

Efeito de diferentes aditivos zootécnicos sobre a qualidade de ovos em duas fases produtivas da codorna

[Effect of different zootechnical additives on egg quality in two quail production phases]

M. de Lemos¹, L.F. Calixto¹, D. Souza², K.A. Torres³, T. Reis¹, L. Coelho¹, C.A. Filho¹

¹Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ

²Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho/FMVZ, Botucatu, SP

³Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos dos Goytacazes, RJ

RESUMO

Com o objetivo de avaliar a qualidade dos ovos de codornas alimentadas com diferentes aditivos em duas fases de produção, 360 codornas foram distribuídas em um delineamento inteiramente ao acaso, em esquema de parcela subdividida no tempo (de nove até 23 e de 24 até 39 semanas de idade), com cinco tratamentos e oito repetições de nove aves cada, organizados da seguinte forma: controle, antibiótico, prebiótico, probiótico e simbiótico. As variáveis analisadas foram: unidade Haugh, índice de gema, porcentagem dos componentes do ovo, espessura de casca medida pelo micrômetro e pelo MEV. O fornecimento dos aditivos no segundo período aumentou a unidade Haugh e nos dois períodos avaliados proporcionou aumento da porcentagem de gema e de casca e da espessura da casca e de suas membranas. A inclusão dos aditivos foi mais eficiente em aumentar o peso dos ovos e a porcentagem de gema e de casca no segundo período. A espessura da casca (MEV) melhorou após inclusão de antibiótico e simbiótico na ração no segundo período. A inclusão de aditivos na ração melhora a qualidade dos ovos de codornas durante toda a fase produtiva. Antibiótico e simbiótico são mais eficazes em melhorar a espessura da casca dos ovos produzidos durante o segundo período produtivo.

Palavras-chave: antibiótico, prebiótico, probiótico, simbiótico

ABSTRACT

To evaluate the quality of eggs of quails fed with different additives in two stages of the productive period, 360 quails were distributed in a completely randomized design in a split plot scheme in time (9 to 23 and 24 to 39 weeks of age) with five treatments and eight repetitions of nine birds each, organized as follows: control, antibiotic, prebiotic, probiotic, and symbiotic. The analyzed variables were: Haugh unit, yolk index, percentage of egg components, shell thickness measured by the micrometer and the SEM. The supply of additives in the second period increased Haugh units, and in both periods provided an increase in the percentage of yolk and shell and improved the thickness of the shell and its membranes. The inclusion of additives was more effective in promoting weight gain in eggs and the percentage of egg yolk and egg shell from 24 to 39 weeks of age. The shell thickness (SEM) improved after inclusion of antibiotic and symbiotic in feed in the second period. The addition of additives in food improved the quality of Japanese quail egg throughout the productive period. Antibiotics and symbiotics proved to be more effective in improving shell thickness of the eggs produced in the second productive period.

Keywords: antibiotic, prebiotic, probiotic, symbiotic

INTRODUÇÃO

O consumo de ovos de codorna vem crescendo consideravelmente nos últimos anos, passando de

13 ovos de codorna/habitante/ano em 2010 (Bertechini, 2012) para 27 ovos de codorna/habitante/ano em 2015 (Marques e Antunes, 2015). A maior parte dos ovos de codorna consumidos no Brasil é comercializada

Recebido em 1 de outubro de 2016

Aceito em 4 de outubro de 2016

E-mail: marijorgelemos@hotmail.com

in natura e 43% em conserva (Bertechini, 2013). Quando em conserva, os ovos de codorna já se encontram descascados e cozidos, condição essa que prioriza maior produção de ovos maiores e mais pesados (Wiermann *et al.*, 2015). Esse tipo de ovo é produzido principalmente na fase final do ciclo produtivo das codornas poedeiras, porém, nessa fase, conforme o peso dos ovos aumenta, a qualidade da casca piora, portanto o desafio é encontrar alternativas que propiciem um melhor aproveitamento dos nutrientes, em especial o cálcio.

Os aditivos atuam, entre outras funções, melhorando as condições estruturais da mucosa intestinal, promovendo, dessa forma, melhor absorção dos nutrientes e, consequentemente, melhorando o desempenho e a qualidade de ovos. Em trabalho realizado por Iqbal *et al.* (2015), foi observado um aumento no peso dos ovos de galinhas após a inclusão de prebióticos, probióticos e simbióticos na ração de codornas japonesas. Zarei *et al.* (2011) observaram melhoria no desempenho, melhor qualidade de casca dos ovos produzidos por galinhas poedeiras alimentadas com prebióticos, probióticos e simbióticos. Quando antibióticos e prebióticos foram incorporados à ração, Numazaki (2008) observou melhoria de espessura da casca de ovos produzidos por galinhas poedeiras. Lemos *et al.* (2014) observaram melhoria na integridade intestinal, no desempenho e na espessura da casca de ovos produzidos por codornas japonesas alimentadas com diferentes níveis de prebiótico. Nesse contexto, foi idealizada essa pesquisa, objetivando comparar o efeito de diferentes aditivos que foram incorporados à ração, em duas fases produtivas, sobre a qualidade interna e externa dos ovos de codornas japonesas.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no galpão experimental do Setor de Avicultura da (UFRRJ), entre maio de 2014 a janeiro de 2015. Foram utilizadas 360 codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*) de nove até 39 semanas de idade, distribuídas em um delineamento inteiramente ao acaso, em esquema de parcela subdividida no tempo (primeiro período de nove até 23 semanas e o segundo período de 24 até 39 semanas), com cinco tratamentos e oito repetições de nove aves.

