

UFRRJ
INSTITUTO DE ZOOTECNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

TESE

**Estudo comparativo da inclusão de aditivos zootécnicos na
ração de codornas japonesas em produção**

Marina Jorge de Lemos

2015



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE ZOOTECNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

**ESTUDO COMPARATIVO DA INCLUSÃO DE ADITIVOS
ZOOTÉCNICOS NA RAÇÃO DE CODORNAS JAPONESAS EM
PRODUÇÃO**

MARINA JORGE DE LEMOS

Sob a Orientação da Professora
Lígia Fátima Lima Calixto

Tese submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Doutor em Ciências** no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Área de Concentração em Produção Animal.

Seropédica, RJ
Dezembro de 2015

636.59

L557e

T

Lemos, Marina Jorge de, 1986-

Estudo comparativo da inclusão de aditivos zootécnicos na ração de codornas japonesas em produção / Marina Jorge de Lemos - 2015.

82 f.: il.

Orientador: Lígia Fátima Lima Calixto.

Tese (doutorado) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Curso de Pós-Graduação em Zootecnia.

Bibliografia: f. 57-70.

1. Codorna japonesa - Alimentação e rações - Teses. 2. Rações - Aditivos - Teses. 3. Antibióticos na nutrição animal - Teses. 4. Ave - Morfologia - Teses. 5. Nutrição animal - Teses. I. Calixto, Lígia Fátima Lima, 1957-. II. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Curso de Pós-Graduação em Zootecnia. III. Título.

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE ZOOTECNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

MARINA JORGE DE LEMOS

Tese submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Doutor em Ciências** no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia área de Concentração em Produção Animal.

TESE APROVADA EM 08/12/2015

Dr. Édison José Fassani
UFLA

Dr. Adolpho Marlon Antoniol de Moura
FIOCRUZ

Dr^a. Karoll Andrea Alfonso Torres
UENF

Dr. Alexandre Herculano Borges de Araujo
UFRRJ

Dr^a. Lígia Fátima Lima Calixto
(Orientadora)

DEDICATÓRIA

*À minha amada e maravilhosa mãe **Regina Célia Jorge** (in memorian), ao meu querido **Dú Lemos Braga** (in memorian) e amados avós **Augusto Braga** (in memorian) e **Mery Braga** por todo amor, amizade, apoio incondicional, dedicação, lealdade, pelos conhecimentos e por serem exemplos muito preciosos na minha vida!!*

*À minha filha já tão amada e querida **Maria Luiza**, amor perfeito!!!!*

AGRADECIMENTOS

À minha mãe **Regina Jorge** (*in memorian*) por ser exemplo de mulher guerreira e verdadeira; e por ter me amado incondicionalmente.

Ao meu pai **Samuel Lemos** pela amizade, dedicação, lealdade e amor, estando presente, como sempre, em todos os momentos da minha vida, inclusive no experimento.

Ao **Thiago Braga** pelo amor, pela amizade maravilhosa, apoio e por ser exemplo de força nas horas mais difíceis.

À minha irmã **Elisa Lemos** pela amizade, apoio, amor e por todos os momentos de descontração e risos.

Aos meus irmãos **Alexandre Paiva** e **Renato Braga** e avós **Maria de Lourdes Jorge**, **Rosa Lemos** pelo apoio, amor, amizade, conselhos e confiança.

Aos meus queridos avós **Augusto Braga** (*in memorian*) e **Mery Braga** (*in memorian*) por ter me acolhido em sua família, pelo amor, carinho, pelas histórias e por ser exemplo de honestidade.

Aos tios **Apolônio Braga** e **Vera Braga** pelo apoio, amizade, amor e dedicação.

Ao **Dú Lemos Braga** (*in memorian*), por ter sido meu companheiro de todas as horas e pelo amor incondicional.

Ao **Logan Lemos Braga** por deixar meus dias mais alegres e coloridos, cheios de amor.

À minha orientadora, **Prof. Dra. Lígia Fátima Lima Calixto** pela confiança, pelos anos de dedicação e aprendizado, amizade e respeito.

À **Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro**, Departamento de Produção Animal, por ter possibilitado a concretização de um sonho.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – **CAPES**, pela concessão da bolsa para estudos.

Às empresas **Cao do Brasil**, **ICC** e **FATEC** pelas doações do caulim, prebiótico e probiótico, respectivamente, utilizados no experimento.

Às amigas **Tatiana Pires** e **Priscila Beligoli** pelo apoio, carinho e amizade durante todos estes anos.

Às amigas e grandes colaboradoras na execução do experimento **Daniele Souza** e **So Yin Nak**, pela dedicação, competência, amizade e pelos risos.

Às amigas e professoras **Elisa Modesto** e **Sabrina Gregio** pelos conselhos, ensinamentos, amizade e por transformar nossa viagem à universidade em algo maravilhoso.

Ao professor **Carlos Augusto** pelos ensinamentos e ajuda na análise financeira.

Aos professores do departamento de Histologia e Embriologia **Aparecida Alves do Nascimento**, **Armando Sales** e **Marcos Antônio José dos Santos**, por mais uma vez confiarem na minha capacidade, pelo apoio, ajuda nas análises, pelos ensinamentos e pela amizade.

À amiga doutoranda **Lia** e ao professor **Marcelo** pela confiança e ajuda nas análises com o MEV.

Ao amigo **Túlio Reis** pela ajuda, conselhos e apoio na escrita.

Ao **centro Integrado de Produção da UFRRJ** pelo fornecimento dos insumos.

Ao **Betinho**, pelo apoio e confiança e aos **Srs. Adilson, Cláudio, Ismael, Roberto, Fabinho e Wilson**, funcionários da UFRRJ e do Setor de Avicultura, por toda a ajuda e amizade durante a condução do experimento.

Aos funcionários da fábrica de ração **Luis e Fernando** pela dedicação, ajuda e pelas conversas cheias de humor.

Aos estagiários **Carlos Alberto, Clara, Thiers, Verônica, Sérgio, Natália, Guilherme** pela dedicação, trabalho e muitos risos.

Aos meus amigos, familiares e a todos que de alguma forma contribuíram para a concretização deste trabalho.

BIOGRAFIA

Marina Jorge de Lemos, nascida em 11 de junho de 1986 na cidade do Rio de Janeiro – RJ / Brasil, filha de Samuel Elias Ferreira de Lemos e Regina Celia Jorge. Em maio de 2005 ingressou na Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro – UFRRJ, graduando-se em Zootecnia em dezembro de 2009. Em março de 2010 ingressou no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia na mesma instituição, obtendo o título de “Mestre em Ciências”, área de concentração Produção de Monogástricos, em 27 de fevereiro de 2012. Em março do mesmo ano deu continuidade no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, cursando o Doutorado, área de concentração Produção e Nutrição de Monogástricos.

RESUMO

LEMOS, Marina Jorge. **Estudo comparativo da inclusão de aditivos zootécnicos na ração de codornas japonesas em produção**. 2015. 82p. Tese (Doutorado em Zootecnia). Instituto de Zootecnia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2015.

Foi conduzido um experimento com o objetivo de avaliar a morfologia intestinal, o desempenho, a qualidade dos ovos e análise da viabilidade financeira da inclusão de diferentes aditivos na ração durante todo o período produtivo de codornas japonesas. Foram utilizadas 360 codornas distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado em esquema de parcela subdividida no tempo (de 9 até 23 semanas de idade e de 24 até 39 semanas de idade) com cinco tratamentos e oito repetições de nove aves cada. Os tratamentos utilizados foram: controle, antibiótico, prebiótico, probiótico e simbiótico. A morfologia intestinal foi avaliada através da altura e largura e proporção largura/altura das vilosidades, profundidade de cripta e relação vilo: cripta; o desempenho pelo consumo de ração, produção de ovos, peso médio dos ovos, conversão alimentar (kg/kg e kg/dúzia), massa dos ovos e viabilidade; a qualidade de ovos pela unidade Haugh, índice de gema, porcentagem dos componentes do ovo, espessura de casca medida pelo micrômetro e pelo microscópio eletrônico de varredura (MEV); a análise financeira foi computada pela taxa interna de retorno, valor presente líquido e benefício custo. A inclusão dos aditivos na ração aumentou a altura e largura das vilosidades, diminuiu a profundidade de cripta e aumentou a relação vilo:cripta em comparação com o controle. A inclusão dos aditivos reduziu o consumo de ração nos dois períodos de produção das codornas em comparação com o controle. Durante todo o período produtivo, o consumo foi menor após inclusão de antibiótico e simbiótico na ração. A produção de ovos, o peso médio dos ovos, a massa de ovos e a conversão alimentar (kg/kg e kg/dúzia) foram melhores nas codornas alimentadas com os aditivos nos dois períodos de produção. O fornecimento dos aditivos no período de 24 até 39 semanas de idade aumentou a unidade Haugh dos ovos em relação ao controle. A inclusão dos aditivos na ração aumentou a porcentagem de gema e de casca, e melhorou a espessura da casca avaliada pelo micrômetro e das membranas da casca em comparação com o controle nos dois períodos de produção. A espessura da casca (MEV) e da camada paliçada da casca foi melhor após inclusão de antibiótico e simbiótico na ração no período de 24 até 39 semanas de idade. A análise financeira mostrou os melhores valores nos tratamentos que utilizaram antibiótico e simbiótico. A inclusão de antibiótico, probiótico, prebiótico e simbiótico na ração melhora o desempenho e a qualidade dos ovos durante toda a fase produtiva de codornas japonesas, sendo esse efeito potencializado quando as aves recebem os aditivos no primeiro período produtivo. A inclusão de antibiótico e simbiótico é mais eficaz que a inclusão dos outros aditivos na redução do consumo de ração em todo período produtivo e em melhorar a espessura da casca durante o segundo período produtivo. A integridade intestinal das codornas japonesas melhora após a inclusão dos aditivos testados. A análise financeira demonstrou ser mais viável a inclusão de antibiótico ou de simbiótico na ração das codornas japonesas em comparação com os outros aditivos estudados.

Palavras-chave: Antibiótico. Morfologia intestinal. Simbiótico.

ABSTRACT

LEMOS, Marina Jorge. **Comparative study of the inclusion of zootechnical additives in the feed of Japanese quails in production.** 2015. 82p. Thesis (Doctorate in Animal Science). Institute of Animal Science, Federal Rural University of Rio de Janeiro, Seropédica, RJ 2015.

An experiment was conducted in order to evaluate the intestinal morphology, performance, egg quality and analysis of the financial feasibility of including various additives in feed during the whole production period of Japanese quails. 360 quails were distributed in a completely randomized design in a time split plot scheme (9 to 23 weeks of age and 24 to 39 weeks old) with five treatments and eight repetitions of nine birds each. The used treatments were: control, antibiotic, prebiotic, probiotic and synbiotic. The intestinal morphology was evaluated by the height and width and width/height ratio of the villus, crypt depth and villus/crypt ratio; performance, by the feed intake, egg production, egg weight average, feed conversion (kg / kg and kg / dozen), egg mass and viability; egg quality, by the Haugh unit, yolk index, percentage of egg components, shell thickness measured by the micrometer and the scanning electron microscope (SEM); financial analysis was computed by the internal rate of return, net present value and cost benefit. The inclusion of additives in the feed increased the height and width of the villi, decreased crypt depth and increased villous / crypt ratio compared to the control. The inclusion of the additives reduced the feed intake in the two periods of production of the quails in comparison with the control. Throughout the production period, consumption was lower after inclusion of antibiotic and synbiotic in the feed. Egg production, egg weight average, egg mass and feed conversion (kg / kg and kg / dozen) were improved in the quails fed with additives in the two periods of production. The supply of additives within 24 to 39 weeks of age increased the Haugh unit of the eggs compared to the control. The inclusion of additives in the feed increased the yolk and shell percentage, and improved shell and membrane thickness measured by the micrometer compared to the control in both periods of production. The shell thickness (SEM) and the shell palisade layer were improved after inclusion of antibiotic and synbiotic in the feed within 24 to 39 weeks of age. The financial analysis showed best values in the treatments that used antibiotics and synbiotic. The inclusion of antibiotics, probiotic, prebiotic and synbiotic in the feed improves performance and egg quality throughout the production phase of Japanese quails, and these improvements increase effects when the birds receive the additives in the first productive period. The inclusion of antibiotics and synbiotic is more effective than the inclusion of the other additives in reducing food intake throughout the production period and improving shell thickness during the second production period. Intestinal integrity of Japanese quails improved after the inclusion of the tested additives. The financial analysis proved to be more viable to include antibiotic or synbiotic in the feed of Japanese quails in comparison to the other studied additives.

Keywords: Antibiotic. Intestinal morphology. Synbiotic.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Composição média de nutrientes em 100 gramas de ovo inteiro cru de galinha e codorna.....	04
Tabela 2	Proporções das diferentes partes de um ovo de galinha e de codorna.....	05
Tabela 3	Espessura média da membrana da casca e das camadas que compõem os ovos de galinhas e de codornas.....	08
Tabela 4	Lista de antibióticos utilizados como melhoradores de desempenho permitidos no Brasil.....	13
Tabela 5	Composição percentual e calculada da dieta referência experimental para codornas japonesas na fase de produção.....	23
Tabela 6	Morfologia dos segmentos intestinais de codornas japonesas alimentadas com rações contendo aditivos na fase de produção (9 até 39 semanas de idade).....	33
Tabela 7	Desempenho de codornas japonesas alimentadas com rações suplementadas com diferentes aditivos em dois períodos durante a fase de produção.....	37
Tabela 8	Qualidade interna de ovos de codornas japonesas alimentadas com rações suplementadas com diferentes aditivos em dois períodos durante a fase de produção.....	44
Tabela 9	Qualidade da casca de ovos de codornas japonesas alimentadas com rações suplementadas com diferentes aditivos em dois períodos durante a fase de produção.....	48
Tabela 10	Análise financeira da utilização de diferentes aditivos na ração das codornas japonesas durante todo o período de produção (9 a 39 semanas de idade).....	55

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Evolução do consumo per capita anual de ovos de codorna.....	03
Figura 2	Desenho esquemático de corte transversal da casca do ovo de galinha.....	06
Figura 3	Fotomicrografia das camadas da casca do ovo (A - ovo de codorna; B - ovo de galinha) por meio de microscopia eletrônica de varredura (MEV). A: Camadas mamilar, paliçada, cutícula e membranas da casca com aumento de 400x.....	06
Figura 4	Fotomicrografia das membranas da casca do ovo de codorna por meio de microscopia eletrônica de varredura (MEV) com aumento de 400x.....	08
Figura 5	Fotomicrografia da cutícula da casca do ovo de codorna por meio de microscopia eletrônica de varredura (MEV) com aumento de 800x (A) e 600x (B).....	09
Figura 6	A: Desenho esquemático mostrando a morfologia intestinal (duodeno) de galinhas; B: fotomicrografia mostrando a morfologia intestinal (duodeno) de codornas.....	11
Figura 7	Ilustração da ligação do MOS à bactéria patogênica impedindo sua ligação à célula intestinal.....	15
Figura 8	Ilustração da competição entre as bactérias patogênicas e benéficas (não patogênicas) por nutrientes. As não patogênicas têm maior poder de competição, colonizando melhor o intestino.....	16
Figura 9	Ilustração de bactérias benéficas (não patogênicas) atuando como antígenos potencializando a resposta imunológica no hospedeiro; os patógenos são então repelidos pelos receptores nas células intestinais.....	17
Figura 10	Galpão experimental: A - vista frontal externa; B - vista lateral externa; C - vista interna.....	22
Figura 11	Determinação da altura do albúmen denso com micrômetro tripé adaptado.....	25
Figura 12	Determinação da largura da gema com paquímetro digital.....	26
Figura 13	Determinação da espessura da casca com auxílio do micrômetro digital de pressão Mytutoyo.....	26
Figura 14	Fragmentos da casca de ovos de codorna montados no stub de alumínio.....	27
Figura 15	MEV e Stub com fragmentos da casca sendo acoplado ao MEV.....	28

Figura 16	Fotomicrografia dos fragmentos de casca por meio de microscopia eletrônica de varredura em aumento de 25x.....	28
Figura 17	Ilustração do software Image J que auxiliou nas medições da casca.....	29
Figura 18	Coleta do material intestinal.....	29
Figura 19	Ilustração da mensuração das vilosidades (A - Altura e L - Largura) e criptas (C) intestinais de codornas japonesas com a utilização do software Image J.....	30
Figura 20	Fotomicrografia das vilosidades intestinais (duodeno) das codornas japonesas alimentadas com diferentes aditivos (A - controle; B - antibiótico; C - prebiótico; D - probiótico; E - simbiótico).....	35
Figura 21	Consumo de ração das codornas japonesas alimentadas com diferentes aditivos em dois períodos na fase de produção.....	39
Figura 22	Produção de ovos de codorna japonesa alimentadas com diferentes aditivos em dois períodos na fase de produção.....	40
Figura 23	Peso médio de ovos de codorna japonesa alimentadas com diferentes aditivos em dois períodos na fase de produção.....	41
Figura 24	Massa de ovos de codorna japonesa alimentadas com diferentes aditivos em dois períodos na fase de produção.....	42
Figura 25	Conversão alimentar por dúzia de ovos de codorna japonesa alimentadas com diferentes aditivos em dois períodos na fase de produção.....	43
Figura 26	Conversão alimentar por massa de ovos de codorna japonesa alimentadas com diferentes aditivos em dois períodos na fase de produção.....	44
Figura 27	Unidade Haugh de ovos de codornas japonesas alimentadas com diferentes aditivos em dois períodos na fase de produção.....	46
Figura 28	Porcentagem de gema de ovos de codorna japonesa alimentadas com diferentes aditivos em dois períodos na fase de produção.....	47
Figura 29	Porcentagem de casca de ovos de codorna japonesa alimentadas com diferentes aditivos em dois períodos na fase de produção.....	49
Figura 30	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.....	52

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	01
2 REVISÃO DE LITERATURA	02
2.1 Produção da Codorna Japonesa no Brasil.....	02
2.1.1 Histórico e características das codornas.....	02
2.1.2 Composição, estrutura e qualidade física dos ovos de codorna.....	04
2.2 Morfologia Intestinal das Aves.....	10
2.3 Aditivos Zootécnicos.....	12
2.3.1 Antibiótico melhorador de desempenho.....	12
2.3.2 Prebiótico.....	14
2.3.3 Probiótico.....	15
2.3.4 Simbiótico.....	17
2.3.5 Efeito dos aditivos zootécnicos sobre as aves de postura.....	18
3 MATERIAL E MÉTODOS	21
3.1 Local e Período Experimental.....	21
3.2 Animais e Delineamento Experimental.....	22
3.3 Tratamentos.....	22
3.4 Manejo Experimental.....	24
3.5 Variáveis Avaliadas.....	24
3.6 Análise Estatística.....	31
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	33
4.1 Morfologia Intestinal.....	33
4.2 Desempenho.....	36
4.3 Qualidade dos Ovos.....	44
4.4 Análise Financeira.....	55
5. CONCLUSÕES	56
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	57

1 INTRODUÇÃO

A produção de ovos é a principal finalidade da criação de codornas no Brasil, onde o consumo de ovos de codorna cresceu 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 & ANTUNES, 2015). O aumento da produção impulsionou o consumo e foi refletido no preço do produto, tornando-o mais acessível às diferentes classes sociais, e difundido, pelas mudanças nos hábitos alimentares dos brasileiros, que com a vida mais corrida e dispendiosa de uma maior renda, adquiriram o hábito de se alimentar com maior frequência fora de casa, principalmente em restaurantes e redes de self-service, onde a oferta desse tipo de produto tem sido cada vez mais frequente (MARINHO, 2011; MARQUES & ANTUNES, 2015).

Segundo dados publicados pelo IBGE (2014), o efetivo de codornas em 2014 foi de 20.34 milhões de cabeças e a produção de ovos foi equivalente a 392.73 milhões de dúzias, apresentando aumento de 14,7% em relação ao registrado em 2013. Esse crescimento foi decorrente do uso de novas tecnologias, experiência da avicultura de postura já consolidada em termos de produção e comercialização e devido aos investimentos nas áreas de sanidade, técnicas de manejo, melhoramento genético e nutrição.

A incorporação de aditivos às rações avícolas tem se tornado uma das alternativas que tem contribuído para os avanços ocorridos na área de nutrição, sendo os antibióticos utilizados como aditivos melhoradores de desempenho responsáveis pelos altos índices de produtividade em frangos de corte.

