram convertidas em um valor médio para cada repetição. Após, as cascas foram secas em estufa a 105°C, moídas e analisadas quanto ao teor de Ca por meio do método de Espectrofotometria de Absorção Atômica.

A gravidade específica dos ovos foi realizada no último dia de cada ciclo, por imersão de todos os ovos de cada repetição em baldes com diferentes soluções salinas (NaCl), cujas densidades variaram de 1,050 a 1,100, com intervalos de 0,005.

As variáveis estudadas foram submetidas à análise de variância utilizando-se o programa Statsoft (1995); a diferença entre as médias do fatorial Ca x MOS foi determinada por meio do teste F, e entre as médias do fatorial x controle, pelo teste de Dunnett, ambos a 5% de probabilidade.

## Resultados e discussão

Não houve efeito dos níveis de Ca e/ou MOS ( $p > 0,05$ ) sobre a qualidade interna dos ovos de codornas (Tabela 2), indicando que o menor nível de Ca avaliado (1,9%), na ausência do MOS, foi suficiente para manter a qualidade interna dos ovos. Cerca de 10% do peso do ovo é composto pela casca, e 98% dela é formada por carbonato de Ca: 60% constituídos por carbonato e 38% por Ca (Etches, 1996). Entretanto, não houve influência dos níveis de Ca sobre a unidade Haugh, cuja medida leva em consideração o peso do ovo.

O MOS é conhecido por melhorar a utilização de proteína e energia da dieta em aves (Oliveira *et al.*, 2007) e, sendo assim, esperava-se que os pesos da gema e do albúmen dos ovos de codornas alimentadas com dietas contendo o MOS fossem maiores; isso, porém, não ocorreu.

**Tabela 2.** Qualidade interna do ovo de codornas japonesas alimentadas com dietas que contém mananoligossacarídeo e níveis reduzidos de cálcio.

*Table 2. Internal egg quality of japanese quails fed diets containing mannan oligosaccharides and reduced calcium levels.*

| Parâmetros<br><i>Parameters</i>                  | C     | MOS (%)              | Nível de Ca (%)<br><i>Calcium level (%)</i> |       | Média<br><i>Mean</i> | CV (%) |
|--|-------|----------------------|---|-------|----------------------|--------|
|  |       |                      | 2,2   | 1,9   |                      |        |
| Peso de gema (g)<br><i>Yolk weight (g)</i>       |       | 0,0                  | 3,92  | 4,05  | 3,98                 |        |
|  |       | 0,1                  | 3,92  | 3,89  | 3,91                 |        |
|  | 3,94  | Média<br><i>Mean</i> | 3,92  | 3,97  |                      | 4,52   |
| Índice de gema<br><i>Yolk index</i>              |       | 0,0                  | 0,533                                       | 0,539 | 0,54                 |        |
|  |       | 0,1                  | 0,554                                       | 0,544 | 0,55                 |        |
|  | 0,548 | Média<br><i>Mean</i> | 0,54  | 0,54  |                      | 3,38   |
| Peso de albúmen (g)<br><i>Albumen weight (g)</i> |       | 0,0                  | 7,24  | 7,01  | 7,12                 |        |
|  |       | 0,1                  | 7,21  | 7,37  | 7,29                 |        |
|  | 7,43  | Média<br><i>Mean</i> | 7,22  | 7,19  |                      | 5,08   |
| Índice de albúmen<br><i>Albumen index</i>        |       | 0,0                  | 0,116                                       | 0,123 | 0,119                |        |
|  |       | 0,1                  | 0,118                                       | 0,122 | 0,120                |        |
|  | 0,116 | Média<br><i>Mean</i> | 0,117                                       | 0,122 |                      | 4,81   |
| Unidade Haugh<br><i>Haugh unit</i>               |       | 0,0                  | 93,50                                       | 94,62 | 94,06                |        |
|  |       | 0,1                  | 93,71                                       | 94,73 | 94,22                |        |
|  | 93,18 | Média<br><i>Mean</i> | 93,60                                       | 94,68 |                      | 1,31   |

CV = coeficiente de variação. C = dieta-controle.

*Cv* = coefficient of variation. C = control diet.

O índice de gema diminui quando há migração de água do albúmen para a gema (Souza e Souza, 1995), promovendo seu alargamento e redução na altura. No caso do albúmen, quanto mais alto, maior será o seu índice e qualquer redução na sua altura pode ocorrer pelas perdas de água e dióxido de carbono. Já a unidade Haugh é uma medida da qualidade de albúmen e é considerada o melhor parâmetro de avaliação de qualidade de ovos. As membranas da casca de ovos de codornas são mais espessas do que de ovos de galinhas, reduzindo, assim, as perdas de dióxido de carbono dos ovos e, consequentemente, prevenindo a diminuição da altura do albúmen (Yannakopoulos e Tserveni-Gousi, 1986).