As rações experimentais foram formuladas de modo a atender as exigências nutricionais para codornas japonesas na fase de produção, de acordo com Rostagno *et al.* (2011). Os tratamentos foram os seguintes: controle: dieta referência sem adição de aditivos (DR); antibiótico (ANT) = DR + 147g/t de antibiótico; prebiótico (PRE) = DR + 1,5kg/t de prebiótico; probiótico (PRO) = DR + 300g/t de probiótico; simbiótico (SIM) = DR + SIM (PRE + PRO).

Todos os aditivos foram adicionados em substituição ao equivalente em peso de material inerte (caulim), ajustando-se as composições percentuais da ração experimental, o que permitiu a manutenção dos mesmos níveis nutricionais em todas as rações. O PRE utilizado era rico em β -glucanos e mananoligossacarídeos, derivado da levedura *Saccharomyces cerevisiae*. O PRO foi composto de *Bacillus subtilis* (10^9 UFC/g) e o princípio ativo do ANT foi a bacitracina de zinco 15%. Ração e água foram fornecidas à vontade. As variáveis avaliadas foram: peso do ovo (g), unidade Haugh, índice de gema, porcentagem dos constituintes (casca, gema e albúmen), espessura da casca por meio de micrômetro digital e por meio de microscopia eletrônica de varredura (MEV) e espessura das camadas da casca (paliçada, mamilar e membranas da casca).

Para análise da qualidade interna e da casca por meio do micrômetro digital, foram realizadas cinco análises em cada período analisado, sendo primeiro período (nove até 23 semanas de idade) e segundo período (24 até 39 semanas de idade), no Laboratório de Análise de Produtos de Origem Animal do Instituto de Zootecnia da UFRRJ. Para cada avaliação, foram coletados três ovos de cada repetição (24 ovos por tratamento), por três dias consecutivos, totalizando 360 unidades avaliadas em cada análise. Para todas as análises, as avaliações foram realizadas no mesmo dia da coleta.

Após coleta, os ovos foram identificados, pesados em balança digital com precisão de 0,01g e quebrados. A unidade Haugh foi determinada com o auxílio de um micrômetro tripé e calculada por meio da fórmula: $UH = 100 \log (H + 7,57 - 1,7W^{0,37})$, em que H = altura do albúmen denso (mm) e W = peso do ovo (g). O índice de gema foi calculado pela razão entre a altura e o diâmetro dessa estrutura. A gema e o

albúmen foram separados e a altura da gema foi medida com o auxílio de um micrômetro tripé, e seu diâmetro medido com um paquímetro digital. Para obtenção das porcentagens dos componentes dos ovos, as gemas foram separadas do albúmen e pesadas em balança digital com precisão de 0,01g, e as cascas lavadas para retirar os resquícios de albúmen e secas em estufa a 105°C, por duas horas, para posterior obtenção do peso da casca. Subtraindo-se o peso da gema e da casca do peso total do ovo, obteve-se o peso do albúmen. A espessura da casca por meio do micrômetro digital foi aferida após secagem das amostras, e os valores foram obtidos da média de dois fragmentos da zona equatorial da casca. A avaliação da espessura pelo MEV (marca e modelo Hitachi TM 3000, em modo BSE COMPO, com aceleração de 5KV e distância de trabalho de 4,8 mm) foi realizada por meio de duas análises em 24 ovos por tratamento para cada análise, quando as codornas completaram 24 e 39 semanas de idade. Após quebra e secagem, as cascas foram encaminhadas para o Laboratório de Materiais e Dispositivos Supercondutores, e duas tiras de 0,5cm² da região equatorial da casca do ovo foram acomodadas em *stubs* de alumínio com fita de carbono dupla face, de modo que a parte inferior da casca onde se encontram as membranas foi posicionada na superfície superior do *stub*. As camadas da casca (mamilar e paliçada) e as membranas da casca foram identificadas em um aumento de 400x. O comprimento de cada camada foi mensurado em três pontos, com o auxílio do *software* Image J registrando a média dos valores. A espessura total da casca e o valor médio da espessura das camadas da casca foram determinados de acordo com metodologia descrita por Barbosa *et al.* (2012).