Na avicultura de postura, o impacto positivo dos melhoradores de desempenho tem priorizado a redução dos efeitos deletérios provocados pelas condições extremas de estresse impostas pelos longos períodos produtivos e pelo desconforto das instalações das poedeiras, condições que se agravam na coturnicultura de postura, visto que codornas são aves mais facilmente estressáveis que as galinhas, em virtude do seu comportamento agitado e nervoso, que afeta o seu bem-estar, compromete a saúde intestinal, desencadeando quedas no desempenho, na qualidade dos ovos, especialmente da casca cuja piora se acentua consideravelmente nas fases finais do ciclo produtivo, forçando o produtor a acelerar o descarte do lote.

Com o banimento progressivo da utilização dos antibióticos como melhoradores de desempenho em muitos países, a indústria avícola vem intensificando pesquisas utilizando substâncias alternativas, tais como prebióticos, probióticos e simbióticos. O uso dessas substâncias alternativas já é realidade no Brasil, e diferentes respostas sobre a utilização de probióticos, prebióticos e simbióticos tem sido relatados para aves de postura, embora, faltem dados sobre seus efeitos na Coturnicultura de postura, além de informações sobre a vantagem zootécnica da utilização desses aditivos durante toda a fase produtiva dessas aves, especialmente nas fases finais em que o peso dos ovos aumenta e piora a espessura da casca.

Neste contexto, a investigação sobre qual a melhor fase para utilização de aditivos zootécnicos na produção de ovos de codorna e qual o melhor tipo de aditivo em cada fase motivou a idealização desse estudo que avaliou a morfologia intestinal, o desempenho, a qualidade dos ovos e análise da viabilidade financeira da inclusão dos aditivos antibiótico, prebiótico, probiótico e simbiótico na ração durante todo o período produtivo de codornas japonesas.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Produção da Codorna Japonesa no Brasil

2.1.1 Histórico e características das codornas

A codorna é uma ave originária do norte da África, da Europa e da Ásia. Pertence à ordem dos Galináceos; família dos Fasianídeos (*Fasianidae*), onde se incluem também a galinha e a perdiz (PINTO et al. 2002). Foi criada primariamente na China e Coréia e posteriormente no Japão por pessoas que admiravam seu canto. No início do século XIX japoneses iniciaram estudos e cruzamentos entre codornas advindas da Europa e espécies selvagens, obtendo-se assim, um tipo domesticado que foi chamado de *Coturnix coturnix japonica* ou codorna japonesa, e a partir de então deu-se o início de sua exploração (REIS, 1980; PASTORE et al., 2012).

No Brasil, a codorna japonesa foi introduzida pelos imigrantes europeus e japoneses (MARINHO, 2011). Sua atividade vem apresentando crescimento intenso ao longo dos anos. Segundo dados da última publicação do IBGE, o efetivo de codornas em 2014 foi de 20.34 milhões de unidades e a produção de ovos foi equivalente a 392.73 milhões de dúzias, apresentando aumento de 14,7% em relação ao registrado em 2013 (IBGE, 2014). Independentemente da finalidade (corte e ovos), a região sudeste é a maior produtora nacional de codornas, e participa com 78,2% de codornas alojadas e 82,7% de ovos produzidos, sendo São Paulo o estado mais importante (IBGE, 2014).

As regiões de maior produção de ovos de codorna, também são pólos tradicionais na produção de ovos de galinhas. Estes produtores viram a possibilidade de investir na coturnicultura, como forma de diversificar a produção de ovos ou como uma nova área em expansão a ser aproveitada, com baixos custos de investimento. Além disso, a comercialização e produção de ovos de codorna são facilitadas, devido ao investimento já existente para a cadeia dos ovos de galinha, nessas regiões (PASTORE et al., 2012). O desenvolvimento de equipamentos automáticos específicos para esse tipo de criação também foi um outro fator importante para a evolução da coturnicultura no Brasil (MARQUES & ANTUNES, 2015).

Fora do Brasil, os ovos de codorna têm sido amplamente comercializados nos mercados japoneses e em alguns países ocidentais. São geralmente vendidos como ovos cozidos embalados em recipientes em conserva de salmoura. No Brasil, o crescimento constante do consumo de ovos de codorna (Figura 1) pode estar relacionado a fatores como: aumento da produção, que reflete no preço do produto, tornando-o mais acessível às diferentes classes sociais; melhor conhecimento da qualidade do produto; hábitos alimentares dos brasileiros, que vêm mudando nos últimos anos, com a vida mais corrida e dispondo de uma maior renda, as pessoas adquiriram o hábito de se alimentar com maior frequência fora de casa, principalmente em restaurantes e redes de self-service, onde a oferta desse tipo de produto é cada vez mais frequente, acompanhando as saladas em restaurantes e churrascarias, impulsionando o consumo, que atualmente é de 27 ovos de codorna/habitante/ano (MARINHO, 2011; PASTORE et al., 2012; FIGUEIREDO, 2013; MARQUES & ANTUNES, 2015).

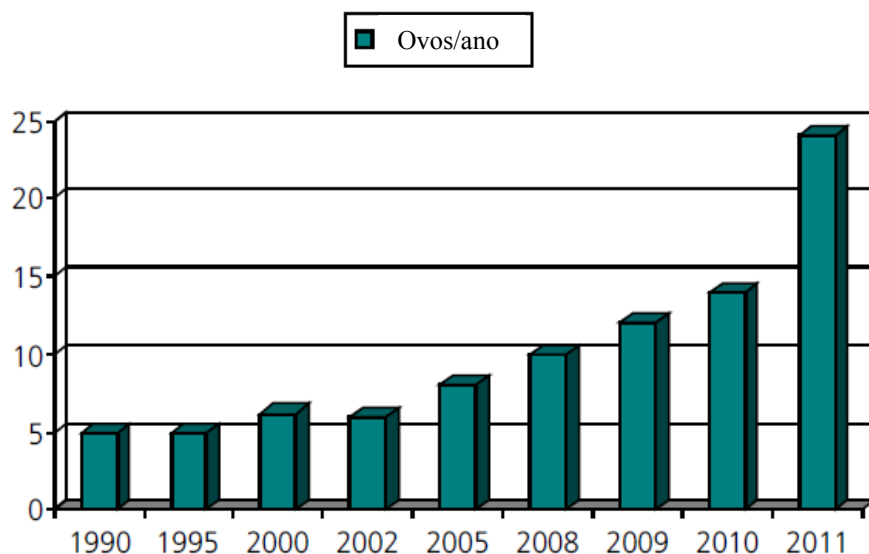


Figura 1 - Evolução do consumo per capita anual de ovos de codorna. Fonte: Bertechini, 2012.

A comercialização de ovos de codorna no Brasil ocorre na forma *in natura* ou processada industrialmente. Este último agrega valor econômico, facilita o transporte e armazenamento, proporciona praticidade ao consumidor e o torna mais seguro para consumo comparado com o ovo *in natura* (fresco). Além disso, prolonga a vida de prateleira do produto (enquanto o ovo “*in natura*” apresenta cerca de 15 dias de validade, o ovo em conserva apresenta 30 dias) (DIAS et al. 2008; WIERMANN et al. 2015).

Com o objetivo de impulsionar a cadeia de ovos de codorna, as indústrias investiram na produção de ovos em conserva, e a popularização do ovo de codorna abriu o acesso do produto processado em todos os segmentos no setor alimentício no Brasil (BERTECHINI, 2012). Os ovos em conserva são um produto que possui boa aceitação no mercado, eles são cozidos, descascados e colocados em conserva à base de salmoura e de vinagre. O processamento aumenta o valor agregado do ovo de codorna, resultando em maior margem de lucro. As conservas são vendidas em frascos de vidro, plástico ou de outro material com higienização perfeita. O uso de conservas permite distribuição geográfica mais ampla do produto (SCHOFFEN-ENKE et al., 2005). Cerca de 43% dos ovos de codorna consumidos no Brasil são comercializados em conserva, 56% *in natura* e apenas 1% de outras formas de consumo (BERTECHINI, 2013).

O Brasil ainda não exporta ovos de codorna, mas possui grande potencial nesse setor, principalmente para o Japão, que é um grande importador de ovos de codorna, mas muito exigente quanto ao produto que deve ser embalado em lata, pois conserva melhor a qualidade e a aparência dos ovos, ao ser acondicionado no vidro (principal embalagem utilizada nos ovos em conserva no Brasil) o ovo fica susceptível a incidência de raios solares o que deixa o ovo com cor esbranquiçada, característica rejeitada pelo povo japonês (MARQUES & ANTUNES, 2015). De acordo com os mesmos autores, para poder exportar ovos de codorna, as empresas brasileiras devem passar por algumas mudanças, mas como ainda há muito que explorar no mercado interno nenhuma empresa se propôs a dar esse passo.

As codornas japonesas, especializadas em produção de ovos, possuem características de rápido crescimento, atingindo o dobro do seu peso inicial (7,5 a 9,0 g) em apenas quatro dias, aos oito dias triplicam o seu peso e aos 28 dias apresentam 10 vezes o seu peso inicial; possuem maturidade sexual precoce, iniciando a postura aos 40-42 dias de idade (MURAKAMI & ARIKI, 1998; TEIXEIRA, 2010); alta produtividade (média de 300 ovos/ano/ave); alta longevidade em produção (14 a 18 meses); baixo investimento e, conseqüentemente, rápido retorno financeiro (PINTO et al., 2002).

2.1.2 Composição, estrutura e qualidade física dos ovos de codorna

O peso dos ovos de codorna gira em torno de 10 a 15 g e pode variar em função da alimentação, temperatura ambiente e a idade da codorna. O ovo representa 6% do peso corporal em codornas e 3% em galinhas (ALBINO & BARRETO, 2003).

No que se referem aos componentes químicos, os ovos de codorna são ricos em proteínas, gorduras e minerais, tais como nitrogênio, carbono, cálcio, fósforo, potássio, sódio, ferro, manganês e enxofre, além de também serem bons fornecedores de açúcares e vitaminas. As vitaminas presentes no ovo de codorna são: A, D, E, H e vitaminas do complexo B. As proteínas dos ovos de codorna, como nos ovos de galinha também são consideradas de alta qualidade já que são ricas em aminoácidos essenciais (VIEIRA, 1988; SEIBEL et al., 2010). As proteínas que se destacam no albúmen dos ovos de codorna são a ovoalbumina (80%), a ovomucóide (10%), a ovomucina (7%) e a ovoglobina (3%) (BAUNGARTNER, 1994).

A composição nutricional de ovos inteiros de galinha e de codornas está apresentada na Tabela 1 (TACO, 2011).

Tabela 1 - Composição média de nutrientes em 100 gramas de ovo inteiro cru de galinha e de codorna.

Composição	Ovo de Galinha	Ovo de Codorna
Umidade (%)	75,6	71,7
Energia (kcal)	143	177
Proteína (g)	13	13,7
Lipídeos (g)	8,9	12,7
Colesterol (mg)	356	568
Ácidos graxos saturados (g)	2,6	8,9
Ácidos graxos monoinsaturados (g)	3,6	12,1
Ácidos graxos poliinsaturados (g)	1,2	2,7
Carboidratos (g)	1,6	0,8
Cálcio (mg)	42	79
Magnésio (mg)	13	11
Fósforo (mg)	164	279
Ferro (mg)	1,6	3,3
Sódio (mg)	168	129
Tiamina (vitamina B1) (mg)	0,07	0,11
Riboflavina (vitamina B2) (mg)	0,58	0,12
Niacina (vitamina B3) (mg)	0,75	0,97

Fonte: Tabela brasileira de composição de alimentos - TACO (2011)

Os ovos de codorna, como os de galinha, são compostos de gema, albúmen e casca (Tabela 2). A gema do ovo de codorna representa cerca de 31 a 37% do peso total do ovo e determina em grande parte o valor nutritivo do ovo como um todo, possui em sua constituição entorno de 48% de água, cerca de 19% de proteína e 30% de lipídio. Devido a sua composição, cerca de 78% das calorias do ovo são fornecidas por ela, além de toda a gordura, metade das proteínas e riboflavina, todo o cálcio, além de ferro, zinco, vitamina A, B6, B12, ácido fólico, ácido pantotênico e tiamina do ovo estão concentrados na gema (PANDA & SINGH, 1990; LÁZARO, 2005; SALAWU et al., 2007; SARCINELLI et al., 2007; OLIVEIRA & OLIVEIRA, 2013).

Tabela 2 - Proporções das diferentes partes de um ovo de galinha e de codorna.

Partes	Peso médio (g)		Porcentagem de peso (%)		Limites (%)	
	Galinha	Codorna	Galinha	Codorna	Galinha	Codorna
Casca	5,5	0,94	9,2	8,5	8,5 - 10,5	7,0 - 10,0
Albúmen	37,0	6,21	61,7	56,5	57,0 - 65,0	53,5 - 59,5
Gema	17,5	3,85	29,1	35,0	25,0 - 33,0	31,0 - 37,0
Total	60,0	11,0	100,0	100,0		

Fonte: Adaptado de Panda & Singh (1990); Albino & Barreto (2003); Genchev (2012); Salawu et al. (2007); Oliveira & Oliveira (2013)

O albúmen do ovo de codorna representa em média 56,5% do peso total do ovo e é composto basicamente de um complexo de proteínas (10%) e água, com traços de minerais, lipídios e carboidratos (LÁZARO, 2005).

De acordo com GENCHEV (2012) 99% da casca dos ovos de codorna é composta por cálcio, representando cerca de 7 a 10% do peso total do ovo. A porcentagem de casca dos ovos de codorna é considerada uma das menores porcentagens de casca em comparação com ovos de outras espécies de aves, como a galinha (TOLIK et al., 2014).

A casca do ovo de galinha resulta de uma deposição sequencial de fração orgânica (3,5%) e mineral (96,5%). Seu principal componente é a calcita, uma das três formas de carbonato de cálcio (PARSONS, 1982; NYS et al., 1999) e a maior parte da casca é constituída por uma matriz orgânica de fibras de proteína e de cálcio, numa proporção de 1:50 (OLIVEIRA & OLIVEIRA, 2013). A porção orgânica da casca consiste nas membranas da casca, nos sítios mamilares de nucleação e na cutícula. A porção mineral é composta pela camada mamilar, camada paliçada e camada de cristal vertical (SOLOMON, 2010; HINCKE et al., 2012). A Figura 2 representa o desenho esquemático de corte transversal da casca do ovo de galinha evidenciando suas camadas. A Figura 3 ilustra fotomicrografias das camadas das cascas de ovos de codorna e de galinha.

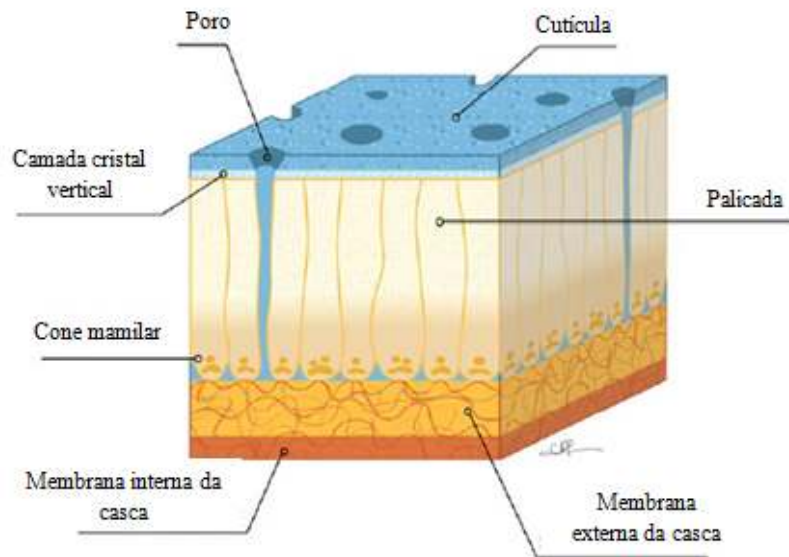
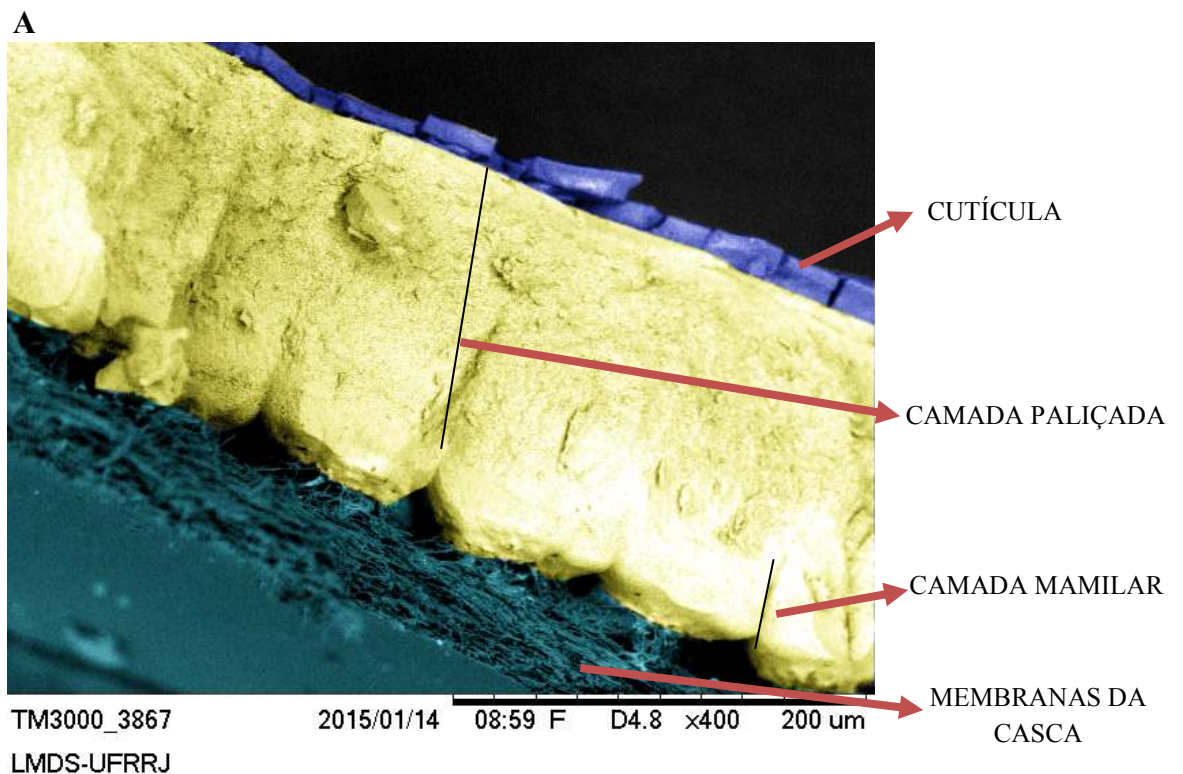


Figura 2 - Desenho esquemático de corte transversal da casca do ovo de galinha. Fonte: Hincke et al. (2012)



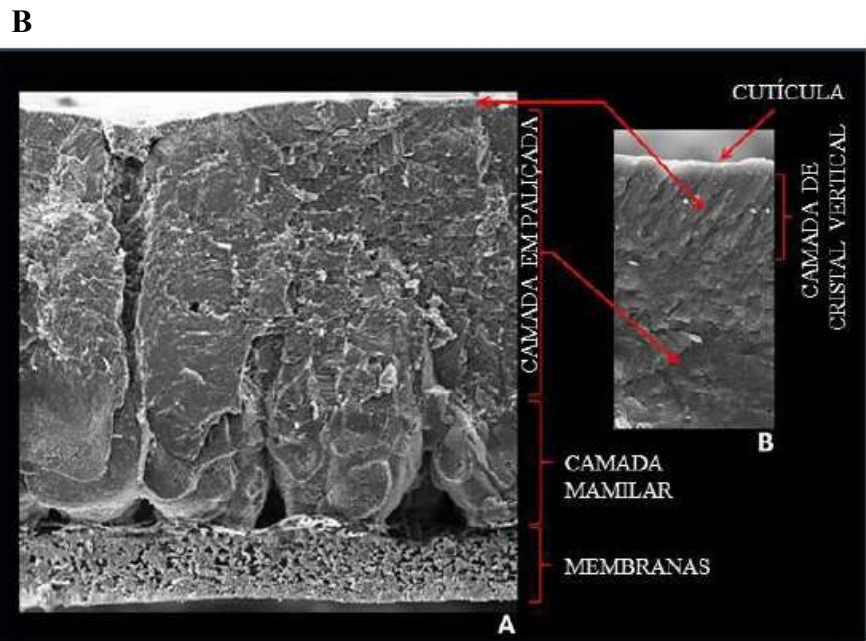


Figura 3 - Fotomicrografia das camadas da casca do ovo (A - ovo de codorna; B - ovo de galinha) por meio de microscopia eletrônica de varredura (MEV). A: Camadas mamilar, paliçada, cutícula e membranas da casca com aumento de 400x. Fonte: acervo pessoal; B: Camadas mamilar, paliçada, cutícula e membranas da casca com aumento de 200x. Fonte: Barbosa et al. (2012)

A camada mamilar da casca é formada através da deposição de carbonato de cálcio na forma de calcita a partir das membranas da casca e correspondem ao local de remoção de cálcio pelo embrião (PANHELEUX et al., 1999; CHIEN et al., 2009; HINCKE et al., 2012). De acordo com a literatura a camada mamilar possui grande importância, pois sua densidade confere característica de resistência à casca (HUNTON, 1995), quando ocorrem quebras na casca, geralmente o início se dá nesta camada (BAIN, 1992).