A redução da qualidade interna se reflete, principalmente, nos índices de gema e de albúmen e na unidade Haugh. Esse fato, entretanto, não foi observado neste experimento demonstrando que a redução nos níveis de Ca e/ou a inclusão de mananoligossacarídeo não interferiram nesses parâmetros. Resultados semelhantes foram relatados por Potenza *et al.* (2007) que utilizaram níveis de parede de levedura, com variação entre 0,5 e 1,5%, em dietas para codornas e também não verificaram diferença na unidade Haugh dos ovos de codornas.

Não houve efeito ( $p > 0,05$ ) dos tratamentos sobre o peso e espessura da casca (Tabela 3); entretanto, a inclusão de MOS aumentou ( $p < 0,02$ ) o teor de Ca nas cascas em 2,75%, embora esse aumento não tenha se refletido no peso, na espessura e na gravidade específica dos ovos. A razão para

maior deposição de Ca na casca pode ter sido o aumento na absorção intestinal de Ca promovida pelo MOS.

Quando esses carboidratos não-digestíveis alcançam o intestino grosso, eles são fermentados pela microflora intestinal e convertidos em AGCC, que diminuem o pH luminal, solubilizando o Ca e favorecendo sua absorção. Os AGCC também causam hipertrofia das células da mucosa aumentando a superfície de absorção do intestino (Mineo et al., 2002; Kruger et al., 2003; Zafar et al., 2004). Entretanto, Suzuki e Hara (2004) relataram que os oligossacarídeos podem, igualmente, aumentar a absorção de Ca no intestino delgado pela via paracelular, por meio de estímulo direto sobre o epitélio do intestino delgado.

**Tabela 3.** Qualidade externa do ovo de codornas japonesas alimentadas com dietas que contém mananoligossacarídeo e níveis reduzidos de cálcio.

*Table 3. External egg quality of Japanese quails fed diets containing mananoligosaccharides and reduced calcium levels.*

| Parâmetros<br><i>Parameters</i>   | C     | MOS (%)              | Nível de Ca (%)<br><i>Calcium levels (%)</i> |        |                             |
|---|-------|----------------------|--|--------|-----------------------------|
|   |       |                      | 2,2  | 1,9    | Média CV (%)<br><i>Mean</i> |
| Peso de casca (g)<br><i>Eggshell weight (g)</i>   | 0,0   | 1,05                 | 1,03   | 1,04   |                             |
|   | 0,1   | 1,05                 | 0,91   | 0,98   |                             |
|   | 0,96  | Média<br><i>Mean</i> | 1,05   | 0,97   | 7,50                        |
| Teor de Ca na casca (%)<br><i>Eggshell Ca content (%)</i>                                 | 0,0   | 31,34                | 30,59  | 30,96b |                             |
|   | 0,1   | 31,56                | 32,05  | 31,81a |                             |
|   | 32,05 | Média<br><i>Mean</i> | 31,45  | 31,32  | 4,00                        |
| Espessura da casca (mm)<br><i>Eggshell thickness (mm)</i>                                 | 0,0   | 0,292                | 0,301  | 0,297  |                             |
|   | 0,1   | 0,306                | 0,305  | 0,305  |                             |
|   | 0,254 | Média<br><i>Mean</i> | 0,299  | 0,303  | 9,36                        |
| Gravidade específica (g cm <sup>-3</sup> )<br><i>Specific gravity (g cm<sup>-3</sup>)</i> | 0,0   | 1,073                | 1,068  | 1,071  |                             |
|   | 0,1   | 1,072                | 1,069  | 1,071  |                             |
|   | 1,072 | Média<br><i>Mean</i> | 1,072a                                       | 1,068b | 0,22                        |

CV = coeficiente de variação. C = dieta-controle. Médias seguidas de letras diferentes diferem entre si pelo teste F.

CV = coefficient of variation. C = control diet. Means followed by different letters differ between them by F test.

A redução do teor de Ca dietético diminui ( $p < 0,01$ ) a gravidade específica dos ovos das codornas alimentadas com dietas contendo 1,9% de Ca. Houve uma piora na qualidade da casca pela redução do teor de Ca da dieta, embora não tenha sido suficiente para reduzir o peso e a espessura da casca dos ovos. Segundo Baião e Cançado (1997), a gravidade específica é uma medida indireta da qualidade da casca do ovo, e melhor qualidade dos ovos é importante para prevenir que os ovos trinquem ou mesmo se quebrem durante a coleta e processamento.

Aumento do Ca dietético de 2,5 para 3,25% ou para 2,99% não afetou a espessura e o peso da casca de ovos de codornas, segundo Kadam et al. (2006) e Sultana et al. (2007), respectivamente. Barreto et al.