As condições de manejo e os procedimentos experimentais adotados foram submetidos e aprovados pela Ceua (Comissão de Ética no Uso de Animais), protocolo nº 352/2013, da UFRRJ. Os resultados foram submetidos à análise de variância, utilizando-se o Programa BioEstat®. Para o efeito dos tratamentos e dos períodos, foram aplicados o teste de Tukey e o teste F a 5% de probabilidade, respectivamente, para comparação de média.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O peso dos ovos foi influenciado pelos diferentes aditivos. Foi verificada interação significativa ($P < 0,05$) entre os aditivos testados e os períodos analisados sobre o peso de ovos (Tab. 1). A inclusão dos aditivos aumentou o peso de ovos ($P < 0,05$) em comparação com o controle nos dois períodos avaliados (Tab. 1). Os aditivos proporcionam o rápido desenvolvimento das bactérias benéficas no trato digestivo, melhorando o ambiente intestinal, aumentando a eficiência dos processos digestivos e a absorção de nutriente e melhorando a utilização de proteína e energia da ração (Edens, 2003; Zarei *et al.*, 2011).

Ao se analisarem os dois períodos produtivos, observou-se que a inclusão dos aditivos, independentemente do tipo, foi mais eficiente em promover o aumento de peso dos ovos no período de 24 até 39 semanas de idade, quando comparado com o período de nove até 23 semanas de idade ($P < 0,05$). A potencialização do peso dos ovos de codorna provocada pelo efeito dos aditivos merece destaque, principalmente no primeiro período produtivo, quando o peso do ovo é menor em virtude da idade da ave, resultado que favorece a comercialização dos ovos de codorna no formato de conserva, que é uma das principais (43% dos ovos) formas de comercialização desses ovos, de acordo com Bertechini (2013). A utilização de PRE, PRO e SIM para galinhas poedeiras em pesquisa realizada por Zarei *et al.* (2011) e de PRE para codornas japonesas por Iqbal *et al.* (2015) também aumentou o peso dos ovos produzidos.

O índice de gema e a porcentagem de albúmen dos ovos não foram influenciados pela incorporação dos diferentes aditivos à ração. Não foi observado efeito significativo ($P > 0,05$) da inclusão dos diferentes aditivos na ração e dos períodos analisados sobre esses parâmetros. Também não foram observados efeitos significativos sobre a porcentagem de albúmen em pesquisas realizadas por Kalsum *et al.* (2012) e por Lemos *et al.* (2014), após inclusão de PRO e de PRE na ração de codornas, respectivamente.

Tabela 1. Qualidade interna de ovos de codornas japonesas alimentadas com rações suplementadas com diferentes aditivos em dois períodos, durante a fase de produção

Tratamentos	Variáveis		Média
	Peso do ovo (g)		
	9 a 23 semanas	24 a 39 semanas	
Controle	11,03bB	12,08bA	11,055
Antibiótico	11,37aB	12,92aA	12,145
Prebiótico	11,26aB	12,82aA	12,040
Probiótico	11,20aB	12,78aA	11,991
Simbiótico	11,35aB	12,79aA	12,072
CV %	4,57	5,24	6,21
Média	11,242	12,678	
Tratamentos	Unidade Haugh		Média
	Unidade Haugh		
	9 a 23 semanas	24 a 39 semanas	
Controle	93,12A	92,14bB	92,63
Antibiótico	93,23	93,10a	93,16
Prebiótico	93,05	93,21a	93,13
Probiótico	93,16	93,28a	93,22
Simbiótico	93,21	93,30a	93,25
CV %	5,24	6,61	7,22
Média	93,15	93,01	
Tratamentos	Índice de gema		Média
	Índice de gema		
	9 a 23 semanas	24 a 39 semanas	
Controle	0,465	0,458	0,462
Antibiótico	0,462	0,460	0,461
Prebiótico	0,465	0,465	0,465
Probiótico	0,472	0,461	0,466
Simbiótico	0,473	0,462	0,467
CV %	4,74	6,32	8,50
Média	0,467	0,461	
Tratamentos	Porcentagem de gema		Média
	Porcentagem de gema		
	9 a 23 semanas	24 a 39 semanas	
Controle	29,69bB	31,17bA	30,43
Antibiótico	30,74aB	32,10aA	31,42
Prebiótico	30,47aB	31,75aA	31,11
Probiótico	30,58aB	31,69aA	31,13
Simbiótico	30,61aB	32,02aA	31,32
CV %	4,62	5,73	5,13
Média	30,42	31,75	
Tratamentos	Porcentagem de albúmen		Média
	Porcentagem de albúmen		
	9 a 23 semanas	24 a 39 semanas	
Controle	60,95	60,68	60,82
Antibiótico	60,27	60,88	60,58
Prebiótico	60,32	60,86	60,59
Probiótico	60,41	60,84	60,63
Simbiótico	60,11	60,79	60,45
CV %	5,68	4,16	6,44
Média	60,41	60,81	
Média	4,52	4,68	

Médias seguidas por letras diferentes minúsculas na coluna e maiúsculas na linha diferem a 5% pelo teste de Tukey e a 5% pelo teste F, respectivamente; CV – coeficiente de variação; período 1 – nove a 23 semanas de idade (início de produção até final do pico de produção); período 2 – 24 a 39 semanas de idade (final do pico de produção até final da produção); antibiótico – bacitracina de zinco; prebiótico – à base de mananoligossacarídeos e β -glucanos; probiótico – à base de *Bacillus subtilis*; simbiótico – prebiótico + probiótico utilizados.