A camada paliçada da casca estende-se além da base da camada mamilar terminando alinhada perpendicularmente a superfície da casca numa fina camada de cristal vertical (PARSONS, 1982; PERSSON, 2009; SOLOMON, 2010). Khatar et al. (1997) e Summers (2001) demonstraram que a resistência da casca está diretamente relacionada com a espessura da casca e como a camada paliçada compreende cerca de dois terços da porção calcificada da casca, alterações na espessura da mesma poderiam afetar a resistência da casca.

A casca dos ovos das codornas é mais fina (Tabela 3) que dos ovos de galinhas de acordo com Shanaway (1994) e por esse motivo, julgando pela espessura, Fletcher et al. (1983) postularam que ovos de codorna possuem pior qualidade de casca do que ovos de galinha, mas a espessura das membranas da casca em relação ao volume total da casca nos ovos das codornas é bem maior em comparação à dos ovos das galinhas, de modo que, em ovos de codorna, as membranas da casca (Figura 4) representam entorno de 21% da espessura total da casca enquanto nos ovos de galinha, representam 11% da espessura total da casca (BARBOSA et al., 2012; SANTOS et al., 2015). A espessura das membranas da casca declina com o avanço da idade da ave variando de 40 a 81 μm nas galinhas (BRITTON, 1977; ITO et al., 1999; BARBOSA et al., 2012) e de 33 a 55 μm nas codornas (ITO et al., 1999; SANTOS et al., 2015).

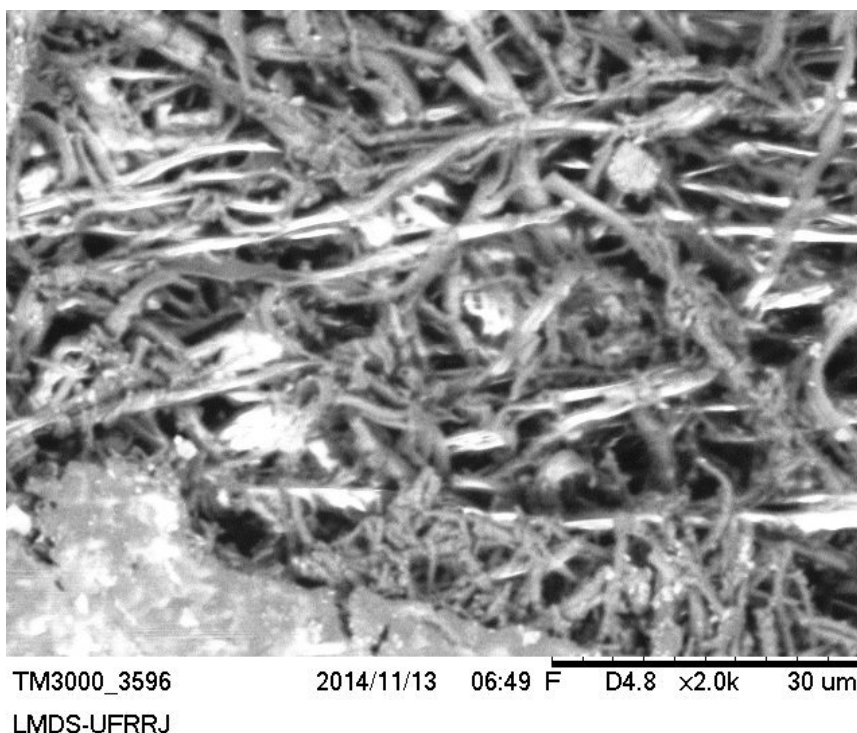


Figura 4 - Fotomicrografia das membranas da casca do ovo de codorna por meio de microscopia eletrônica de varredura (MEV) com aumento de 400x. Fonte: Acervo pessoal.

Tabela 3 - Espessura média da membrana da casca e das camadas que compõem os ovos de galinhas e de codornas

	Galinha	Codorna
Casca total (μm)	430	185
Paliçada (μm)	264	126
Mamilar (μm)	121	35
Membranas da casca (μm)	53	36

Fonte: Adaptado de Barbosa et al. (2012) e Santos et al. (2015)

A porcentagem de casca dos ovos de galinha e de codorna se comporta de forma diferente com a idade, enquanto é observada uma diminuição na porcentagem de casca nos ovos de galinhas mais velhas, nos ovos de codorna esta porcentagem aumenta, sendo que a espessura da casca em ambas as espécies diminui com a idade (NAZLIGUL et al., 2001; ZITA et al., 2009; ZITA et al., 2012).

A cutícula (Figura 5) é a última das camadas do ovo. Ela possui duas camadas, uma adjacente à casca e outra mais externa, e é composta basicamente de proteínas. Logo após a postura, a cutícula se desidrata, preenchendo e bloqueando a maioria dos poros da casca (PEEBLES & BRAKE, 1985; SOLOMON, 2010; ROSE-MARTEL et al., 2012).

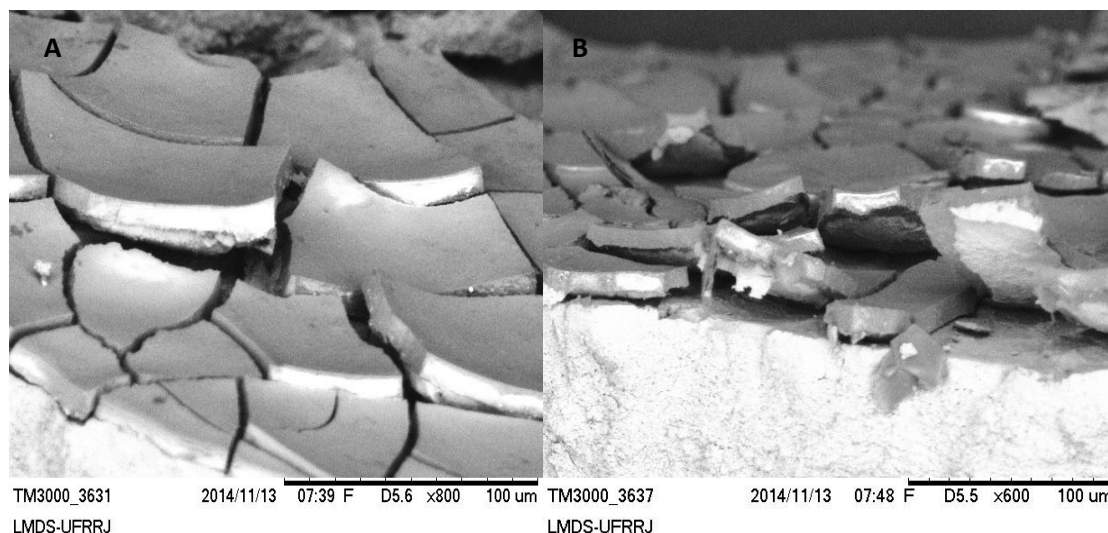


Figura 5 - Fotomicrografia da cutícula da casca do ovo de codorna por meio de microscopia eletrônica de varredura (MEV) com aumento de 800x (A) e 600x (B).
Fonte: Acervo pessoal.

A produção de ovos com uma boa qualidade é imprescindível para a viabilidade da atividade avícola de postura (ROBERTS, 2004; RUIVO, 2013). Para o consumidor, a qualidade relaciona-se com o prazo de validade do produto e com as características sensoriais, como a cor da gema e da casca (ALLEONI & ANTUNES, 2001). Para os produtores, a qualidade relaciona-se com: percentagem de ovos partidos e sujos, tamanho, peso e massa do ovo, espessura da casca, ausência de defeitos e manchas de sangue. Para a indústria processadora, a qualidade relaciona-se com: facilidade de retirar a casca e separar os componentes do ovo (sem contaminação, especialmente do albúmen), propriedades funcionais e cor da gema (ALLEONI & ANTUNES, 2001; MAGALHÃES, 2007; VIDAL, 2009; GARCÍA, 2010; GARCIA et al., 2010). Os ovos de codorna destinados ao processamento industrial são comercializados por quilo, devido a essa condição a categoria peso do ovo assume grande importância quando sua comercialização é realizada na forma de conserva, sendo que esses ovos devem ser maiores e mais pesados quando comparados com os ovos in natura (WIERMANN et al., 2015).

Como medidas de qualidade interna são consideradas como parâmetros a qualidade da gema, avaliada pelo índice de gema e a qualidade do albúmen medida pela unidade Haugh. Os métodos mais utilizados para avaliar a qualidade da casca são a espessura e o peso da casca, a porcentagem da casca em relação ao peso do ovo, a resistência da casca e o peso específico do ovo (STADELMAN & COTTERILL, 1995; MAGALHÃES, 2007; GARCÍA, 2010). A visualização da ultra-estrutura da casca utilizando microscópio eletrônico de varredura (MEV) tem sido um método recente de avaliação da qualidade da casca dos ovos. Esse método permite medir a espessura das camadas que compõem a casca (STEFANELO, 2012). Enquanto o método para avaliar a espessura da casca utilizando micrômetro é realizado de forma manual e está sujeito a erros, a metodologia com MEV é bastante precisa quanto ao fornecimento de informações relevantes sobre a composição e qualidade da casca (EMARA, 2008), como evidenciado nos trabalhos que têm sido realizados com cascas de ovos de galinhas e codornas (YOSHIZAKI & SAITO, 2002; BARBOSA et al., 2012; RODRÍGUES-NAVARRO et al., 2013; HASSAN et al., 2013; SANTOS et al., 2015). Porém, este

método não possui ampla utilização, em função da sua metodologia mais complexa e do seu elevado custo (STEFANELO, 2012).

Os métodos utilizados para a quantificação da qualidade dos ovos de codornas são semelhantes aos das galinhas. Na legislação para ovos de consumo, regulamentada pelo MAPA, não há menção sobre qualidade de ovos de codorna, sendo os parâmetros específicos para ovos de galinha. Por isso os parâmetros de qualidade de ovos de codorna se baseiam nos preconizados para ovos de galinha (NEPOMUCENO et al., 2014).

A qualidade dos ovos pode ser afetada por diversos fatores, entre eles a idade da ave de postura (NOWACZEWSKI et al., 2010; ZITA et al., 2012). Em codornas, assim como ocorre com galinhas, o peso dos ovos aumenta com o envelhecimento da ave (ZITA et al., 2009; ZITA et al., 2012). Este aumento no peso dos ovos é acompanhado pelo aumento na porcentagem de gema e diminuição na porcentagem de albúmen (NAZLIGUL et al., 2001; ZITA et al., 2009; ZITA et al., 2012). De acordo com Fletcher et al. (1983) e Zita et al. (2012) ovos produzidos por codornas velhas possuem um aumento mais acentuado na porcentagem de gema e diminuição mais acentuada na porcentagem de albúmen do que ovos produzidos por galinhas velhas.

2.2 Morfologia Intestinal das Aves

A sobrevivência e o bom desempenho das aves dependem da adequada obtenção de energia e compostos químicos pelo organismo. Para que isso ocorra é necessário que o trato digestório das aves apresente características estruturais funcionais desde a ingestão dos alimentos até a sua absorção (BARRETO, 2007; SANTOS, 2011). Os processos de absorção dos nutrientes são totalmente dependentes dos mecanismos que ocorrem na mucosa intestinal, portanto a integridade de suas células precisa ser mantida (MACARI & MAIORKA, 2000; SANTOS, 2010). De acordo com Ito et al. (2004) a ausência de doenças ou fatores que possam lesar ou causar inflamação do trato intestinal ou mesmo induzir o comprometimento da sua função secretora, digestiva, absorptiva ou peristáltica, é a melhor definição para saúde intestinal.

O intestino delgado, que é a porção mais longa do sistema digestório, é dividido em duodeno, jejuno e íleo e é responsável pela digestão final do alimento e absorção dos nutrientes (BOLELI et al., 2002). A sua mucosa apresenta estruturas denominadas de vilosidades e criptas de Lieberkühn (base) em todo o seu trato (Figura 6). As vilosidades ou vilos são constituídas por células denominadas de enterócitos, as quais desenvolvem a capacidade de transportar nutrientes para o interior da célula e daí para a corrente sanguínea, através da membrana basolateral. Quanto maior o número de células, maior o tamanho do vilos e, por consequência, maior a área de absorção (MACARI & MAIORKA, 2000; FURLAN et al., 2004). O comprimento dos vilos e da profundidade das criptas, utilizados para mensurar o desenvolvimento intestinal, também pode ser considerados como indicadores da saúde intestinal (KUZMUK et al. 2005).

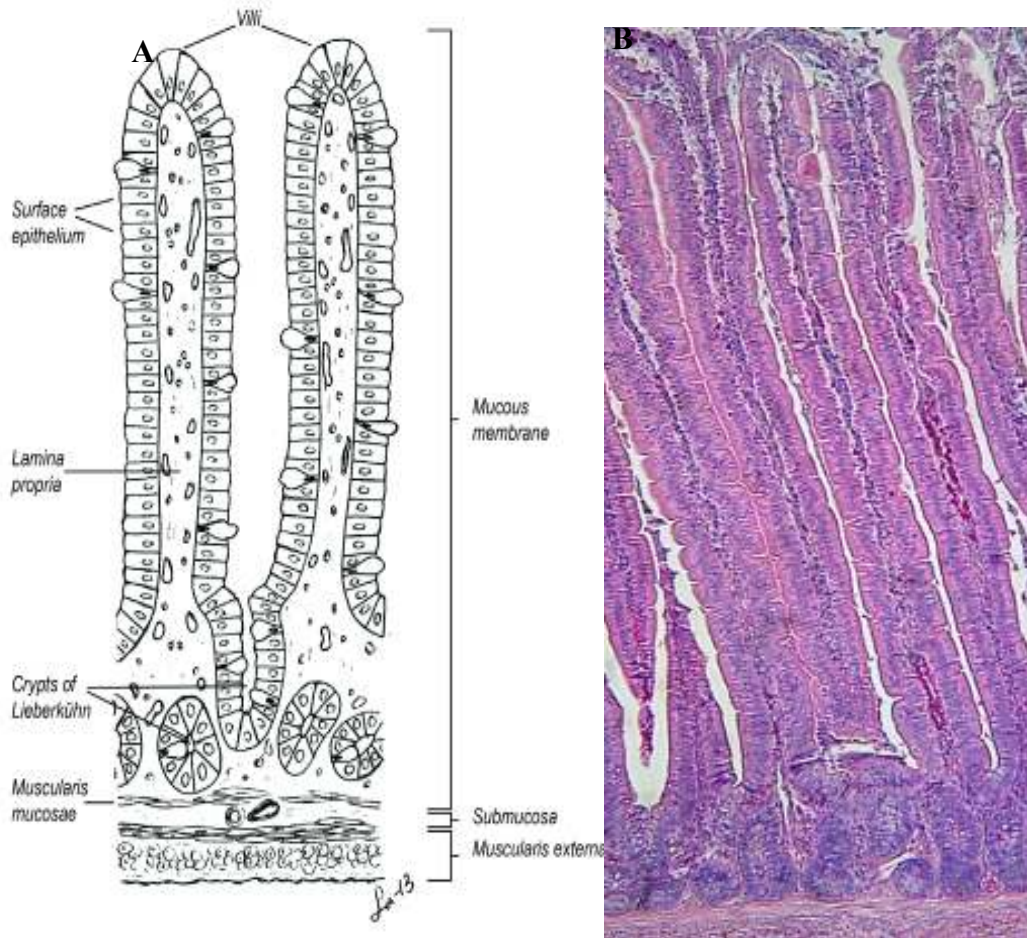


Figura 6 - A: Desenho esquemático mostrando a morfologia intestinal (duodeno) de galinhas. Fonte: Wistedt (2013); B: fotomicrografia mostrando a morfologia intestinal (duodeno) de codornas. Fonte: Acervo pessoal.

Nos vilos estão presentes também as células caliciformes secretoras de muco, importantes na manutenção e desenvolvimento do epitélio intestinal. Este muco protege o epitélio intestinal durante os processos digestivos e funciona como uma barreira protetora do epitélio impedindo o contato de microrganismos (MURAROLLI, 2008).

A microbiota eutrófica presente no intestino das aves inibe a proliferação dos microrganismos patogênicos e estimula o desenvolvimento ou maturação dos enterócitos, principalmente através da redução do pH pela produção de ácido lático por *Lactobacillus acidophilus* e *Lactobacillus latis* através da exclusão competitiva, que de acordo com Schneitz (2005), é o “fenômeno pelo qual a microbiota intestinal normal protege o hospedeiro contra patógenos invasores”. Distúrbios na microbiota normal (disbiose) ou nas células epiteliais intestinais causados por algum tipo de estresse, patógenos, substâncias químicas e radiação podem alterar a permeabilidade desta barreira natural, facilitando a invasão de patógenos (*Escherichia coli*, *Salmonellas*, *Pseudomonas*, *Clostridium*, *Staphylococcus*, *Blastomyces*) e outras substâncias nocivas, modificando o metabolismo, a capacidade de digestão e absorção de nutrientes e causando ainda inflamações crônicas na mucosa intestinal. Consequentemente ocorre diminuição das vilosidades, aumento do *turnover* celular e diminuição da atividade

digestiva e absorptiva (OLIVEIRA, 1998; FLEMMING, 2005; LODDI et al. 2006; SANTOS, 2010).

De acordo com Santos (2011) o equilíbrio funcional do intestino e dos microorganismos presentes na microbiota intestinal das aves com o uso de aditivos na alimentação animal tem sido reconhecido como uma ferramenta muito importante para melhorar o desempenho e a eficiência alimentar das aves. Baseado neste conceito, a inclusão de aditivos zootécnicos como os antibióticos, prebióticos, probióticos e simbióticos nas dietas das aves, torna-se vantajosa por inibir o processo de colonização do trato gastrointestinal por patógenos, estimulando a imunidade local e modificando a fermentação da microbiota de modo a beneficiar o hospedeiro, prevenindo assim o surgimento de infecções e favorecendo o desenvolvimento da barreira natural da mucosa intestinal com redução da taxa de *turnover* celular dos enterócitos, permitindo que o animal expresse seu potencial produtivo (FERREIRA & ASTOLFI-FERREIRA, 2006; ÇAKIR et al., 2008; ASHGAN et al., 2011; KALSUM et al., 2012; SILVA et al., 2012; NIKPIRAN et al., 2013; OLGUN & YILDIZ, 2014; SHALAEI et al., 2014; IQBAL et al., 2015).

2.3 Aditivos Zootécnicos

Os aditivos zootécnicos fazem parte do grupo de aditivos alimentares que são definidos como "substância, micro-organismo ou produto formulado, adicionado intencionalmente aos produtos, que não é utilizada normalmente como ingrediente, tenha ou não valor nutritivo e que melhore as características dos produtos destinados à alimentação animal ou dos produtos animais, melhore o desempenho dos animais sadios e atenda às necessidades nutricionais ou tenha efeito anticoccidiano" (MAPA, 2004). Dentre os aditivos zootécnicos encontram-se os equilibradores da flora, que são aditivos com efeitos positivos à saúde intestinal e do organismo em geral, como os probióticos, prebióticos e ácidos orgânicos; e os melhoradores de desempenho, como os antibióticos (BERNARDEAU & VERNOUX, 2013; PREIS et al., 2013).