(2007), ao utilizarem níveis de Ca que variavam de 1,6 a 3,6%, também relataram que menores níveis de Ca resultaram em menores valores de gravidade específica, porém notaram diferenças no peso e na espessura da casca, diferentemente dos resultados deste experimento.

## Conclusão

Dietas com 2,2% de cálcio e suplementadas com 0,1% de MOS podem ser utilizadas por codornas japonesas, em fase inicial de postura, sem prejuízo à qualidade interna ou externa da casca do ovo.

## Agradecimentos

À Cereal Ouro Rações e à Nutrisal Alimentação Animal, pela doação de ingredientes para as rações deste experimento.

## Referências

- BAIÃO, N.C.; CANÇADO, S.V. Fatores que afetam a qualidade da casca do ovo. *Cad. Téc. Esc. Vet. UFMG*, Belo Horizonte, n. 21, p. 43-59, 1997.
- BARRETO, S.L.T. et al. Determinação da exigência nutricional de cálcio de codornas japonesas na fase inicial do ciclo de produção. *Rev. Bras. Zootec.*, Viçosa, v. 36, n. 1, p. 68-78, 2007.
- ETCHES, R.J. *Reproduction in poultry*. Wallingford: CAB International, 1996.
- INRA-Institut National de la Recherche Agronomique. *Alimentação dos animais monogástricos: suínos, coelhos e aves*. 2. ed. São Paulo: Roca, 1999.
- KADAM, M.M. et al. Response of laying Japanese quail to dietary calcium levels at two levels of energy. *J. Poult. Sci.*, Nagoya, v. 43, n. 4, p. 351-356, 2006.
- KRUGER, M.C. et al. The effect of fructooligosaccharides with various degrees of polymerization on calcium bioavailability in the growing rat. *Exp. Biol. Med.*, Maywood, v. 228, n. 6, p. 683-688, 2003.
- MINEO, H. et al. Melibiose, difructose anhydride III and difructose anhydride IV enhance net calcium absorption in rat small and large intestinal epithelium by increasing the passage of tight junctions in vitro. *J. Nutr.*, Philadelphia, v. 132, n. 11, p. 3394-3399, 2002.
- MORAN, C.A. Functional components of the cell wall of *Saccharomyces cerevisiae*: applications for yeast glucan and mannan. In: INTERNATIONAL FEED INDUSTRY SYMPOSIUM, 20., 2004, Lexington. *Proceedings...* Lexington: Alltech, 2004. p. 280-296.
- NRC-Nutrient Research Council. *Nutrient requirements of poultry*. 9. ed. Washington, D.C.: National Academy Press, 1994.
- OLIVEIRA, M.C. et al. Utilização de nutrientes de dietas contendo mananoligossacarídeo e/ou complexo enzimático para frangos de corte. *Rev. Bras. Zootec.*, Viçosa, v. 36, n. 4, p. 825-831, 2007.

- POTENÇA, A. et al. Uso de parede de levedura *Saccharomyces cerevisiae* em ração para codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*) na fase de postura. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 44., 2007, Jaboticabal. *Anais...* Jaboticabal: Unesp, 2007. (CD-ROM).
- ROSTAGNO, H.S. et al. *Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais*. 2. ed. Viçosa: UFV, 2005.
- SOUZA, H.B.; SOUZA, P. Efeito da temperatura de estocagem sobre a qualidade interna de ovos de codornas armazenados durante 21 dias. *Alim. Nutr.*, São Paulo, n. 6, p. 7-13, 1995.
- STADELMAN, W.J.; COTTERILL, O.J. *Egg science and technology*. 4. ed. New York: Food Products Press, 1995.
- STATSOFT. *Statistica for Windows (computer program manual)*. Tulsa, 1995.
- SULTANA, F. et al. Effect of dietary calcium sources and

levels on egg production and egg shell quality of Japanese quail. *Int. J. Poult. Sci.*, Faisalabad, v. 6, n. 2, p. 131-136, 2007.

SUZUKI, T.; HARA, H. Various non-digestible saccharides increase intracellular calcium ion concentration in rat small-intestinal enterocytes. *Br. J. Nutr.*, Cambridge, v. 92, n. 5, p. 751-755, 2004.

YANNAKOPOULOS, A.L.; TSERVENI-GOUSI, A.S. Quality characteristics of quail eggs. *Br. Poult. Sci.*, London, v. 27, n. 2, p. 171-176, 1986.

ZAFAR, T.A. et al. Nondigestible oligosaccharides increase calcium absorption and suppress bone resorption in ovariectomized rats. *J. Nutr.*, Philadelphia, v. 134, n. 2, p. 399-402, 2004.

Received on December 1<sup>st</sup>, 2007.

Accepted on August 18, 2008.