A unidade Haugh foi favorecida pelos aditivos apenas no período de 24 até 39 semanas de idade, melhorando ($P<0,05$) em relação aos ovos produzidos pelas codornas do tratamento controle. No período de nove até 23 semanas de idade, não foi observado efeito dos diferentes aditivos sobre a unidade Haugh ($P>0,05$). Ao se analisarem os dois períodos produtivos, observou-se que os ovos produzidos sem a incorporação de aditivos, no período de 24 até 39 semanas de idade, demonstraram piores valores de unidade Haugh, quando comparados com os ovos produzidos no período de nove até 23 semanas de idade ($P<0,05$), resultado já esperado, visto que a UH piora nas fases finais de produção das poedeiras. No entanto, é importante observar com esses resultados o efeito benéfico dos aditivos na manutenção da qualidade interna dos ovos, com valores altos e similares ao início da produção (nove -23 semanas de idade) durante toda a fase de produção (Tab. 1), enquanto as codornas que não receberam aditivos na ração produziram ovos com pior qualidade no pós-pico até o final da produção.

A porcentagem de gema foi influenciada pelos aditivos. Foi verificada interação significativa ($P<0,05$) entre os diferentes aditivos testados e os períodos analisados sobre a porcentagem de gema. A inclusão dos aditivos na ração das codornas aumentou a porcentagem de gema dos ovos ($P<0,05$) em comparação com o controle nos dois períodos avaliados (Tab. 1). Os aditivos zootécnicos permitem o rápido desenvolvimento das bactérias benéficas no trato digestivo, melhorando a eficiência dos processos digestivos e a absorção de nutriente e aumentando a utilização de proteína e energia da ração (Edens, 2003; Zarei *et al.*, 2011). Ao se analisarem os dois períodos produtivos, observou-se que a inclusão dos aditivos, independentemente do tipo, foi mais eficiente em aumentar a porcentagem de gema no período de 24 até 39 semanas de idade quando comparado com o período de nove até 23 semanas de idade ($P<0,05$). A maior porcentagem de gema no período final de produção das codornas acompanhou o aumento no peso do ovo observado para o mesmo período neste estudo (Tab. 1). Aves mais velhas e em final de produção ovulam em intervalos menores, e menor número de folículos é produzido para

receber uma mesma quantidade de gema, levando à produção de ovos com gema mais pesada (Sauveur, 1993; Zita *et al.*, 2012). O fornecimento dos aditivos potencializou este aumento no segundo período avaliado, acompanhando os resultados observados para peso de ovos.

A porcentagem de casca aumentou ($P<0,05$) nos ovos produzidos pelas codornas que receberam aditivos em comparação com o tratamento controle nos dois períodos avaliados (Tab. 2). Foi verificada interação significativa ($P<0,05$) entre os aditivos e os períodos analisados sobre a porcentagem de casca.

Ao se analisarem os dois períodos produtivos, observou-se que a inclusão dos aditivos, independentemente do tipo, foi mais eficiente em aumentar a porcentagem de casca dos ovos das codornas produzidos no período de 24 até 39 semanas de idade quando comparado com o período de nove até 23 semanas de idade ($P<0,05$). De acordo com Zita *et al.* (2012), com o envelhecimento da codorna, o peso do ovo, a porcentagem de gema e de casca aumentam. Nos resultados do presente estudo, assim como ocorreu com a porcentagem de gema, o efeito dos aditivos potencializou o aumento na porcentagem de casca durante o segundo período produtivo da codorna. Quando avaliaram os efeitos de diferentes níveis de PRO na ração de codornas japonesas, Zarei *et al.* (2011), ao trabalharem com PRO, PRE e SIM para galinhas poedeiras, e Lemos *et al.* (2014), ao utilizarem PRE para codornas japonesas, também observaram aumento na porcentagem da casca dos ovos em comparação com o tratamento controle.

A espessura da casca foi afetada pela incorporação dos aditivos à ração. Foi verificada interação significativa ($P<0,05$) entre os aditivos testados e os períodos analisados sobre a espessura da casca. A inclusão dos aditivos melhorou a espessura total da casca dos ovos de codornas japonesas ($P<0,05$) em relação ao tratamento controle nos dois períodos avaliados. A melhoria no ambiente intestinal provocada pelos aditivos zootécnicos aumenta a capacidade absorviva dos nutrientes ingeridos (Zarei *et al.*, 2011).