2.3.1 Antibiótico melhorador de desempenho

Os antibióticos melhoradores de desempenho são incluídos na dieta dos animais em dosagens subterapêuticas e atuam no lúmen intestinal (não sendo absorvidos), inibindo microorganismos responsáveis por infecções sub-clínicas e reduzindo inflamações no epitélio intestinal, através da diminuição do número de bactérias patogênicas, bem como sua adesão à mucosa intestinal (SOARES, 1996; CROMWELL, 2002; DIBNER & RICHARDS, 2005). De modo geral, os mecanismos de ação dos antibióticos como melhoradores de desempenho são: controle de infecções subclínicas endêmicas, reduzindo o "custo metabólico" da ativação crônica do sistema imune; redução de metabólitos depressores de crescimento gerados pela microbiota intestinal; redução da utilização de nutrientes pela microbiota intestinal (redução de competição por nutrientes) e melhoria da absorção e utilização de nutrientes (PREIS et al., 2013). Estes mecanismos potenciais de ação baseiam-se na premissa fundamental de que a microbiota intestinal patogênica deprime o crescimento animal (direta ou indiretamente), e de que o mecanismo melhorador de desempenho é essencialmente baseado na propriedade antibiótica dos antibióticos (DIBNER & RICHARDS, 2005; CASTANON, 2007).

A utilização de antibióticos como melhoradores de desempenho constitui uma das estratégias eficientemente aplicadas na produção animal durante décadas (BERNARDEAU & VERNOUX, 2013). Porém, o seu papel na emergência de bactérias resistentes em humanos vem sendo intensamente questionado (COLLIGNON et al., 2009; MARSHALL & LEVY, 2011). Em função destas discussões, diversos países determinaram a proibição do uso de antibióticos como melhoradores de desempenho na produção animal. Em consequência há uma pressão crescente sobre países de destaque no mercado internacional de alimentos de origem animal, principalmente, Brasil e EUA, para que adotem a mesma medida (BERNARDEAU & VERNOUX, 2013).

No Brasil, a utilização de melhoradores de desempenho em dieta de aves ainda é permitida e bastante utilizada, como mostra a Tabela 4 (FERREIRA & ASTOLFI-FERREIRA, 2006; MAPA, 2015).

Tabela 4 - Lista de antibióticos utilizados como melhoradores de desempenho permitidos no Brasil

Princípio Ativo	Espécie autorizada
Avilamicina	Frangos de corte; Frangos de reposição; Suínos; Perus
Bacitracina de Zinco	Frangos de corte; Galinhas poedeiras; Perus; Codornas; Suínos e Bovinos
Colistina	Frangos de corte; Galinhas poedeiras; Suínos; Bovinos
Enramicina	Frangos de corte; Galinhas poedeiras; Suínos
Halquinol	Frangos de corte; Galinhas reprodutoras (matrizes) ou poedeiras; Suínos
Tilosina	Frangos de corte; Galinhas reprodutoras (matrizes) ou poedeiras; Suínos
Virginiamicina	Frangos de corte; Perus; Suínos; Bovinos

Fonte: CPAA/DFIP (MAPA, 2006) e MAPA (2015)

Um antibiótico bastante utilizado como melhorador de desempenho é a bacitracina de zinco (REIS, 2011), que é um antibiótico polipeptídico produzido pelo *Bacillus licheniformes* (SNOKE & CORNELL, 1965). O principal local de sua atividade é o trato gastrointestinal e ele atua modificando a microbiota intestinal, reduzindo a carga de cepas patogênicas e a presença de toxinas e seus efeitos negativos na mucosa, permitindo melhorias na morfologia intestinal, aumentando a altura e largura dos vilos e também a área de absorção dos nutrientes (BERNSTEN, 1994; HUYGHEBAERT & GROOTE, 1997; ABDELGADER et al., 2012). É um antibiótico de amplo espectro, porém, sua ação se concentra nos microrganismos gram positivos, como bactérias do gênero *Clostridium*, sendo que seu mecanismo de ação é impedir a síntese de peptidoglicano, principal composto constituinte da parede celular de bactérias gram positivas, tornando a célula osmosensível, possibilitando a entrada de íons, que por sua vez causam a lise celular (SNOKE & CORNELL, 1965). De acordo com Reis (2011) a diminuição da incidência de bactérias patogênicas, como as do gênero *Clostridium*, pode resultar em melhor desempenho animal e melhor qualidade dos produtos finais, pois essas bactérias provocam danos à parede intestinal prejudicando dessa forma o metabolismo dos nutrientes da dieta (HUYGHEBAERT & GROOTE, 1997; SHALAEI et al., 2014).

Nos últimos anos os antibióticos têm sido utilizados como aditivos para melhorar o desempenho e a qualidade de ovos de poedeiras, criadas principalmente em condições de estresse (MILES et al., 1985; MANNER & WANG, 1991; SIRIKEN et al., 2003; ÇABUK et al., 2006; NUMAZAKI, 2008; SHALAEI et al., 2014). Aves criadas em condições de estresse possuem aumento de requerimento de energia para manutenção, desviando a energia necessária para produção; com o uso de antibiótico melhorador de desempenho ocorre uma diminuição do requerimento de energia para manutenção com simultânea melhora na eficiência de utilização da energia metabolizável, melhorando os índices produtivos das poedeiras (MANNER & BRONSCH, 1987). Manner & Wang (1991) avaliaram os efeitos da inclusão de bacitracina de zinco na ração de galinhas poedeiras criadas em condições de estresse e observaram melhora tanto no desempenho quanto na qualidade dos ovos produzidos em comparação com o grupo controle, sem antibiótico.

É inquestionável que a relação custo:benefício favorece o uso de antibióticos como aditivo para as aves, mas após a polêmica que envolve sua utilização e recente proibição pela União Européia, a qual representa potencial importador quando se trata de produção de carne de frango (UBABEF, 2014), há que se considerar a utilização de soluções alternativas, o que tem motivado o desenvolvimento de pesquisas brasileiras e do mundo com a utilização de prebióticos, probióticos e a associação entre eles, conhecida como simbióticos (ASHGAN et al., 2011; ZAREI et al., 2011; SHARIFI et al., 2011; BABAZADEH et al., 2011; BUENO et al., 2012; KALSUM et al., 2012; SILVA et al., 2012; NIKPIRAN et al., 2013; OLGUN & YILDIZ, 2014; EL-KADER et al., 2014; IQBAL et al., 2015).

2.3.2 Prebiótico

Prebióticos são carboidratos que estimulam o crescimento e/ou atividade de um número limitado de bactérias (como bifidobactérias e lactobacilos) e afetam benéficamente a saúde do hospedeiro (ROBERFROID et al., 2010). Eles são constituídos de oligossacarídeos não digestíveis que chegam intactos ao intestino, onde são fermentados resultando na produção de ácidos graxos de cadeia curta (AGCC), e constituem fontes de energia para as bactérias e enterócitos (DELZENNE, 2003; GUCLU, 2011). Diversas substâncias como carboidratos, peptídeos, lipídios, fibras e álcoois podem ser classificados como prebióticos. São os oligossacarídeos de cadeia curta, como os mananoligossacarídeos (MOS) os mais estudados por apresentarem melhores resultados como prebióticos (GIBSON & ROBERFROID, 1995; GODOI et al., 2008; EL-KADER et al., 2014).

O MOS tem como função melhorar e proteger a mucosa intestinal, reduzindo lesões e propiciando maior altura dos vilos e da profundidade de cripta, (LUQUETTI et al., 2005; PELICANO et al., 2005), melhorando a digestibilidade e a absorção dos nutrientes das rações, pois propicia o desenvolvimento da microbiota intestinal benéfica (ALBINO et al., 2006). Ele também pode atuar modificando o ecossistema bacteriano, servindo como substrato para bactérias, principalmente *Bifidobacterium* e *Lactobacillus* (SUN, 2004), as quais são conhecidas pela grande capacidade de produzirem ácidos láctico e acético, os quais promovem a diminuição do pH no sistema digestivo, provocando dessa forma inibição do desenvolvimento das populações de bactérias nocivas, como *Escherichia coli*, *Clostridium* sp. e *Salmonella* sp., que se beneficiam em ambientes ácidos (MATHEW et al., 1993; FLICKINGER et al., 2003). Além disso, as bactérias benéficas (*Bifidobacterium* e *Lactobacillus*) competem com os patógenos por

nutrientes e sítios de fixação impedindo seu estabelecimento (ESTRADA et al., 2001; SAAD, 2006). O MOS também possui ação adsorvente e imunoestimuladora (HUYGHEBAERT, 2005). Quando esse aditivo adsorve os microrganismos patogênicos, eles desempenham papel de antígenos não patogênicos no lúmen intestinal estimulando o sistema imune, dessa forma, a presença inofensiva destes antígenos aumentam a velocidade da resposta imunológica frente às infestações leves até as mais severas (TRINDADE, 2011).

Uma das formas do MOS impedir a colonização intestinal por patógenos, segundo MENTEN (2001), está relacionada com a D-manose, que é um componente de sua estrutura e que apresenta alta capacidade aglutinante com bactérias fimbriadas as quais se aderem às suas partículas e depois são excretadas sem que o processo de colonização tenha sido efetivado junto às células epiteliais do intestino (Figura 7) (FERKET et al., 2002). As fimbrias, com características hemaglutinantes manose-sensíveis, tem grande incidência registrada entre as bactérias (SHANE, 2001), estando presente na *Salmonella* sp. e *Escherichia coli*, que se constituem em importantes fontes de contaminação para as aves (MATHEUS et al., 2003; NEWMAN, 2007). O MOS também se adere à mucosa formando uma barreira física que impede a colonização intestinal por organismos agressores (PELICANO et al., 2002).

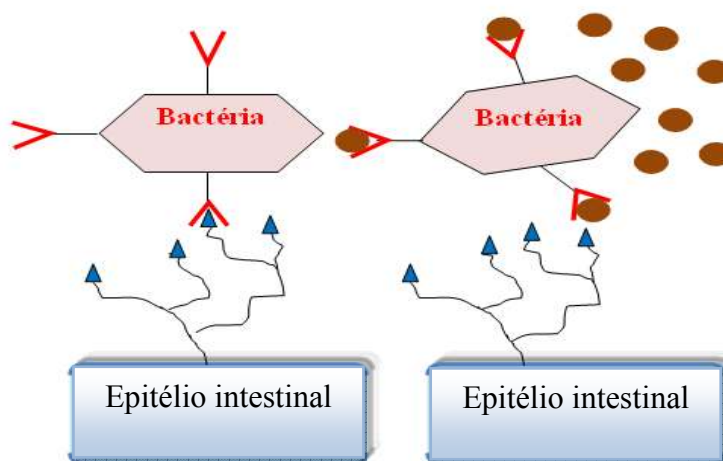


Figura 7 - Ilustração da ligação do MOS à bactéria patogênica impedindo sua ligação à célula intestinal (Fonte: adaptado de www.mariboi.com.br/assets/artigos/13_artigo.pdf)

2.3.3 Probiótico

Probióticos são microorganismos vivos que são incluídos à alimentação, para reforçar ou restabelecer o equilíbrio microbiano intestinal, proporcionando uma melhor saúde ao hospedeiro, reduzindo a quantidade de microrganismos indesejáveis e estimulando o sistema imune animal (BRASIL, 2004; O'TOOLE & COONEY, 2008; KALSUM et al., 2012). As características fundamentais para um microrganismo ser considerado probiótico são: ser um habitante normal do trato gastrointestinal do hospedeiro; atóxico e não-patogênico para seu hospedeiro, modular a atividade imunológica, sobreviver, sendo cultivável em escala industrial, crescer e se fixar ao epitélio intestinal; enfrentar condições adversas do trato gastrointestinal, como a ação da bile e dos sucos gástricos, pancreáticos e entéricos; colonizar o intestino e ter

capacidade antagonista às bactérias prejudiciais e apresentar efeito benéfico comprovado no animal hospedeiro (JIN et al., 1997; TOURNUT, 1998; JOINT WHO/FAO/OIE, 2003).

A ação dos probióticos pode ocorrer por meio de vários mecanismos, sendo o principal a exclusão competitiva, em que o probiótico compete com bactérias patogênicas pelos sítios de ligação na superfície intestinal formando uma barreira física, assim excluindo o patógeno e impedindo sua colonização, e produção de toxinas (FURLAN et al., 2004; CANTARELLI et al., 2005). As bactérias presentes nos probióticos também agem competindo por nutrientes específicos, pois esses microrganismos metabolizam substratos (açúcares, vitaminas, aminoácidos, proteínas), impedindo ou dificultando sua disponibilização pelos patógenos (FOX, 1988; MACARI & FURLAN, 2005) (Figura 8). Segundo Hume et al. (2011) os principais efeitos desejáveis de um probiótico que são esperados são: a produção de ácidos graxos de cadeias curta e média, bacteriocinas, redução do pH intestinal, concorrência com enteropatógenos por sítios de ligação intestinais e estimulação da resposta imune.

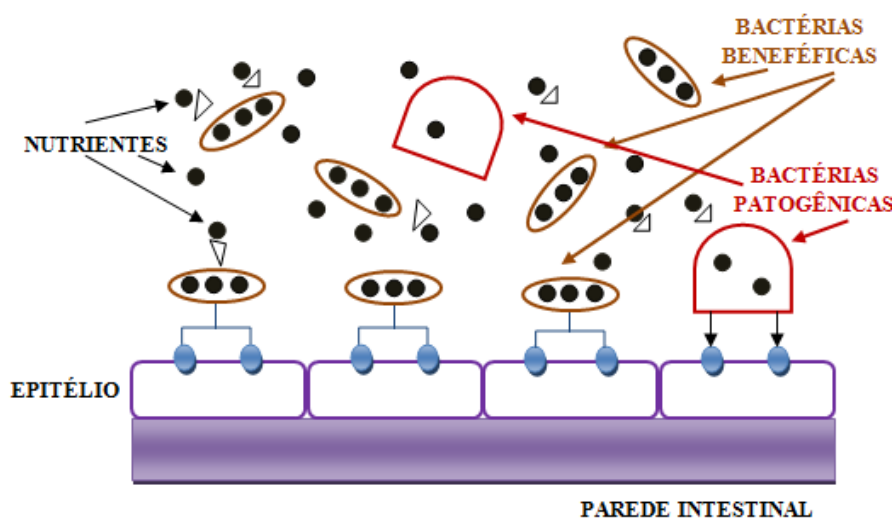


Figura 8 – Ilustração da competição entre as bactérias patogênicas e benéficas (não patogênicas) por nutrientes. As não patogênicas têm maior poder de competição, colonizando melhor o intestino. Fonte: Adaptado de Fox (1988)

Outro mecanismo de ação dos probióticos é a produção de enzimas e de substâncias antibacterianas como bacteriocinas, ácidos orgânicos (acético e lático), peróxido de hidrogênio e dióxido de carbono, as quais podem inibir a colonização de patógenos na mucosa do intestino (PELÍCIA, 2004). As bacteriocinas são substâncias protéicas e antibióticas de ação local, que irão inibir o crescimento de patógenos intestinais (LODDI, 2003). A produção de ácidos por bactérias lácticas pode inibir o crescimento de patógenos através da diminuição do pH e também pelo efeito direto dos ácidos sobre as bactérias. Os probióticos também podem atuar como antígenos, estimulando o sistema imune das aves (Figura 9). Uma vez que o organismo das aves já esteja preparado para reagir a esses antígenos, ocorreria a neutralização deles, sem que houvesse uma ativação excessiva (PELICANO et al., 2002).

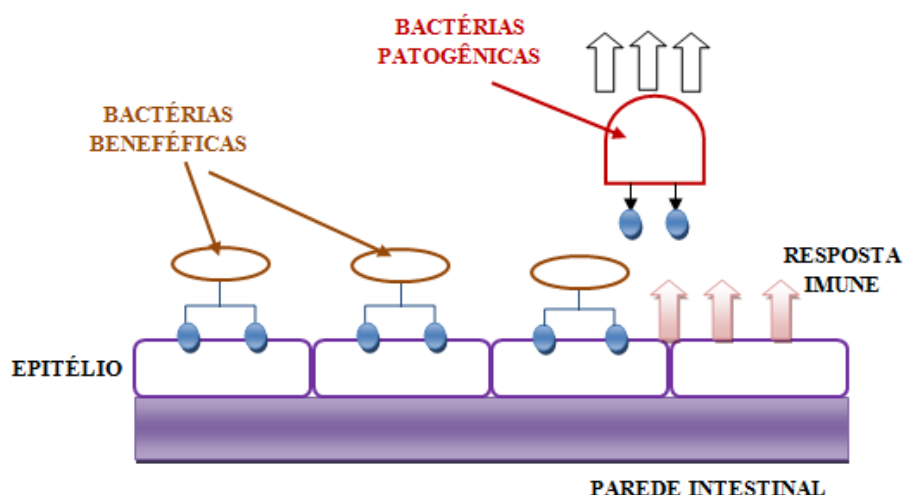


Figura 9 - Ilustração de bactérias benéficas (não patogênicas) atuando como antígenos potencializando a resposta imunológica no hospedeiro; os patógenos são então repelidos pelos receptores nas células intestinais. Fonte: Adaptado de Fox (1988)

De acordo com Silva et al. (2012) os prebióticos e os probióticos podem reduzir os efeitos negativos provocados pelos comportamentos ligados ao estresse que a ave está sujeita, pois ao promoverem a integridade da mucosa intestinal, com consequente melhora na digestão e absorção dos nutrientes, poderia ocorrer aumento da absorção de triptofano, aminoácido precursor do neurotransmissor serotonina, aumentando a síntese de serotonina no intestino, substância sedativa calmante capaz de diminuir o estresse e proporcionar bem estar, necessária para o bom funcionamento do organismo (SILVA et al., 2010). As codornas são aves facilmente estressáveis que apresentam comportamento agitado e nervoso, sendo esse o fator responsável pelo surgimento de comportamentos indesejáveis, como agressão, bicagem das penas e desvio social, que além de afetarem seu bem-estar também afetam a sua produtividade (SILVA, 2009; MARQUES et al., 2010). Esse estresse na produção das aves, quando muito intenso pode acarretar distúrbios na microbiota intestinal normal facilitando a invasão de patógenos e substâncias nocivas, as quais podem modificar o metabolismo, a capacidade de digestão e absorção de nutrientes, prejudicando dessa forma o desempenho zootécnico (BURKHOLDER et al., 2008).

2.3.4 Simbiótico

Os simbióticos são elaborados pela associação de probióticos e prebióticos em um só produto, objetivando um efeito potencializador. Desta forma, componentes da microbiota intestinal (probiótico) e prebióticos podem ser fornecidos em conjunto, pois podem estimular o desenvolvimento e a atividade desta mesma microbiota, permitindo potencializar o efeito de ambos os componentes (PELÍCIA et al., 2004; CAPRILES et al., 2005; JUNQUEIRA et al., 2009).

A ação simbiótica estabiliza o meio intestinal e aumenta o número de bactérias benéficas produtoras de ácido lático, favorecendo a situação de eubiose (FURLAN et al., 2004). A microbiota é favorecida pela ação dos prebióticos que têm a capacidade de se ligarem às fímbrias de bactérias patogênicas, conduzindo-se junto ao bolo fecal,

estimulando o crescimento e acelerando o metabolismo de um limitado número de microrganismos não patogênicos. A essa ação soma-se a dos probióticos, que se desenvolvem e crescem recobrando o trato digestório proporcionando dessa forma equilíbrio e saúde intestinal para as aves (GIBSON & ROBERFROID, 1995).

Segundo Usami et al. (2011) os benefícios do uso dos simbióticos incluem: 1) reforço da resposta imune; 2) aumento da permeabilidade intestinal; 3) equilíbrio da microbiota intestinal; 4) melhoria da função imunológica da barreira intestinal, e 5) regulação de citocinas pró-inflamatórias.

2.3.5 Efeito dos aditivos zootécnicos sobre as aves de postura

Diferentes respostas ao uso de aditivos zootécnicos sobre o desempenho produtivo e a qualidade dos ovos de aves de postura têm sido relatadas por pesquisadores. As principais são baseadas na capacidade que estes aditivos possuem de equilibrar a microbiota intestinal mantendo ou até melhorando a integridade do epitélio do intestino, podendo afetar parâmetros produtivos das aves de postura.

Ao compararem os efeitos da inclusão de antibiótico e enzimas nas rações de galinhas poedeiras sobre o desempenho e a qualidade de ovos, Dipeolu et al. (2005) observaram aumento na produção de ovos, melhora na conversão alimentar por massa, aumento no peso e na massa de ovos nas galinhas suplementadas com os aditivos estudados em comparação com as galinhas do grupo controle. As variáveis de qualidade de ovos não foram afetadas pelos aditivos.