Tabela 2. Qualidade da casca de ovos de codornas japonesas alimentadas com rações suplementadas com diferentes aditivos em dois períodos, durante a fase de produção

Tratamentos	Variáveis		Média
	Porcentagem de casca		
	9 a 23 semanas	24 a 39 semanas	
Controle	7,72bB	8,71bA	8,22
Antibiótico	8,37aB	9,15aA	8,76
Prebiótico	8,19aB	9,08aA	8,64
Probiótico	8,27aB	8,95aA	8,61
Simbiótico	8,43aB	9,11aA	8,77
CV %	3,94	4,15	5,36
Média	9,00	8,40	
Tratamentos	Espessura da casca (micrômetro em mm)		Média
	Porcentagem de casca		
	9 a 23 semanas	24 a 39 semanas	
Controle	0,211bA	0,196bB	0,203
Antibiótico	0,232aA	0,222aB	0,227
Prebiótico	0,228aA	0,218aB	0,223
Probiótico	0,226aA	0,216aB	0,221
Simbiótico	0,231aA	0,220aB	0,225
CV %	4,15	5,81	6,14
Média	0,226	0,214	
Tratamentos	Espessura da casca (MEV em mm)		Média
	Porcentagem de casca		
	9 a 23 semanas	24 a 39 semanas	
Controle	0,214bA	0,199cB	0,206
Antibiótico	0,238aA	0,230aB	0,234
Prebiótico	0,235aA	0,220bB	0,227
Probiótico	0,232aA	0,222bB	0,227
Simbiótico	0,236aA	0,229aB	0,233
CV %	6,84	7,62	6,22
Média	0,231	0,220	
Tratamentos	Espessura camada paliçada (mm)		Média
	Porcentagem de casca		
	9 a 23 semanas	24 a 39 semanas	
Controle	0,152bA	0,137cB	0,144
Antibiótico	0,166aA	0,156aB	0,161
Prebiótico	0,156aA	0,142bB	0,149
Probiótico	0,161aA	0,140bB	0,151
Simbiótico	0,165aA	0,154aB	0,159
CV %	8,92	7,38	7,62
Média	0,160	0,146	
Tratamentos	Espessura camada mamilar (mm)		Média
	Porcentagem de casca		
	9 a 23 semanas	24 a 39 semanas	
Controle	0,0314bA	0,0290bB	0,0302
Antibiótico	0,0336aA	0,0323aB	0,0329
Prebiótico	0,0339aA	0,0324aB	0,0332
Probiótico	0,0341aA	0,0320aB	0,0331
Simbiótico	0,0340aA	0,0322aB	0,0331
CV %	9,35	8,43	7,88
Média	0,0334	0,0316	
Tratamentos	Espessura membranas da casca (mm)		Média
	Porcentagem de casca		
	9 a 23 semanas	24 a 39 semanas	
Controle	0,0346bA	0,0312bB	0,0329
Antibiótico	0,0393aA	0,0371aB	0,0382
Prebiótico	0,0389aA	0,0368aB	0,0379
Probiótico	0,0391aA	0,0370aB	0,0381
Simbiótico	0,0391aA	0,0369aB	0,0380
CV %	8,71	8,52	7,69
Média	0,0382	0,0358	

Médias seguidas por letras diferentes minúsculas na coluna e maiúsculas na linha diferem a 5% pelo teste de Tukey e a 5% pelo teste F, respectivamente; CV – coeficiente de variação; período 1 – nove a 23 semanas de idade (início de produção até final do pico de produção); período 2 – 24 a 39 semanas de idade (final do pico de produção até final da produção); antibiótico – bacitracina de zinco; prebiótico – à base de mananoligossacarídeos e β -glucanos; probiótico – à base de *Bacillus subtilis*; simbiótico – prebiótico + probiótico utilizados.

A avaliação de espessura da casca pelo MEV permitiu detectar que o fornecimento de ANT e de SIM mostrou-se mais eficiente em melhorar a espessura da casca que os demais aditivos testados ($P < 0,05$) no segundo período avaliado. O melhor efeito do ANT encontra justificativa na literatura consultada (Abdelgader *et al.*, 2012), que cita que a bacitracina de zinco atua principalmente na redução de bactérias do gênero *Clostridium* e de suas toxinas, as quais causam injúrias à mucosa intestinal. Essa redução, portanto, melhora sua integridade, e os nutrientes podem ser melhor absorvidos, ocorrendo, dessa forma, melhor qualidade dos ovos produzidos. No caso do SIM, ele contém dois componentes (PRE e o PRO) atuando juntos, e um potencializa a função do outro (Pelícia *et al.*, 2004; Junqueira *et al.*, 2009). A capacidade que o PRE tem de se ligar às fímbrias das bactérias patogênicas, facilitando sua eliminação juntamente com o bolo fecal, possibilita a colonização intestinal pela microbiota benéfica já presente e por aquela que compõe o PRO, melhorando a absorção dos nutrientes, entre eles o cálcio, que é convertido em ácido graxo de cadeia curta após ser fermentado pelo PRE, reduzindo, assim, o pH do lúmen intestinal, solubilizando o cálcio e também causando hipertrofia das células da mucosa intestinal, aumentando, portanto, a sua superfície de absorção (Kruger *et al.*, 2003).