Os efeitos de diferentes níveis de probiótico (0; 0,5 e 1,0 kg/t) na ração sobre o desempenho e a qualidade da casca de ovos de codornas japonesas foram pesquisados por Ayasan et al. (2006) que observaram que o aditivo zootécnico testado não afetou o consumo de ração, a conversão alimentar, o peso e a espessura da casca dos ovos, mas aumentou a produção e o peso da casca dos ovos.

Sahin et al. (2008) não observaram efeito da suplementação de diferentes níveis de simbiótico (0; 0,5; 1,0 e 1,5 kg/t) na ração sobre o desempenho e parâmetros sanguíneos de codornas japonesas.

Os efeitos da suplementação com antibiótico e prebiótico para galinhas poedeiras foram pesquisados por Numazaki (2008), que observou melhora na qualidade dos ovos e nos parâmetros intestinais (profundidade de cripta e relação vilosidade:cripta) nas galinhas suplementadas com os aditivos.

A influência da suplementação com simbiótico, ácido orgânico e antibiótico sobre o desempenho e morfologia intestinal de codornas japonesas foi investigada por Çakir et al. (2008). Em seu trabalho, eles usaram alta densidade de aves a fim de tentar intensificar o estresse dos alojamentos em granjas comerciais e observaram aumento significativo na altura das vilosidades no duodeno, jejuno e íleo, após uso dos diferentes aditivos, porém a melhora na morfologia intestinal não foi acompanhada por melhora no desempenho dessas aves.

Ao estudarem os efeitos da inclusão de probiótico na ração de galinhas poedeiras sobre a qualidade dos ovos, Hassanein & Soliman (2010) observaram aumento na espessura da casca dos ovos produzidos por essas aves. As demais variáveis não foram afetadas.

Os efeitos de diferentes aditivos zootécnicos (prebiótico, probiótico e simbiótico) sobre o desempenho e qualidade da casca dos ovos de galinhas poedeiras foram comparados por Zarei et al. (2011), os quais observaram que os aditivos não afetaram as variáveis de desempenho como o consumo de ração, produção de ovos,

massa de ovos e conversão alimentar, mas constataram melhor espessura da casca e maior peso dos ovos e da casca.

A inclusão de três níveis de simbiótico sobre o desempenho e características sanguíneas de codornas japonesas alimentadas com diferentes níveis de proteína foi pesquisada por Sharifi et al. (2011). Os autores não observaram efeitos significativos da inclusão do aditivo testado sobre os parâmetros estudados, e justificaram que a utilização desse tipo de aditivo para codornas japonesas criadas em condições de baixo desafio sanitário pode ter impedido a ação do aditivo sobre os parâmetros avaliados.

Babazadeh et al. (2011) conduziram um estudo com intuito de avaliar a influência de probiótico, prebiótico e simbiótico sobre o desempenho de codornas japonesas. Seus resultados indicaram que prebiótico e simbiótico podem diminuir o consumo de ração e melhorar a conversão alimentar das aves. Concluíram que o uso de simbiótico é mais eficiente sobre o desempenho de codornas japonesas do que outros aditivos.

A inclusão de probiótico, prebiótico e simbiótico na ração de codornas japonesas sobre seu desempenho foi pesquisada por Vahdatpour et al. (2011), que observaram que todos os aditivos promoveram efeitos positivos nas codornas, com diminuição no consumo de ração e melhoria na conversão alimentar.

A utilização de simbiótico e de extrato vegetal contribuiu para amenizar o estresse e melhorar o desempenho de codornas japonesas, conforme foi observado por Silva et al. (2012) ao avaliarem o desempenho, variáveis comportamentais e fisiológicas nessa ave. Porém, não observaram efeitos significativos sobre os parâmetros de desempenho, mas observaram efeitos positivos sobre variáveis comportamentais e fisiológicas.

A influência da suplementação com probiótico sobre a morfologia intestinal de codornas japonesas foi pesquisada por Bueno et al. (2012), que não encontraram efeitos significativos sobre a altura das vilosidades intestinais e número de células caliciformes, mas observaram menor comprimento na profundidade de cripta das codornas suplementadas com probiótico.

Os efeitos da suplementação com probiótico, prebiótico e simbiótico sobre o desempenho, qualidade da casca dos ovos, morfologia intestinal e composição da microbiota intestinal de galinhas poedeiras no final de produção foram avaliados por Abdelgader et al. (2012), que observaram uma melhora na conversão alimentar e na qualidade da casca, aumento na produção de ovos e maior altura das vilosidades em todos os segmentos do intestino delgado nas galinhas suplementadas com os aditivos zootécnicos quando comparado com as aves do tratamento controle (que não foram suplementadas com aditivos).

A influência da inclusão de diferentes níveis de prebiótico na ração sobre a morfologia intestinal de codornas japonesas foi estudada por Lemos et al. (2013), que observaram aumento na altura, largura e proporção largura/altura das vilosidades intestinais em todos os segmentos do intestino delgado das codornas alimentadas com prebiótico em comparação com as do grupo controle (sem inclusão de prebiótico na ração).

Probiótico e prebiótico incorporados separadamente na ração foram mais efetivos que simbióticos na redução do consumo de ração e na melhoria da conversão alimentar por massa nas codornas japonesas em trabalho realizado por Nikpiran et al. (2013).

A inclusão de simbiótico, probiótico e ácido orgânico sobre a qualidade dos ovos de galinhas poedeiras foi pesquisada por Youssef et al. (2013). Os autores observaram

aumento na espessura da casca dos ovos das galinhas alimentadas com simbiótico em comparação com os outros tratamentos (controle, probiótico e ácido orgânico).

Lemos et al. (2014) encontraram melhora nas características de desempenho com menor consumo de ração, maior produção de ovos e melhor conversão alimentar (tanto por massa quanto por dúzia) e melhora na qualidade da casca com maior porcentagem e espessura da casca dos ovos produzidos por codornas suplementadas com prebiótico (parede celular de *Saccharomyces cerevisiae*) em comparação com as aves do grupo controle (sem suplementação).

Os efeitos de diferentes aditivos zootécnicos (antibiótico, probiótico, prebiótico e ácido orgânico) sobre a qualidade da casca do ovo, características do trato gastrointestinal e desempenho de galinhas poedeiras foram pesquisados por Shalaei et al. (2014), que não encontraram efeitos sobre a qualidade da casca dos ovos mas observaram efeitos significativos na morfologia intestinal após uso de antibiótico, probiótico e prebiótico.

A qualidade da casca dos ovos produzidos por codornas japonesas melhorou após inclusão de probiótico na ração em estudo realizado por Olgun & Yildiz (2014). Os autores observaram aumento na espessura e no peso da casca dos ovos, além de aumento na produção de ovos das codornas alimentadas com probiótico em comparação com grupo controle (sem probiótico na ração). Variáveis de desempenho como massa de ovos, conversão alimentar (kg/kg) e consumo de ração não foram afetadas pela inclusão do aditivo.

Ao avaliar os efeitos da inclusão de prebiótico (MOS) na ração sobre a qualidade dos ovos de codornas japonesas, Iqbal et al. (2015) observaram maior peso dos ovos e maior peso das cascas dos ovos de codornas suplementadas com prebiótico quando comparadas com codornas do grupo controle (sem prebiótico).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local e Período Experimental

O experimento foi conduzido no galpão experimental do Setor de Avicultura da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), localizado em Seropédica - RJ, no período de maio de 2014 a janeiro de 2015.

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 Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

Foi utilizado um galpão de alvenaria (Figura 10) com baterias tipo piramidal de arame galvanizado compostas por três andares com gaiolas de 100 cm de frente x 30 cm de profundidade x 15 cm de altura (subdivididas em três repartições iguais de 33,33 cm), com comedouro tipo calha, bebedouro do tipo nipple e coletor de ovos.





Figura 10 - Galpão experimental: A - vista frontal externa; B - vista lateral externa; C - vista interna.

3.2 Animais e Delineamento Experimental

Foram alojadas 360 codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*) com 35 dias de idade e peso inicial médio de 125,09 g, distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado em esquema de parcela subdividida no tempo (de 9 até 23 semanas de idade, compreendendo o início da produção até final do pico de produção e de 24 até 39 semanas de idade, entre o pós pico e o final de produção) com cinco tratamentos e oito repetições de nove aves cada.

3.3 Tratamentos

Os tratamentos foram compostos por cinco rações experimentais formuladas de forma a atender as exigências nutricionais para codornas japonesas na fase de produção de acordo com Rostagno et al. (2011).

Os tratamentos adotados foram os seguintes:

Controle – dieta referência sem adição de aditivos;

Antibiótico – dieta referência + antibiótico Bacitracina de Zinco (147 g/t);

Prebiótico – dieta referência + 1,5 kg/t prebiótico a base de β glucanos e mananoligossacarídeos (MOS);

Probiótico – dieta referência + 300 g/t probiótico a base de *Bacillus subtilis*;

Simbiótico - dieta referência + simbiótico (prebiótico + probiótico).

O probiótico foi utilizado conforme as recomendações do fabricante, o antibiótico conforme as recomendações do MAPA para poedeiras e o prebiótico foi utilizado baseado nos melhores resultados de trabalhos anteriores também com codornas na fase de produção (LEMOS et al., 2014). 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 aditivo prebiótico

utilizado era rico em β glucanos e mananoglicosacarídeos, derivado da levedura *Saccharomyces cerevisiae*, com 31,30% de proteína, 34,82% de β glucanos e 20,94% de mananoglicosacarídeos. Foi utilizado probiótico à base de *Bacillus subtilis* (10^9 UFC/g); o antibiótico utilizado foi bacitracina de zinco 15% e o simbiótico utilizado foi a junção do prebiótico e do probiótico utilizados.

A Tabela 5 apresenta a composição percentual dos ingredientes e análise calculada dos nutrientes da dieta referência experimental na fase de produção.

Tabela 5 - Composição Percentual e Calculada da Dieta Referência Experimental para Codornas Japonesas na Fase de Produção

Ingredientes (%)	
Milho (8,62% PB)	57,740
Farelo de soja (45,32% PB)	32,670
Óleo de soja	0,674
Sal comum	0,349
Calcário calcítico	6,578
Fosfato bicálcico	1,053
Mistura vitamínica ¹	0,100
Mistura mineral ²	0,100
DL-Metionina (99%)	0,326
L-Lisina HCL (78%)	0,155
Cloreto de colina (60%)	0,035
Caulim	0,220
Total	100
Composição nutricional calculada	
Energia metabolizável (kcal/kg)	2.800,00
Proteína Bruta (PB%)	20,166
Cálcio (Ca%)	2,909
Fósforo disponível (%)	0,303
Cloro (%)	0,240
Lisina Digestível (%)	1,064
Lisina Total (%)	1,174
Metionina + Cistina digestível (%)	0,873
Metionina + Cistina total (%)	0,951
Metionina digestível (%)	0,604
Metionina total (%)	0,633
Potássio (%)	0,774
Sódio (%)	0,178
Treonina digestível (%)	0,671
Treonina total (%)	0,772
Triptofano digestível (%)	0,223
Triptofano total (%)	0,247

Composição por kg do produto ^{1,2}: ¹Mistura vitamínica: Vit. A – 12.000.000UI; Vit. D3 – 3.600.000I; Vit. E – 3.500UI; Vit. B1 - 2.500mg; Vit. B2 – 8.000mg; Vit. B6 – 5.000mg; ácido pantotênico – 12.000mg; biotina – 200mg; Vit. K – 3.000mg; ácido fólico – 1.500mg; ácido nicotínico – 40.000mg; Vit. B 12 – 22.000 mg; Se – 150mg; veículo q.s.p. – 1.000g; ²Mistura mineral: Mn – 160g; Fe – 100g; Zn – 100g; Cu – 20g; Co – 2g; I – 2g; veículo q.s.p. – 1.000g.

3.4 Manejo Experimental

O manejo e os equipamentos utilizados foram os convencionais para a criação de codornas japonesas, adequando-os às condições do galpão experimental. A ração e a água foram fornecidas à vontade durante todo período experimental.

As aves foram pesadas no primeiro dia do experimento e alojadas nas baterias de forma inteiramente casualizada. Como estavam com 35 dias de idade, portanto se encontravam na fase de recria, foi formulada uma ração de forma a atender as exigências nutricionais das codornas japonesas na fase de recria de acordo com Rostagno et al. (2011). Quando completaram 42 dias de idade, foi fornecida a ração experimental e teve início o programa de luz, com auxílio de um temporizador automático, com fornecimento inicial de 14 horas de luz diária, e com aumentos semanais de 30 minutos, até que se atingisse 16 horas de luz diária, permanecendo nessa quantidade até o término do período experimental. As aves permaneceram durante três semanas em fase de adaptação às rações experimentais e quando completaram 63 dias de idade iniciou-se a coleta de dados.

As temperaturas máximas e mínimas foram registradas no galpão, duas vezes por dia. A umidade relativa do ar foi registrada diariamente utilizando-se de termo higrômetro digital localizado em um ponto central do galpão. O nível adequado de ração nos comedouros foi aferido diariamente e a coleta dos ovos foi realizada uma vez ao dia no período da manhã e se referia à produção do dia anterior.

3.5 Variáveis Avaliadas

a) Desempenho produtivo

- **Peso Médio dos Ovos (g)** - A avaliação do peso dos ovos foi iniciada quando as aves atingiram 63 dias de idade. O peso dos ovos foi registrado a cada 21 dias, considerando todos os ovos produzidos por tratamento/repetição no dia. A aferição dos pesos foi realizada em balança digital com precisão de 0,01 g. Ao final do experimento foi calculada a média dos valores obtidos em cada período.
- **Consumo de Ração (g/ave/dia)** - Para o controle do consumo alimentar as rações de cada repetição foram acondicionadas em baldes plásticos, devidamente identificados, sendo o consumo medido uma vez por semana por meio da diferença entre a ração fornecida e a sobra nos baldes e nos comedouros. Ao final de cada período foi calculada a média para determinação do consumo de ração. Na ocorrência de óbito, a ração do comedouro era pesada para o cálculo do consumo de ração corrigida.
- **Produção de Ovos (%)** - A avaliação de postura (%) foi realizada tendo como base a produção diária de ovos em cada tratamento/repetição obtendo-se as médias de cada período.
- **Massa de Ovos (g)** - A avaliação da massa de ovos (g) foi realizada tendo como base a produção média de ovos (unidade) no período multiplicado pelo peso médio dos ovos para cada tratamento/repetição no período equivalente.

- Conversão Alimentar (kg/dz) - O cálculo do índice de conversão alimentar por dúzia de ovos foi obtido considerando-se o consumo total de ração (kg) no período dividido pela soma da produção total de ovos em dúzias para cada tratamento/repetição no período equivalente.
- Conversão Alimentar (kg/kg) - Para cálculo do índice de conversão alimentar por massa de ovos produzidos, foi considerado o consumo total de ração (kg) dos tratamento/repetições no período, dividido pela massa de ovos (kg) do período equivalente.
- Viabilidade das Aves (%) – Foi obtida pela relação entre o número de aves vivas ao final e ao início de cada período, e expressa em porcentagem.

b) Qualidade dos ovos

Foram realizadas cinco análises de qualidade em cada período analisado (de 9 até 23 semanas de idade e de 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 assim 360 unidades avaliadas em cada análise. Para todas as análises, as avaliações foram realizadas no mesmo dia da coleta.

- Unidade Haugh - O peso do ovo foi aferido antes da quebra em balança digital com precisão de 0,01 g, e com o auxílio de um micrômetro tripé, foi realizada a medida da altura do albúmen denso (Figura 11). A unidade Haugh foi calculada através da fórmula: $UH = 100 \log (H + 7,57 - 1,7W^{0,37})$, onde H = altura do albúmen denso (mm) e W = peso do ovo (g).



Figura 11 - Determinação da altura do albúmen denso com micrômetro tripé adaptado.

- Índice de gema - O índice de gema foi calculado através da razão entre a altura e o diâmetro desta estrutura. A gema e o albúmen foram cuidadosamente separados e a altura da gema foi medida com o auxílio de um micrômetro tripé, e seu diâmetro medido com um paquímetro digital (Figura 12).



Figura 12 - Determinação da largura da gema com paquímetro digital

- Percentagem dos componentes do ovo – Para obtenção das percentagens dos componentes dos ovos, após a quebra dos ovos, as gemas foram separadas e pesadas em balança digital com precisão de 0,01 g, e as cascas lavadas para retirar os resquícios de albúmen e, secas em estufa a 105°C por 2 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.
- Pigmentação da Gema - A determinação da pigmentação da gema foi realizada com o auxílio do leque colorimétrico, cuja intensidade de pigmentação variava do amarelo claro ao laranja em uma escala de 1 a 15, sendo 1 referente ao amarelo mais claro e 15 ao laranja mais intenso.
- Espessura da Casca

Determinação da espessura pela avaliação das estruturas da casca por meio de micrômetro digital

A espessura da casca foi aferida após secagem das amostras, utilizando-se um micrômetro digital de pressão (Figura 13). Os valores de espessura foram obtidos a partir da realização de leituras em dois fragmentos da zona equatorial da casca. Obteve-se a espessura da casca pela média destes dois pontos.



Figura 13 - Determinação da espessura da casca com auxílio do micrômetro digital de pressão Mytutoyo.

Determinação da espessura pela avaliação da ultraestrutura das camadas da casca pela Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV)

A determinação da espessura da casca pelo MEV evidenciou a ultraestrutura das camadas da casca dos ovos de codorna em cada tratamento, as quais foram realizadas quando as codornas completaram 24 e 39 semanas de idade, utilizando-se 24 ovos por tratamento em cada análise. Após a coleta, os ovos foram levados para o LAPOA, e após quebra, as cascas lavadas para retirar os resquícios de albúmen e, secas em estufa a 105° por 2 horas. Em seguida as amostras das cascas foram encaminhadas para Laboratório de Materiais e Dispositivos Supercondutores (LMDS-UFRRJ), onde duas tiras de aproximadamente 0,5cm² foram retirados da região equatorial da casca do ovo com auxílio de uma pinça e depois acomodados em stubs de alumínio com auxílio de 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 (Figuras 14, 15 e 16). A visualização das estruturas foi realizada pelo microscópio eletrônico de varredura (MEV) da marca e modelo Hitachi TM 3000, em modo BSE COMPO, com aceleração de 5 KV e distância de trabalho de 4,8 mm. As camadas da casca do ovo (mamilar e paliçada) e 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 (Figura 17) e a média dos valores foi registrada. A espessura total da casca e o valor médio da espessura das camadas da casca dos ovos foram determinadas de acordo com metodologia descrita por Barbosa et al. (2012).