Ao se analisarem os dois períodos produtivos, a inclusão dos aditivos, independentemente do tipo, provocou melhor espessura de casca no período de nove até 23 semanas de idade quando comparado com o período de 24 até 39 semanas de idade ($P < 0,05$). Essa maior capacidade dos aditivos em melhorar a espessura de casca, nesse primeiro período produtivo, surpreende, pois indica que os ovos foram produzidos com melhor qualidade de casca durante o período de maior produtividade desse tipo de ave. Em relação ao segundo período, em que a qualidade da casca foi pior, resultado que é justificado pela literatura, que cita que, conforme a codorna envelhece, a qualidade da casca piora (Sari *et al.* (2012), a capacidade efetiva da inclusão de aditivos foi relevante, visto que manteve a espessura da casca mesmo quando a codorna foi se aproximando da fase em que a produção é menor e a qualidade da casca é pior.

Os ovos produzidos pelas codornas do tratamento que não receberam aditivos

apresentaram, durante o segundo período produtivo (24 até 39 semanas), espessura de casca fora da faixa padrão para esse tipo de ovo ($< 0,20$ a $0,29$ mm) (Tab. 2), indicando a vantagem zootécnica da utilização dos aditivos visando à manutenção da espessura da casca de ovos de codorna dentro dos padrões ideais.

Aumentos na espessura da casca dos ovos de galinhas poedeiras também foram observados em trabalhos realizados com ANT e PRE por Numazaki (2008); com PRO, PRE e SIM por Zarei *et al.* (2011); PRE e SIM por Abdelgader *et al.* (2012) e PRE na ração de codornas japonesas por Lemos *et al.* (2014). Kalsum *et al.* (2012) não encontraram melhoria da espessura da casca de ovos sobre a qualidade da casca dos ovos de codornas japonesas alimentadas com diferentes níveis de probiótico.

A espessura das camadas mamilar e paliçada e as membranas da casca, quando avaliadas pelo MEV, evidenciaram que ocorreu interação significativa ($P < 0,05$) entre os aditivos testados e os períodos analisados, pois essas ultraestruturas da casca aumentaram ($P < 0,05$) sua espessura em relação ao tratamento controle nos dois períodos analisados (nove a 23 semanas e 24 a 39 semanas de idade) (Tab. 2). No período de 24 até 39 semanas de idade, a inclusão de ANT ou SIM na ração das codornas foi mais eficiente que os outros aditivos no aumento da espessura da camada paliçada. O aumento na espessura da camada paliçada e da camada mamilar foi acompanhado pelo aumento na espessura total da casca dos ovos no presente estudo (Tab. 2). A camada paliçada compreende, aproximadamente, dois terços da espessura total da casca, portanto quanto maior a sua espessura, maior será a espessura total da casca e sua resistência (Radwan *et al.*, 2010). A espessura da camada mamilar também confere característica de resistência à casca (Hunton, 1995) e, apesar de representar menos de um terço da composição total da casca, essa é a camada responsável pelo início dos processos de quebra dos ovos (Bain, 1992).

Ao se analisarem os dois períodos produtivos, foi observado que a inclusão dos aditivos, independentemente do tipo, provocou melhor espessura das camadas paliçada, mamilar e das membranas da casca de ovos no período de nove até 23 semanas de idade quando comparado com

o período de 24 até 39 semanas de idade ($P < 0,05$). A maior capacidade dos aditivos em melhorar a espessura das camadas da casca acompanhou os resultados para espessura total de casca. No primeiro período produtivo, essa maior espessura surpreendeu, indicando que maior número de ovos foi produzido com melhor qualidade de casca. As membranas da casca, que representam em torno de 21% da espessura total da casca dos ovos de codorna, exercem

influência sobre a qualidade da casca por servirem como reforço à porção calcificada, e, apesar de possuir quase a metade da espessura da casca do ovo de galinha, a espessura das membranas dos ovos de codorna é responsável pela pouca perda de umidade e gases das cascas dos ovos dessa ave, e conseqüentemente, de peso, quando comparada com a dos ovos de galinha (Yannakopoulos e Tserveni-Gousi, 1986; Barbosa et al., 2012; Santos et al., 2015).