Figura 14 - Fragmentos da casca de ovos de codorna montados no stub de alumínio



Figura 15 - MEV e Stub com fragmentos da casca sendo acoplado ao MEV

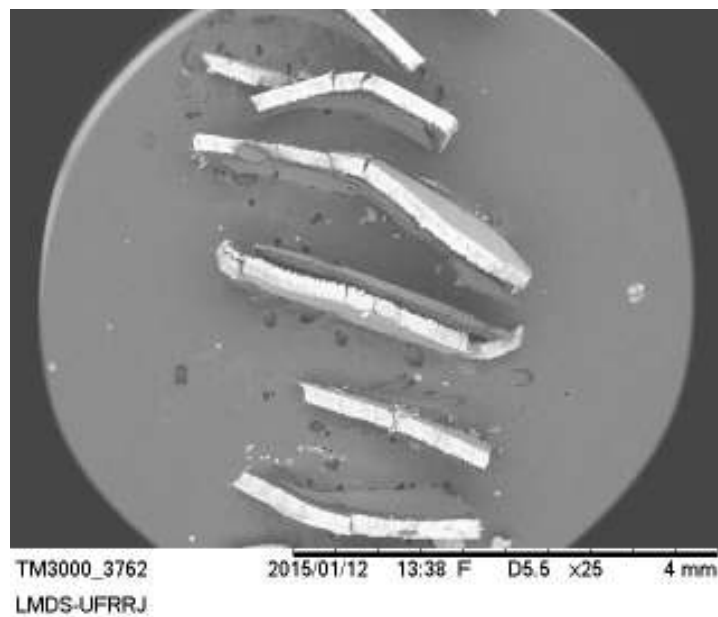


Figura 16 - Fotomicrografia dos fragmentos de casca por meio de microscopia eletrônica de varredura em aumento de 25x

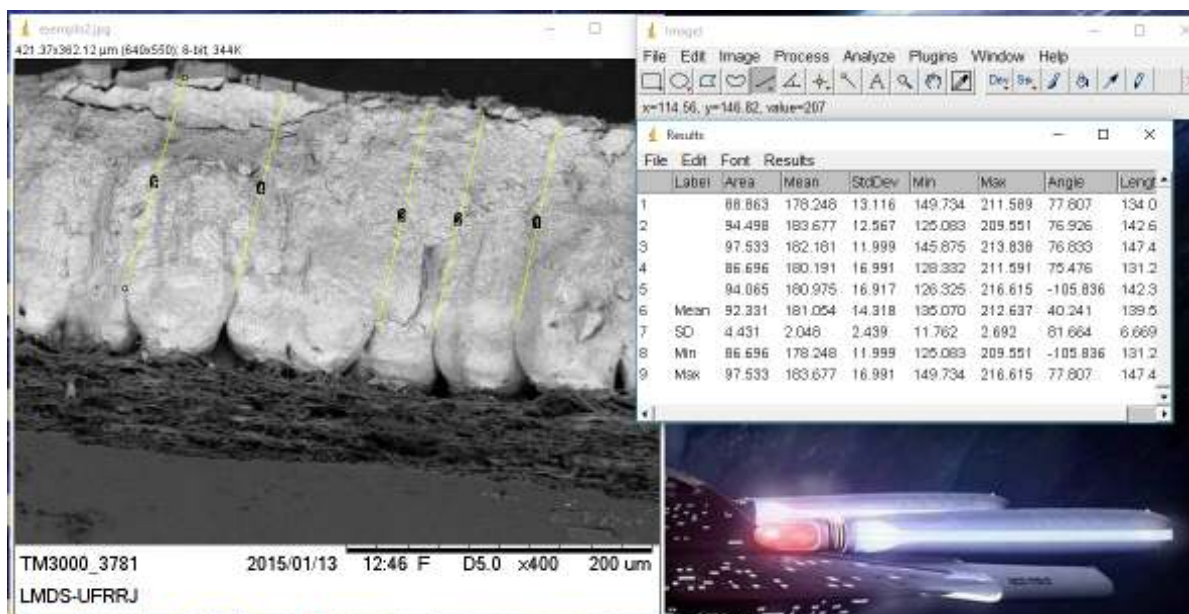


Figura 17 - Ilustração do software Image J que auxiliou nas medições da casca

c) Morfologia Intestinal

Ao completarem 39 semanas de idade, oito codornas por tratamento (uma ave por repetição) sofreram eutanásia por deslocamento cervical para a realização da avaliação das características morfológicas intestinais, segundo método descrito por Pelicano et al. (2005). As amostras intestinais destinadas à análise morfológica foram identificadas, devidamente acondicionadas e direcionadas para leituras posteriores (Figura 18).



Figura 18 - Coleta do material intestinal

Para coleta foram retiradas amostras de aproximadamente 2,0 cm dos segmentos do intestino (duodeno, jejuno e íleo) de cada ave, para avaliação da altura e da largura

das vilosidades (μm), da profundidade das criptas (μm) e da relação vilo:cripta. As amostras foram extraídas da porção média de cada segmento, fixadas em solução de Bouin e conservadas em álcool absoluto até efetivação do processo de clivagem. Para realização dos cortes e preparação das lâminas, os segmentos foram desidratados em série crescente de alcoóis, diafanizados em xilol e fixados em parafina. Utilizando microscopia de luz com aumento de 2,5X, as imagens capturadas foram analisadas com o auxílio do programa Image J Pro-Plus 4.0 (MEDIA CYBERNETICS, 1999) (Figura 19). A metodologia de análise utilizada foi a descrita por Oliveira et al. (2000).

Em cada tecido foram mensurados:

- Altura das Vilosidades – Apenas vilosidades com conjunto visível e epitélio definido foram medidas. Foram selecionadas cinco vilosidades por secção histológica em 10 secções diferentes, com distância mínima de 100 μm entre elas, num total de 50 vilosidades por animal, utilizando-se as imagens capturadas com a objetiva de 10X.
- Largura das Vilosidades – A largura das vilosidades foi medida, tomando-se a média de três pontos das mesmas vilosidades utilizadas na medida da altura, nas regiões apical, média e basal.
- Proporção largura/altura das Vilosidades – Foi determinada através da relação entre altura e a largura de cada vilo em todos os segmentos do intestino delgado (duodeno, jejuno e íleo).
- Profundidade de cripta – Foram selecionadas cinco criptas por secção em 10 secções diferentes, com distância mínima de 100 μm entre elas, total de 50 vilosidades por animal. As imagens utilizadas foram obtidas com objetiva de 10X.
- Relação vilo:cripta - Foi determinada através da relação entre a altura do vilo e a profundidade de cripta deste mesmo vilo em todos os segmentos do intestino delgado (duodeno, jejuno e íleo).

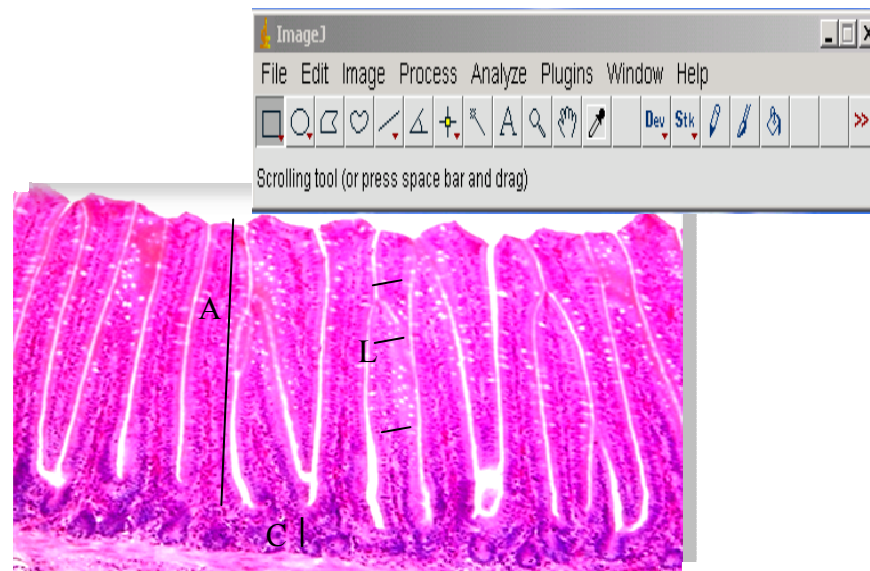


Figura 19 - Ilustração da mensuração das vilosidades (A - Altura e L - Largura) e criptas (C) intestinais de codornas japonesas com a utilização do software Image J.

d) Análise financeira do uso dos diferentes aditivos

Foram considerados para a análise financeira: consumo de ração por tratamento, produção de ovos por tratamento, conversão alimentar por dúzia e por massa por tratamento, custo com ração por tratamento, valor do ovo de codorna pago aos produtores e os custos comumente envolvidos com produção de codornas. Para avaliação dos custos por quilo das rações de cada tratamento foi considerado o preço médio dos ingredientes (milho, farelo de soja, calcário, fosfato bicálcico, óleo de soja, sal comum, mistura mineral e vitamínica, DL-metionina, L-lisina HCl, cloreto de colina e aditivos (preço em dólar convertido em real)) no estado do Rio de Janeiro. Foram obtidos o TIR (taxa interna de retorno), o VPL (valor do produto líquido) e foi calculado o benefício custo do uso dos diferentes aditivos na ração das codornas.

3.6 Análise Estatística

A fase de postura foi avaliada durante dois períodos, de 9 até 23 semanas de idade e de 24 até 39 semanas de idade. As variáveis de desempenho e qualidade dos ovos foram analisadas considerando os períodos, segundo um esquema de parcela subdividida descrita pelo seguinte modelo:

$$Y_{ijk} = m + t_i + p_j + e(i)k + (tp)_{ij} + e_{ijk}$$

Onde:

Y_{ijk} é o valor observado da característica estudada no período j, quando submetido ao tratamento i (i = 1, 2, 3, 4,5) na repetição k;

m é a média de todas as unidades experimentais para a variável em estudo;

t_i é o efeito do tratamento i, sendo i = 1, 2, 3, 4 e 5;

e(i)k é o erro associado a cada observação da parcela, sendo as repetições k = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 e 8;

P_j é o efeito do período j, sendo j = 1 e 2;

(FP)_{ij} é o efeito da interação tratamento i e do período j;

e_{ijk} é o erro associado a cada observação da subparcela.

As variáveis de morfologia intestinal foram analisadas considerando o período total de produção da codorna (de 9 até 39 semanas de idade) conforme o seguinte modelo:

$$Y_{ij} = m + t_i + e_{ij}$$

Onde:

Y_{ij} é o valor observado da característica estudada, no tratamento i (i = 1, 2, 3, 4,5) na repetição j;

m é a média de todas as unidades experimentais para a variável em estudo;

t_i é o efeito do tratamento i no valor observado Y_{ij};

e_{ij} é o erro associado à observação Y_{ij}.

Os resultados foram submetidos à análise de variância utilizando-se o Programa BioEstat®. Posteriormente, para avaliar o efeito dos tratamentos e dos períodos foi

aplicado o teste de Tukey e o teste F a 5% de probabilidade, respectivamente, para comparação de média.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante o período experimental, as médias de temperatura e umidade relativa do ar no interior do galpão foram de 25,3°C e 60,4 %, respectivamente.

4.1 Morfologia Intestinal

A Tabela 6 é referente aos valores de altura, largura, relação largura/altura das vilosidades, profundidade das criptas intestinais e relação vilo:cripta dos diferentes segmentos do intestino delgado (duodeno, jejuno e íleo) de codornas japonesas alimentadas com rações contendo diferentes aditivos durante todo período de produção.

Tabela 6 – Morfologia dos segmentos intestinais de codornas japonesas alimentadas com rações contendo aditivos na fase de produção (9 até 39 semanas de idade)
'Continua'

Tratamentos	Variáveis		
	Altura das vilosidades intestinais (µm)		
	Duodeno	Jejuno	Íleo
Controle	302,251 c	262,372 c	236,160 c
Antibiótico	440,472 a	355,124 a	324,752 a
Prebiótico	411,254 b	322,362 b	293,620 b
Probiótico	412,761 b	325,410 b	294,652 b
Simbiótico	439,616 a	352,751 a	319,536 a
CV %	9,41	7,28	8,11
	Largura das vilosidades intestinais (µm)		
	Duodeno	Jejuno	Íleo
Controle	32,281 c	31,262 c	30,271 c
Antibiótico	46,221 a	44,833 a	42,914 a
Prebiótico	43,642 b	40,137 b	38,336 b
Probiótico	44,352 b	41,662 b	38,291 b
Simbiótico	45,930 a	44,090 a	41,695 a
CV %	7,68	8,34	9,71
	Proporção Largura/Altura das vilosidades intestinais (µm)		
	Duodeno	Jejuno	Íleo
Controle	0,107	0,119	0,128
Antibiótico	0,105	0,126	0,132
Prebiótico	0,106	0,124	0,130
Probiótico	0,107	0,128	0,130
Simbiótico	0,105	0,125	0,131
CV %	9,47	8,65	8,53
	Profundidade das criptas intestinais (µm)		
	Duodeno	Jejuno	Íleo
Controle	49,351 a	45,110 a	43,531 a
Antibiótico	43,544 b	41,678 b	40,015 b
Prebiótico	45,692 b	42,966 b	41,985 b
Probiótico	44,548 b	42,124 b	41,682 b
Simbiótico	44,133 b	42,081 b	40,370 b
CV %	8,62	9,84	9,55

‘Tabela 6. Continuação’

	Relação vilosidade:cripta (μm)		
	Duodeno	Jejuno	Íleo
Controle	6,125 b	5,816 b	5,425 b
Antibiótico	10,116 a	8,521 a	8,116 a
Prebiótico	9,002 a	7,502 a	6,993 a
Probiótico	9,273 a	7,725 a	7,069 a
Simbiótico	9,960 a	8,383 a	7,915 a
CV %	7,96	7,54	8,37

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. CV - coeficiente de variação. Antibiótico - Bacitracina de Zinco; Prebiótico - a base de mananoligossacarídeos e β glucanos; Probiótico - a base de Bacillus subtilis; Simbiótico - prebiótico + probiótico utilizados.

A altura e a largura das vilosidades intestinais em todos os segmentos do intestino delgado das codornas japonesas aumentaram significativamente ($P < 0,05$) após a inclusão dos diferentes aditivos na ração em comparação com o controle. As maiores médias de altura e largura das vilosidades intestinais foram observadas nas codornas que foram suplementadas com antibiótico ou com simbiótico em comparação com os outros tratamentos ($P < 0,05$) (Tabela 6 e Figura 20). O fornecimento de antibióticos melhoradores de desempenho e de simbiótico reduz a carga microbiana patogênica intestinal reduzindo a presença de toxinas e supressão de seus efeitos negativos na mucosa do intestino permitindo melhorias na morfologia intestinal, aumentando a altura e largura dos vilos e também a área de absorção dos nutrientes (BERNSTEN, 1994; PELÍCIA et al., 2004; JUNQUEIRA et al., 2009; ABDELGADER et al., 2012).

Os resultados encontrados na presente pesquisa corroboram com os verificados por Çakir et al. (2008) que ao pesquisarem a influência da suplementação com simbiótico, ácido orgânico e antibiótico sobre a morfologia intestinal de codornas japonesas, observaram aumento na altura das vilosidades nos segmentos do intestino delgado nas codornas suplementadas com os diferentes aditivos em comparação com as do tratamento controle (sem suplementação). Abdelgader et al. (2012) observaram aumento na altura das vilosidades intestinais de galinhas poedeiras após inclusão de simbiótico na ração. Estes autores apontam que a combinação entre probiótico e prebiótico modula a composição da microbiota intestinal, diminuindo o número de bactérias patogênicas e aumentam o número de bactérias benéficas, levando a melhorias na morfologia e na absorção de nutrientes. Ao estudarem os efeitos de diferentes aditivos (prebiótico, probiótico, antibiótico e ácidos orgânicos) sobre a morfologia intestinal de galinhas poedeiras, Shalaei et al. (2014) citam que toxinas produzidas por microrganismos patogênicos podem causar redução na altura das vilosidades intestinais. Seus resultados mostraram que as galinhas suplementadas com antibiótico apresentaram maior altura e largura das vilosidades intestinais em comparação com o tratamento controle.

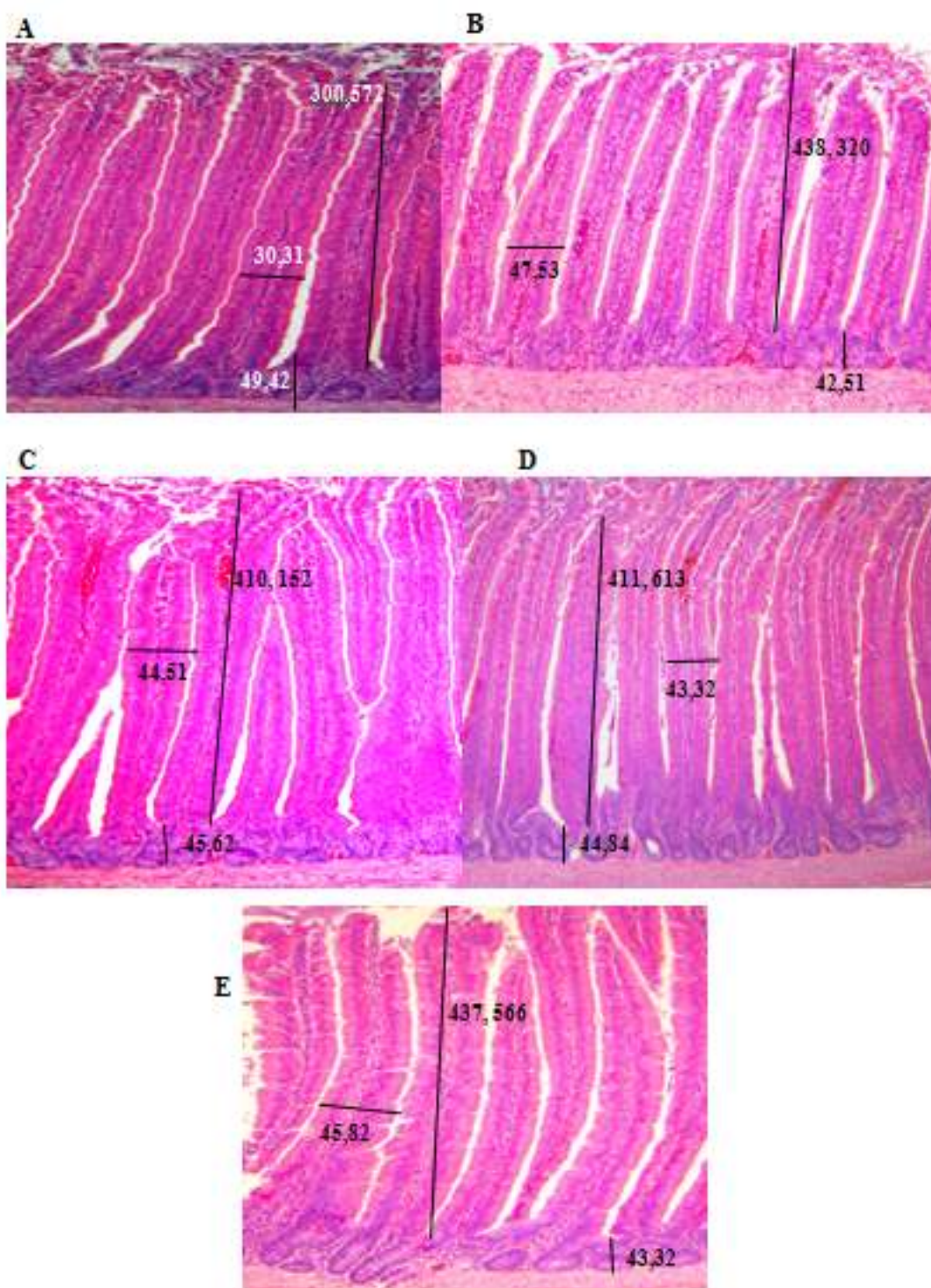


Figura 20 – Fotomicrografia das vilosidades intestinais (duodeno) das codornas japonesas alimentadas com diferentes aditivos (A - controle; B - antibiótico; C - prebiótico; D - probiótico; E - simbiótico). A - evidenciando a altura e largura das vilosidades e profundidade de cripta.

A inclusão de diferentes aditivos na ração de codornas japonesas não afetou ($P>0,05$) a proporção largura/altura das vilosidades intestinais. Segundo a literatura quanto menor a proporção maior a área de absorção intestinal (KISIELINSKI et al., 2002). Lemos et al. (2014) observaram maior proporção largura/altura das vilosidades intestinais após inclusão de prebiótico na ração de codornas japonesas.

A profundidade de cripta em todos os segmentos do intestino delgado diminuiu após a inclusão de diferentes aditivos na ração de codornas japonesas ($P<0,05$) em comparação com o tratamento controle (sem inclusão de aditivos) (Tabela 6). Alterações na profundidade da cripta, como, por exemplo, o aumento de profundidade, pode indicar alta atividade proliferativa celular, que geralmente pode ocorrer como resposta do epitélio a alguma injúria da mucosa e visa manter a altura dos vilos (FURLAN et al., 2004). Uma vez que essa renovação requer energia e proteína, uma menor profundidade de cripta é um bom indicador de saúde intestinal, pois requer poucos nutrientes para renovação celular. Com pouca renovação as células intestinais se tornam mais maduras e conseqüentemente a produção de enzimas digestivas e a absorção de nutrientes é mais eficiente (FURLAN et al., 2004; MARKOVIC et al., 2009; IBRAHIM, 2011).

Semelhante ao verificado na presente pesquisa Bueno et al. (2012) ao avaliarem a influência da suplementação com probiótico sobre a morfologia intestinal de codornas japonesas observaram menor profundidade de cripta nas codornas suplementadas com probiótico quando comparadas com as do tratamento controle (sem suplementação). Ao pesquisarem os efeitos da inclusão de diferentes aditivos zootécnicos (antibiótico, probiótico, prebiótico e ácidos orgânicos) na ração de galinhas poedeiras, Shalaei et al. (2014) também observaram menor profundidade de cripta no jejuno e no íleo nas galinhas suplementadas com estes diferentes aditivos em comparação com o tratamento controle. De outro lado, pesquisando a influência de diferentes níveis de prebiótico sobre a morfologia intestinal de codornas japonesas, Lemos et al. (2013) não observaram efeito significativo sobre a profundidade de cripta.