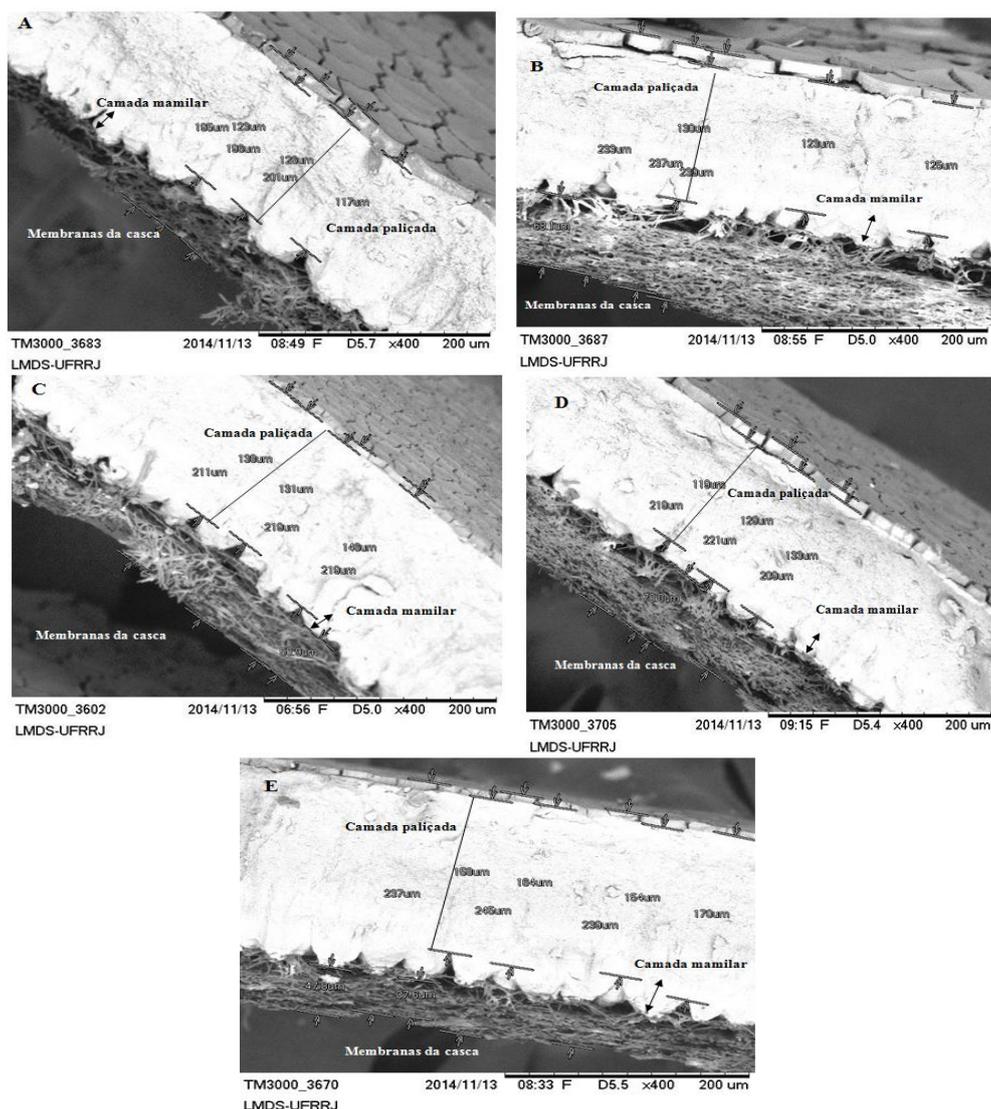


Figura 1. Microscopia eletrônica de varredura do corte transversal da casca dos ovos de codornas. Setas evidenciando a espessura das camadas da casca e membranas da casca. A) controle; B) antibiótico; C) prebiótico; D) probiótico; E) simbiótico.

CONCLUSÕES

É zootecnicamente viável a inclusão de diferentes aditivos (antibiótico, probiótico, prebiótico e simbiótico) na ração visando à melhoria da qualidade dos ovos de codornas japonesas durante toda a fase produtiva, sendo esse efeito potencializado nos ovos produzidos no início do ciclo produtivo (nove até 23 semanas de idade). Antibióticos e simbióticos mostraram ser mais eficazes que probióticos e prebióticos em melhorar a espessura da casca dos ovos produzidos durante o segundo período produtivo (24 até 39 semanas de idade), permitindo concluir que a utilização de simbióticos na ração, nessa fase, seria uma excelente alternativa para a substituição dos antibióticos, objetivando especificamente melhoria na espessura de casca dos ovos produzidos nas fases finais do período produtivo das poedeiras, em que o peso dos ovos é maior e a qualidade da casca tende a piorar.