A relação vilo:cripta foi maior no intestino de codornas alimentadas com rações contendo aditivos ($P<0,05$) em comparação com o tratamento controle (sem inclusão de aditivos) (Tabela 6). O aumento na relação vilo:cripta acompanha o comportamento observado no presente estudo para altura das vilosidades e profundidade das criptas. Uma maior relação vilo:cripta, que é correlacionada com maior altura das vilosidades e menor profundidade de cripta, indica melhor estado de saúde intestinal (JEURISSEN et al., 2002; VIOLA & VIEIRA, 2007). Semelhante ao verificado na presente pesquisa, Shalaei et al. (2014) observaram maior relação vilo:cripta nas galinhas poedeiras suplementadas com probiótico e antibiótico em comparação com as galinhas dos outros tratamentos testados (prebiótico, ácido orgânico e controle). Em contrapartida, Bueno et al. (2012) não observaram efeito da inclusão de probiótico na ração de codornas japonesas sobre a relação vilo:cripta.

4.2 Desempenho

A Tabela 7 é referente aos valores de consumo de ração, produção de ovos, peso médio dos ovos, massa de ovos, conversão alimentar por dúzia e por massa de ovos e viabilidade das codornas japonesas alimentadas com rações suplementadas com diferentes aditivos em dois períodos na fase de produção.

Tabela 7 – Desempenho de codornas japonesas alimentadas com rações suplementadas com diferentes aditivos em dois períodos durante a fase de produção ‘contínua’

Tratamentos	Variáveis		Média
	Consumo de Ração (g/ave/dia)		
	9 a 23 semanas	24 a 39 semanas	
Controle	25,924a	25,552a	25,738
Antibiótico	24,221cA	23,421cB	23,821
Prebiótico	24,694bA	23,922bB	24,308
Probiótico	24,672bA	23,881bB	24,276
Simbiótico	24,198cA	23,340cB	23,769
CV %	6,97	7,61	8,47
Média	24,742	24,023	
Tratamentos	Produção de ovos (%)		Média
	9 a 23 semanas	24 a 39 semanas	
	Controle	90,102bA	
Antibiótico	96,021aA	92,526aB	94,274
Prebiótico	95,981aA	92,961aB	94,471
Probiótico	95,532aA	92,763aB	94,148
Simbiótico	96,140aA	92,921aB	94,531
CV %	5,37	6,28	7,88
Média	94,755	92,079	
Tratamentos	Peso Médio Ovos (g)		Média
	9 a 23 semanas	24 a 39 semanas	
	Controle	11,03bB	
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	Massa de Ovos (g)		Média
	9 a 23 semanas	24 a 39 semanas	
	Controle	9,938bB	
Antibiótico	10,917aB	11,954aA	11,436
Prebiótico	10,807aB	11,918aA	11,363
Probiótico	10,699aB	11,855aA	11,277
Simbiótico	10,912aB	11,885aA	11,398
CV %	6,87	6,19	5,41
Média	10,655	11,678	
Tratamentos	Conversão alimentar por massa de ovos (kg/kg)		Média
	9 a 23 semanas	24 a 39 semanas	
	Controle	2,292aB	
Antibiótico	2,201bB	2,228bA	2,215
Prebiótico	2,210bB	2,246bA	2,228
Probiótico	2,213bB	2,243bA	2,228
Simbiótico	2,208bB	2,231bA	2,219
CV %	6,78	4,48	6,53
Média	2,225	2,262	

‘Tabela 7. Continuação’

Conversão alimentar por dúzia de ovos (kg/dúzia)			Média
	9 a 23 semanas	24 a 39 semanas	
Controle	0,251aB	0,268aA	0,259
Antibiótico	0,223bB	0,241bA	0,232
Prebiótico	0,228bB	0,238bA	0,233
Probiótico	0,227bB	0,237bA	0,232
Simbiótico	0,225bB	0,235bA	0,23
CV %	4,59	6,38	5,32
Média	0,231	0,244	
Viabilidade das aves (%)			Média
	9 a 23 semanas	24 a 39 semanas	
Controle	98,61	98,61	98,61
Antibiótico	99,16	99,16	99,16
Prebiótico	99,44	99,52	99,48
Probiótico	99,45	99,32	99,39
Simbiótico	99,72	99,72	99,72
CV %	6,34	5,21	6,11
Média	99,28	99,27	

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 - 9 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 - a base de mananoligossacarídeos e β glucanos; Probiótico - a base de *Bacillus subtilis*; Simbiótico - prebiótico + probiótico utilizados.

4.2.1 Consumo de ração

Foi verificada interação significativa ($P < 0,05$) entre os diferentes aditivos testados e os períodos analisados (Tabela 7). A inclusão dos aditivos reduziu o consumo de ração ($P < 0,05$) nos dois períodos de produção das codornas em comparação com o tratamento controle. A melhor integridade da mucosa intestinal observada na presente pesquisa nas codornas que receberam aditivos auxiliou na redução do consumo de ração, em função das melhores condições estruturais da mucosa intestinal, que propiciaram melhor área de absorção dos nutrientes, conforme relatos da literatura consultada, justificando dessa forma uma menor necessidade de consumo de ração nessas aves para suprir suas exigências nutricionais, em comparação com as do controle que não receberam aditivos.

A inclusão de antibiótico e de simbiótico mostrou-se mais eficientes em propiciar a redução no consumo de ração que os outros aditivos ($P < 0,05$) nos dois períodos analisados. Resultado que também acompanhou os de melhoria da integridade intestinal nas aves alimentadas com esses mesmos aditivos, justificando dessa forma a melhor eficiência desses aditivos na variável estudada. No que se refere à melhor eficiência observada com a utilização do antibiótico, a literatura consultada (SNOKE & CORNEL, 1965; BERNSTEN, 1994; HUYGHEBAERT & GROOTE, 1997; ABDELGADER et al., 2012) cita que a bacitracina de zinco atua principalmente na redução de bactérias do gênero *Clostridium* e de suas toxinas, as quais provocam efeitos negativos na mucosa intestinal, e com a redução dessa toxinas que causam injúrias à mucosa, a sua integridade melhora e os nutrientes podem ser melhor absorvidos, reduzindo dessa forma o consumo. O melhor efeito observado pela utilização do

simbiótico pode ser justificado pela sua ação potencializadora (probiótico + prebiótico) a qual pode ser mais eficiente na melhoria da qualidade intestinal (PELÍCIA et al., 2004; CAPRILES et al., 2005; JUNQUEIRA et al., 2009).

Analisando os dois períodos produtivos, a inclusão dos aditivos, independente do tipo, foi mais eficiente na redução do consumo de ração (Tabela 7) no período de 24 até 39 semanas de idade quando comparado com o período de 9 até 23 semanas de idade ($P < 0,05$), não sendo observado efeito do período ($P > 0,05$) sobre o consumo de ração das codornas do tratamento controle, em que as codornas mantiveram maior consumo de ração durante toda a produção. Considerando que, conforme a ave envelhece o consumo de ração aumenta devido ao maior peso e maior exigência nutricional requerida pela ave, a incorporação de aditivos à ração pode se constituir em um manejo zootécnico eficaz para a redução de consumo sem impactos negativos no desempenho geral do lote, principalmente nos estágios finais da produção (Figura 21).

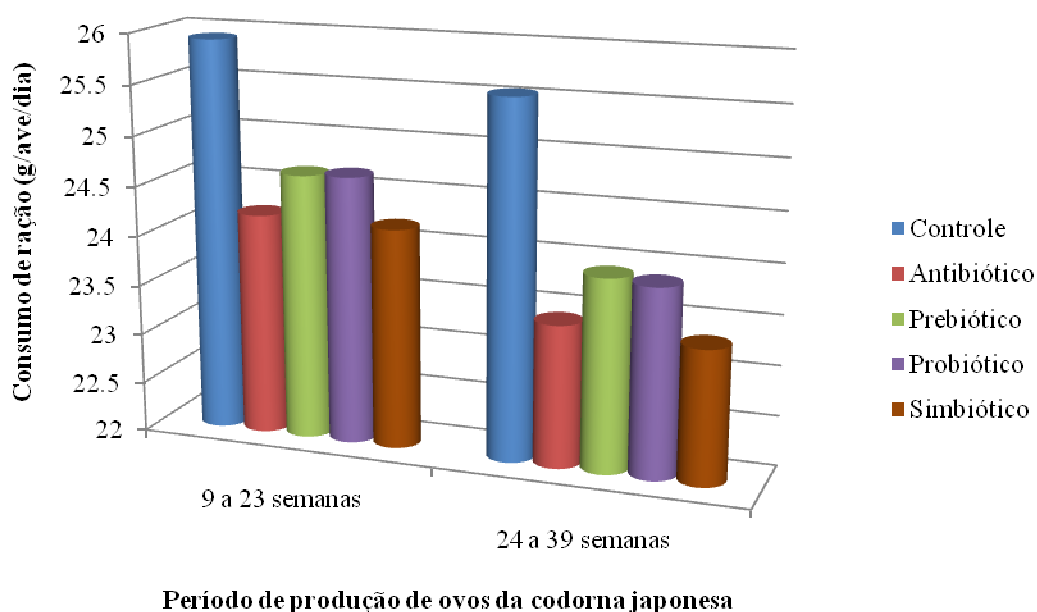


Figura 21 - Consumo de ração das codornas japonesas alimentadas com diferentes aditivos em dois períodos na fase de produção

Menor consumo de ração também foi observado em pesquisa realizada por Babazadeh et al. (2011), ao utilizarem simbiótico e prebiótico na ração de codornas japonesas. Após a inclusão de probiótico, prebiótico e simbiótico na ração, Vahdatpour et al. (2011) e Nikpiran et al. (2013) observaram redução no consumo de ração de codornas quando comparado com o tratamento controle. Outros pesquisadores como no estudo realizado por Çakir et al. (2008) que utilizaram simbiótico, antibiótico e ácido orgânico e Sharifi et al. (2011) trabalhando com simbióticos não observaram redução no consumo de ração.

4.2.2 Produção de ovos

Foi verificada interação significativa ($P < 0,05$) entre os diferentes aditivos testados e os períodos analisados para produção de ovos (Tabela 7; Figura 22). A inclusão dos aditivos aumentou a produção de ovos ($P < 0,05$) nos dois períodos de

produção das codornas em comparação com o tratamento controle. A melhoria das condições da mucosa intestinal, indicada na presente pesquisa pelos resultados da morfologia do intestino, propiciou uma melhor utilização da energia metabolizável e menor estresse, melhor saúde imune e do trato gastrintestinal, maior área de absorção dos nutrientes ingeridos, permitindo assim menor consumo de ração para que as codornas suprissem suas exigências nutricionais para uma maior produção de ovos.

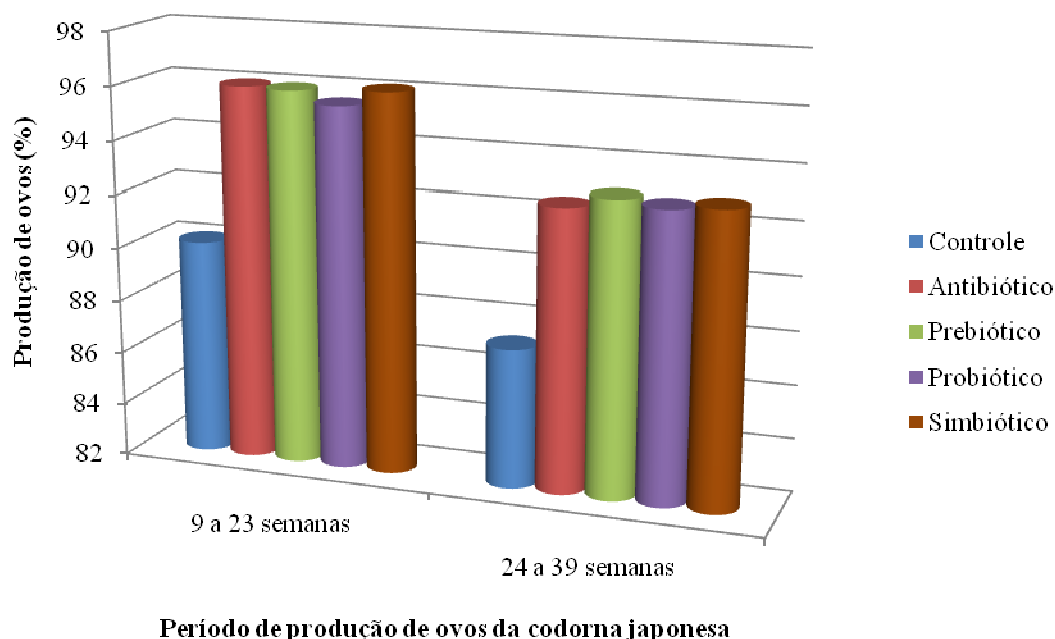


Figura 22 - Produção de ovos de codorna japonesa alimentadas com diferentes aditivos em dois períodos na fase de produção

Analisando os dois períodos produtivos, a inclusão dos aditivos, independente do tipo, foi mais eficaz em proporcionar aumento de produção de ovos (Tabela 7) no período de 9 até 23 semanas de idade quando comparado com o período de 24 até 39 semanas de idade ($P < 0,05$). Indicando o efeito potencializador na produção de ovos provocado pelos aditivos no primeiro período produtivo, que é a fase de maior produtividade dessas aves. Em contrapartida, no segundo período produtivo, em que a porcentagem de produção da codorna tende a cair em função da idade da ave, a utilização dos aditivos foi capaz de promover o aumento da porcentagem produtiva de ovos em comparação com o controle. Ao fornecerem prebiótico na ração de codornas japonesas e prebiótico, probiótico e simbiótico na ração de galinhas poedeiras, Costa et al. (2008) e Abdelgader et al. (2012), respectivamente, observaram aumento na produção de ovos quando comparado com tratamento controle. A utilização de prebiótico em pesquisa realizada por Lemos et al. (2014) e de probiótico por Olgun & Yildiz (2014) também aumentou a produção de ovos de codornas japonesas. Sahin et al. (2008) trabalhando com diferentes níveis de simbiótico e Shalaei et al. (2014) com antibiótico, prebiótico e probiótico não observaram efeito significativo sobre a produção de ovos de codornas.

4.2.3 Peso médio dos ovos

Foi verificada interação significativa ($P < 0,05$) entre os diferentes aditivos testados e os períodos analisados sobre o peso médio de ovos (Tabela 7). A inclusão dos aditivos aumentou o peso médio de ovos ($P < 0,05$) em comparação com o controle nos dois períodos avaliados (Tabela 7; Figura 23). A inclusão de aditivos zootécnicos na dieta das aves de postura permite o rápido desenvolvimento das bactérias benéficas no trato digestivo, e como consequência, há uma melhora no ambiente intestinal, evidenciada pelos resultados de morfologia intestinal observada no presente estudo, como maior altura e largura das vilosidades, menor profundidade de cripta e maior relação vilo:cripta, aumentando a eficiência dos processos digestivos e absorção de nutriente melhorando a utilização de proteína e energia da ração (EDENS, 2003; PELICANO et al., 2004; OLIVEIRA et al., 2007; ZAREI et al., 2011).

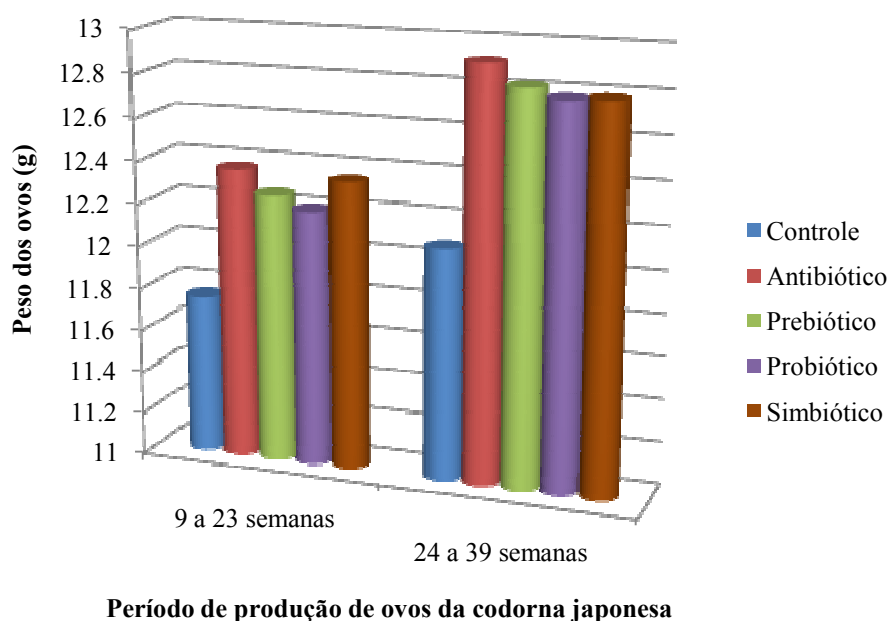


Figura 23 - Peso Médio de ovos de codorna japonesa alimentadas com diferentes aditivos em dois períodos na fase de produção

Analisando os dois períodos produtivos, a inclusão dos aditivos, independente 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 9 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, onde o peso do ovo é menor em virtude da idade da ave, considerando que o peso dos ovos de codorna é uma característica muito apreciada pelo seguimento industrial (WIERMANN et al., 2015), e que de acordo com BERTECHINI (2013) cerca de 43% dos ovos de codorna consumidos no Brasil são comercializados em conserva. A utilização de prebiótico, probiótico e simbiótico para galinhas poedeiras em pesquisa realizada por Zarei et al. (2011) e de prebiótico para codornas japonesas por Iqbal et al. (2015), também aumentou o peso dos ovos produzidos.

4.2.3 Massa de ovos

Foi verificada interação significativa ($P < 0,05$) entre os diferentes aditivos testados e os períodos analisados sobre a massa de ovos (Tabela 7; Figura 24). A inclusão dos aditivos aumentou a massa de ovos produzidos ($P < 0,05$) em comparação com o tratamento controle nos dois períodos avaliados. Analisando os dois períodos produtivos, a inclusão dos aditivos, independente do tipo, foi mais eficiente em promover o aumento de massa dos ovos no período de 24 até 39 semanas de idade quando comparado com o período de 9 até 23 semanas de idade ($P < 0,05$). A massa de ovos relaciona a produção de ovos com o peso médio dos ovos e, portanto acompanhou os resultados observados para peso médio dos ovos, que mesmo com uma menor produção de ovos no período de 24 até 39 semanas de idade, esses ovos estavam mais pesados o que influenciou levando a uma maior massa de ovos produzidos.

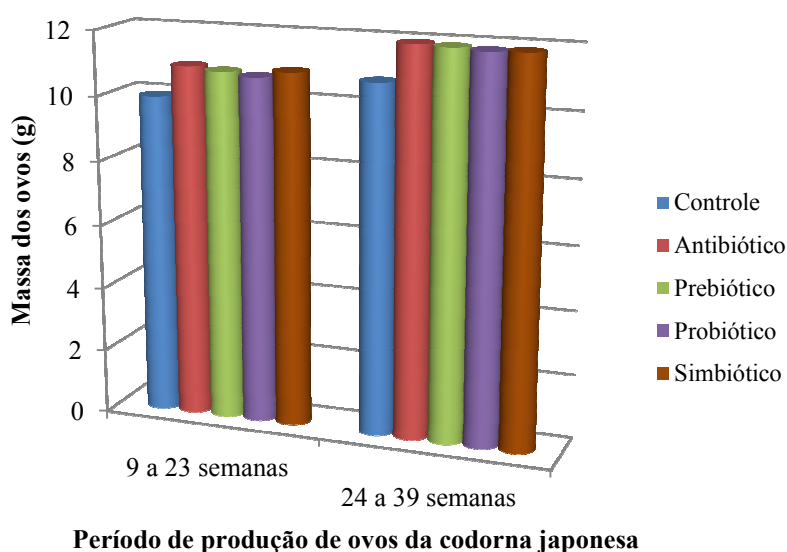


Figura 24 - Massa de ovos de codorna japonesa alimentadas com diferentes aditivos em dois períodos na fase de produção

4.2.4 Viabilidade

Tanto a inclusão dos diferentes aditivos na ração de codornas japonesas quanto o período analisado não afetaram ($P > 0,05$) a viabilidade das codornas. Resultados semelhantes foram encontrados por Babazadeh et al. (2011) que após estudarem os efeitos da inclusão de prebiótico, probiótico e simbiótico na ração de codornas japonesas não observaram efeito significativo sobre a viabilidade dessas aves. A viabilidade das codornas japonesas também não foi influenciada após inclusão de simbiótico na ração em estudo realizado por Silva et al. (2012). Lemos et al. (2014) não observaram influência da inclusão de diferentes níveis de prebiótico sobre essa característica.