REFERÊNCIAS

- ABDELGADER, A.; AL-FATAFTAH, A.R.; DAS, G. Effects of dietary *Bacillus subtilis* and inulin supplementation on performance, eggshell quality, intestinal morphology and microflora composition of laying hens in the late phase of production. *Anim. Feed Sci. Technol.*, v.179, p.1-9, 2012.
- BAIN, M.M. Eggshell strength: a relationship between the mechanism of failure and the ultrastructural organization of the mammillary layer. *Br. Poult. Sci.*, v.33, p.303-319, 1992.
- BARBOSA, V.M.; BAIÃO, N.C.; MENDES, P.M.M. *et al.* Avaliação da qualidade da casca dos ovos provenientes de matrizes pesadas com diferentes idades. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v.64, p.1036-1044, 2012.
- BERTECHINI, A.G. Situação atual e perspectivas da coturnicultura industrial. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL, 5., 2013/ CONGRESSO BRASILEIRO DE COTURNICULTURA, 4., 2013, Lavras. *Anais...* Lavras, MG: [UFPA], 2013.
- EDENS, F.W. An alternative for antibiotic se in poultry: probiotics. *Rev. Bras. Ciênc. Avíc.*, v.5, p.75-97, 2003.
- BERTECHINI, A.G. The quail production. In: WORLD'S POULTRY CONGRESS, 24., 2012, Salvador: *Proceedings...* Salvador: [WPSA], 2012. p.5-9.
- HUNTON, P. Understanding the architecture of the egg shell. *World's Poult. Sci. J.*, v.51, p.141-147, 1995.
- IQBAL, M.A.; ROOHI, N.; AKRAM, M.; KHAN, O. Egg quality and egg geometry influenced by mannanoligosaccharides (MOS), a prebiotic supplementation in four closebred flocks of japanese quail breeders (*Coturnix coturnix japonica*). *Pak. J. Zool.*, v.47, p.641-648, 2015.
- JUNQUEIRA, O.M. *et al.* Uso de aditivos em rações para suínos nas fases de creche, crescimento e terminação. *Rev. Bras. Zootec.*, v.38, p.2394-2400, 2009.
- KALSUM, U.; SOETANTO, H.; SJOFJAN, O. Influence of a probiotic containing lactobacillus fermentum on the laying performance and egg quality of Japanese quails. *Intern. J. Poult. Sci.*, v.11, p.311-315, 2012.
- KRUGER, M.C.; BROWN, K.E.; COLLETT, G. *et al.* The effect of fructooligosaccharides with various degrees of polymerization on calcium bioavailability in the growing rat. *Exp. Biol. Med.*, v.228, p.683-688, 2003.
- LEMONS, M.J.; CALIXTO, L.F.L.; LIMA, C.A.R. *et al.* Níveis de prebiótico na dieta sobre o desempenho e a qualidade de ovos de codornas japonesas. *Rev. Bras. Saúde Prod. Anim.*, v.15, p.613-625, 2014.
- MARQUES, H.L.; ANTUNES, R. Coturnicultura em expansão. *Avicul. Ind.*, v.1244, p.26-32, 2015.
- NUMAZAKI, E.M. *Adição de mananoligosacarídeos e halquinol em dieta de poedeiras Bovans White*. 2008. 57f. Dissertação (Mestre em Ciências Agrárias) - Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, DF.
- PELICIA, K. *Efeito de promotores biológicos e químicos sobre o desempenho, rendimento de carcaça e qualidade da carne em frangos de corte tipo colonial*. 2004. 61f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Universidade Estadual Paulista, Botucatu.

- RADWAN, L.M.; GALAL, A.; FATHI, M.M. *et al.* Mechanical and ultrastructural properties of eggshell in two egyptian native breeds of chicken. *Intern. J. Poult. Sci.*, v.9, p.77-81, 2010.
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. *et al.* Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais. UFV, Viçosa, MG, UFV, 2001. 252p.
- SANTOS, T.C.; MURAKAMI, A.E.; OLIVEIRA, C.A.L. *et al.* Influence of european quail breeders age on egg quality, incubation, fertility and progeny performance. *Braz. J. Poult. Sci.*, v.17, p.49-56, 2015.
- SARI, M.; ISIK, S.; ONK, K. *et al.* Effects of layer age and different plumage colors on external and internal egg quality characteristics in japanese quails (*Coturnix coturnix japonica*). *Arch. Geflugelkd.*, v.76, p.254-258, 2012.
- SAUVEUR B. *El huevo para consumo: bases productivas*. Barcelona: Aedos Editorial, 1993, 377p.
- WIERMANN, L.A.; DIANA, T.F.; BATISTON, N.R. *et al.* Comparação de características dos ovos de codorna processados manualmente e industrialmente. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA - ZOOTEC, 25., 2015, Fortaleza. *Anais...* Fortaleza: [ABZ], 2015.
- YANNAKOPOULOS, A.L.; TSERVENIGOUSI, A.S. Quality characteristics of quail eggs. *Br. Poult. Sci.*, v.27, p.171-176, 1986.
- ZAREI, M.; EHSANI, M.; TORKI, M. Dietary inclusion of probiotics, prebiotics an synbiotic and evaluating performance of laying hens. *Am. J. Agricul. Biol. Sci.*, v.6, p.249-255, 2011.
- ZITA, L.; LEDVINKA, Z.; TUMUVA, E.; KLESALOVA, L. Technological quality of eggs in relation to the age of laying hens and Japanese quails. *Rev. Bras. Zootec.*, v.41, p.2079-2084, 2012.