4.2.5 Conversão alimentar por dúzia e por massa de ovos

Foi verificada interação significativa ($P < 0,05$) entre os diferentes aditivos testados e os períodos analisados sobre a conversão alimentar tanto por dúzia quanto por massa de ovos. A inclusão dos aditivos melhorou a conversão alimentar por dúzia (kg/dz) e por massa de ovos (kg/kg) ($P < 0,05$) em comparação com o tratamento controle nos dois períodos analisados (Tabela 7; Figura 25 e 26). A conversão alimentar é uma variável que relaciona o consumo de ração com a produção de ovos, portanto variações no consumo de ração e/ou na produção de ovos irão determinar a melhora ou piora na conversão alimentar. No presente estudo, a melhora na conversão alimentar (kg/dz e kg/kg) acompanhou o comportamento observado para consumo de ração e produção de ovos, que foram reflexo da influência positiva na integridade intestinal, promovida pelos aditivos testados durante toda a fase de produção da codorna.

Analisando os dois períodos produtivos, a inclusão dos aditivos, independente do tipo, foi mais eficiente em melhorar a conversão alimentar ($P < 0,05$) no período de 9 até 23 semanas de idade quando comparado com o período de 24 até 39 semanas de idade (Tabela 7 e Figuras 25 e 26). Como ocorre em aves de postura, a conversão é melhor no primeiro período produtivo e piora nas fases finais de produção, portanto esse resultado enfatiza a vantagem da utilização de aditivos zootécnicos que potencializaram a melhoria na conversão na primeira fase produtiva da ave, além de permitirem melhoria desse parâmetro no segundo período que é a fase em que a codorna converte pior.

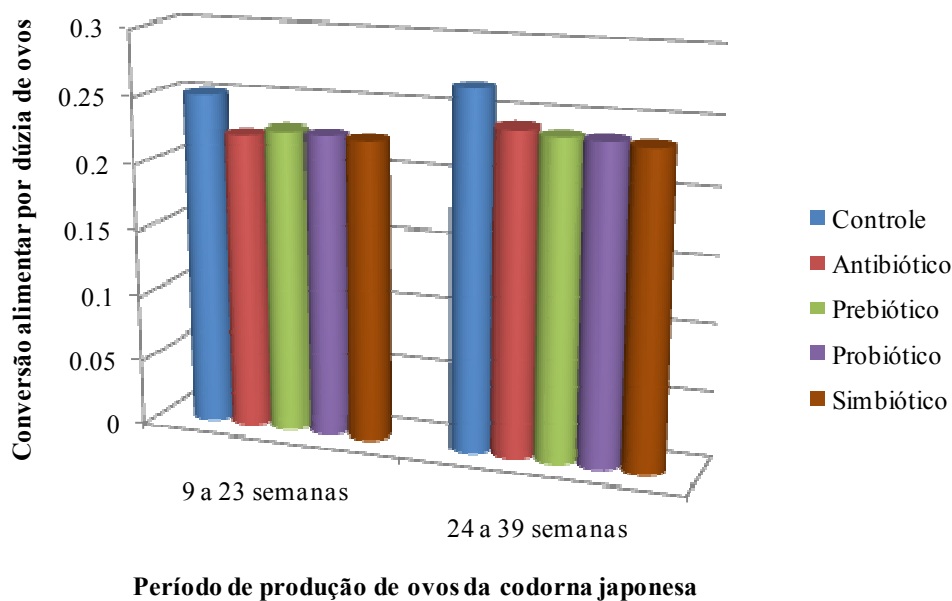


Figura 25 - Conversão alimentar por dúzia de ovos de codornas japonesas alimentadas com diferentes aditivos em dois períodos na fase de produção

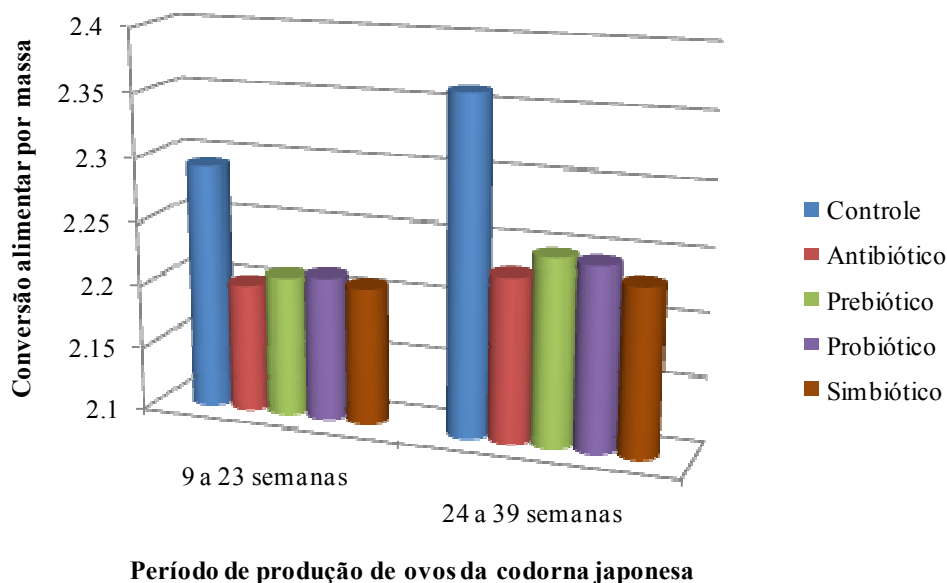


Figura 26 - Conversão alimentar por massa de ovos de codornas japonesas alimentadas com diferentes aditivos em dois períodos na fase de produção

Semelhante ao verificado na presente pesquisa, ao fornecerem prebiótico na ração de codornas japonesas Oliveira et al. (2009) também observaram melhora na conversão alimentar por dúzia de ovos. A utilização de simbiótico por Babazadeh et al. (2011) e de prebiótico e probiótico por Nikpiran et al. (2013) na ração de codornas japonesas melhorou a conversão alimentar por massa. Lemos et al. (2014) após inclusão de prebiótico na ração de codornas e Shalaei et al. (2014) após inclusão de antibiótico, probiótico, prebiótico e ácido orgânico na ração de galinhas poedeiras observaram melhora na conversão alimentar por massa e dúzia de ovos, respectivamente quando comparado com tratamento controle.

4.3 Qualidade dos Ovos

4.3.1 Qualidade interna

A Tabela 8 é referente aos valores médios de unidade Haugh, índice de gema, porcentagem de gema e de albúmen de ovos das codornas japonesas alimentadas com rações suplementadas com diferentes aditivos em dois períodos na fase de produção.

Tabela 8 – Qualidade interna de ovos de codornas japonesas alimentadas com rações suplementadas com diferentes aditivos em dois períodos durante a fase de produção 'continua'

Tratamentos	Variáveis		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

‘Tabela 8. Continuação’

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	
Índice de gema			
	9 a 23 semanas	24 a 39 semanas	Média
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	
Porcentagem de gema			
	9 a 23 semanas	24 a 39 semanas	Média
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	
Porcentagem de albúmen			
	9 a 23 semanas	24 a 39 semanas	Média
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	
Pigmentação da gema			
	9 a 23 semanas	24 a 39 semanas	Média
Controle	4,6	5,0	4,8
Antibiótico	4,2	4,4	4,3
Prebiótico	4,6	4,6	4,6
Probiótico	4,4	4,8	4,6
Simbiótico	4,8	4,6	4,7
CV %	4,93	5,37	7,61
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 - 9 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 - a base de mananoglicosacarídeos e β glucanos; Probiótico - a base de Bacillus subtilis; Simbiótico - prebiótico + probiótico utilizados.

Não foi observado efeito significativo ($P>0,05$) da inclusão dos diferentes aditivos na ração e dos períodos analisados sobre o índice de gema, a porcentagem de albúmen e a pigmentação das gemas dos ovos. A pigmentação da gema é decorrente da

incorporação de xantofilas na gema, principalmente luteína e zeaxantina, pigmentos presentes no milho amarelo fornecidos para as codornas, que são absorvidos no intestino delgado (PÉREZ-VENDRELL et al., 2001; OLIVEIRA et al., 2007). Devido a melhora no aproveitamento dos nutrientes com o uso dos diferentes aditivos (OLIVEIRA et al., 2007), esperava-se que a gema dos ovos das codornas suplementadas com estes aditivos fosse mais pigmentada, isso, porém, não foi observado. Resultados semelhantes foram encontrados por Xu et al. (2006) que ao trabalharem com antibiótico e probiótico para galinhas poedeiras não observaram efeito significativo sobre a pigmentação da gema. Também não foram observados efeitos significativos sobre a porcentagem de albúmen de ovos em pesquisas realizadas por Kalsum et al. (2012) e por Lemos et al. (2014), após inclusão de probiótico e de prebiótico na ração de codornas, respectivamente.

O fornecimento dos aditivos no período de 24 até 39 semanas de idade aumentou ($P < 0,05$) a unidade Haugh dos ovos produzidos em relação ao tratamento controle (Figura 27). No período de 9 até 23 semanas de idade não foi observado efeito dos diferentes aditivos sobre a unidade Haugh ($P > 0,05$). Analisando os dois períodos produtivos, foi observada menor unidade Haugh nos ovos produzidos no período de 24 até 39 semanas de idade quando comparado com os ovos produzidos no período de 9 até 23 semanas de idade para o tratamento controle ($P < 0,05$). Não foi observado efeito dos períodos avaliados sobre a unidade Haugh dos ovos produzidos pelas codornas suplementadas com os diferentes aditivos zootécnicos ($P > 0,05$). Esse resultado evidencia o efeito benéfico dos aditivos sobre a qualidade interna dos ovos, pois eles mantiveram a qualidade dos ovos durante toda a fase de produção (evidenciada pelas médias altas e similares apresentadas na Tabela 9), enquanto que as codornas que não receberam aditivos na ração produziram ovos com pior qualidade no pós pico até final de produção.

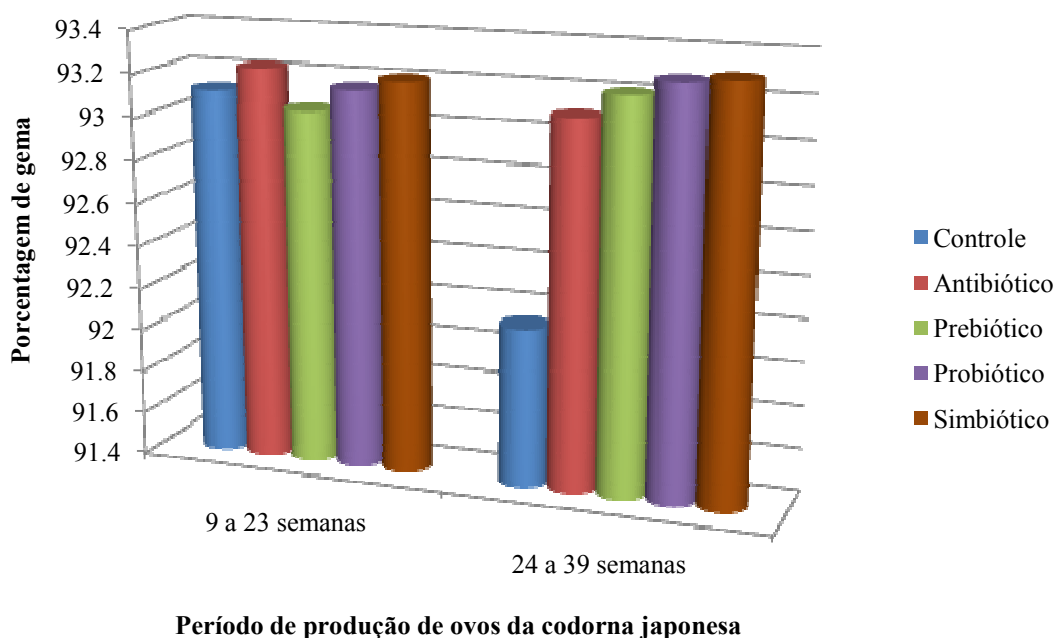


Figura 27 - Unidade Haugh de ovos de codornas japonesas alimentadas com diferentes aditivos em dois períodos na fase de produção

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 (Tabela 8; Figura 28). Os aditivos zootécnicos permitem o rápido desenvolvimento das bactérias benéficas no trato digestivo, e como consequência, há uma melhora no ambiente intestinal aumentando a eficiência dos processos digestivos e absorção de nutriente melhorando a utilização de proteína e energia da ração (EDENS, 2003; PELICANO et al., 2004; OLIVEIRA et al., 2007; ZAREI et al., 2011).

Analisando os dois períodos produtivos, a inclusão dos aditivos, independente 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 9 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 (Tabela 7). Aves mais velhas e em final de produção ovulam em intervalos menores, assim como 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 potencializaram este aumento no segundo período avaliado (Tabela 8), acompanhando os resultados observados para peso e massa de ovos (Tabela 7).

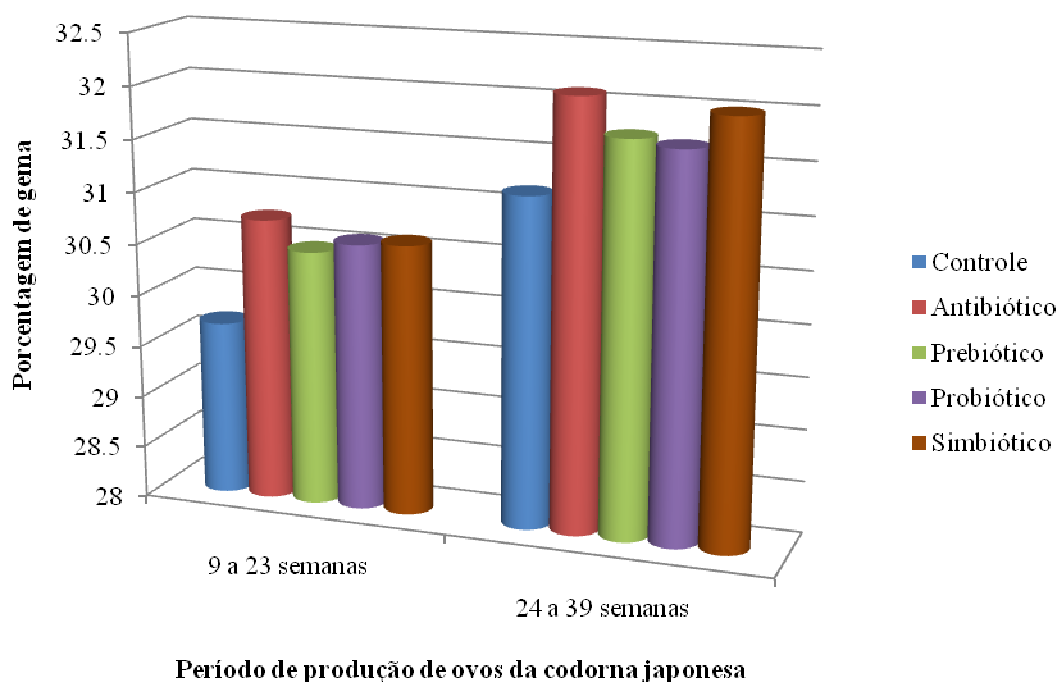


Figura 28 - Porcentagem de gema de ovos de codornas japonesas alimentadas com diferentes aditivos em dois períodos na fase de produção

4.3.2 Qualidade da casca

A tabela 9 é referente aos valores de porcentagem de casca, espessura de casca, com uso do micrômetro e pelo método do MEV, e espessura das camadas da casca

(paliçada, mamilar e membranas da casca) de ovos das codornas japonesas alimentadas com rações suplementadas com diferentes aditivos em dois períodos na fase de produção.

Tabela 9 – Qualidade da casca de ovos de codornas japonesas alimentadas com rações suplementadas com diferentes aditivos em dois períodos durante a fase de produção 'continua'

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	
	Espessura da casca (micrômetro em mm)		Média
	9 a 23 semanas	24 a 39 semanas	
Controle	0,211bA	0,196bB	
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	
	Espessura da casca (MEV em mm)		Média
	9 a 23 semanas	24 a 39 semanas	
Controle	0,214bA	0,199cB	
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	
	Espessura camada paliçada (mm)		Média
	9 a 23 semanas	24 a 39 semanas	
Controle	0,152bA	0,137cB	
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	
	Espessura camada mamilar (mm)		Média
	9 a 23 semanas	24 a 39 semanas	
Controle	0,0314bA	0,0290bB	
Antibiótico	0,0336aA	0,0323aB	0,0329
Prebiótico	0,0339aA	0,0324aB	0,0332

'Tabela 9. Continuação'

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	
	Espessura membranas da casca (mm)		Média
	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 - 9 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 - a base de mananoligossacarídeos e β glucanos; Probiótico - a base de Bacillus subtilis; Simbiótico - prebiótico + probiótico utilizados.

Foi verificada interação significativa ($P < 0,05$) entre os diferentes aditivos testados e os períodos analisados sobre a porcentagem de casca. O fornecimento de aditivos, independente do tipo, aumentou a porcentagem de casca dos ovos ($P < 0,05$) em comparação com o tratamento controle nos dois períodos avaliados (Tabela 9; Figura 29). A melhoria das condições da mucosa intestinal, indicada na presente pesquisa pelos resultados da morfologia do intestino, propiciou uma maior área de aborção dos nutrientes ingeridos, entre eles o cálcio que de acordo com Genchev (2012) representa 99% da casca dos ovos de codorna.

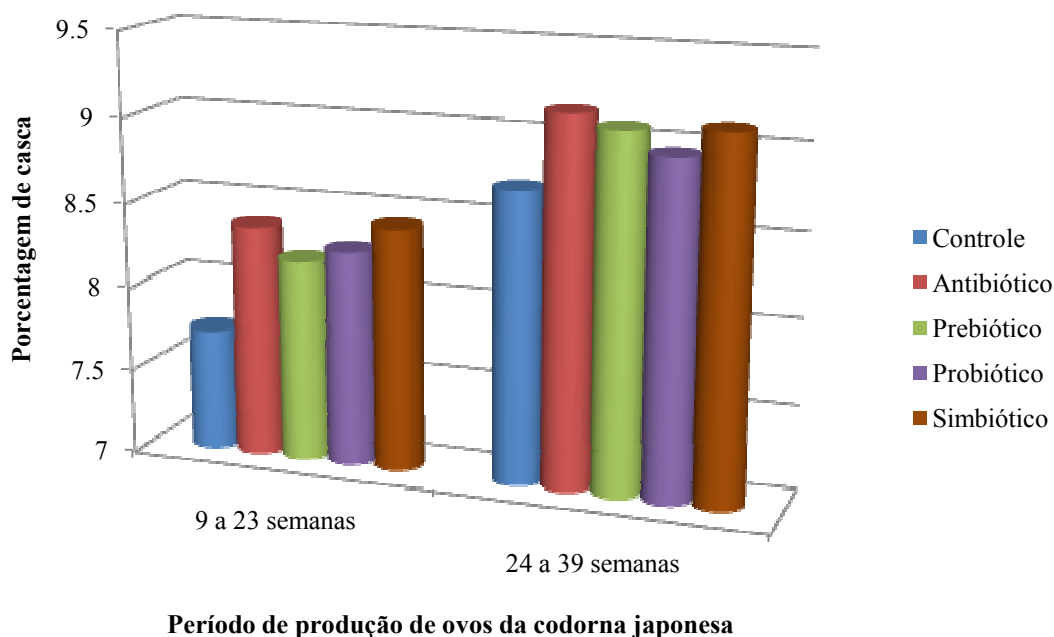


Figura 29 - Porcentagem de casca de ovos de codorna japonesa alimentadas com diferentes aditivos em dois períodos na fase de produção

Analisando os dois períodos produtivos, a inclusão dos aditivos, independente do tipo, aumentou mais significativamente a porcentagem de casca dos ovos das codornas produzidos no período de 24 até 39 semanas de idade quando comparado com o período de 9 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. Baseado nos resultados do presente estudo verificou-se que, assim como ocorreu com o peso do ovo e com a porcentagem de gema, o efeito dos aditivos potencializou o aumento na porcentagem de casca durante o segundo período produtivo da codorna (Tabelas 7 e 8).

Avaliando os efeitos de diferentes níveis de probiótico na ração de codornas japonesas, Ayasan et al. (2006) observaram maior porcentagem de casca nos ovos produzidos pelas codornas suplementadas com o aditivo em comparação com as codornas do grupo controle. Zarei et al. (2011) trabalhando com probiótico, prebiótico e simbiótico para galinhas poedeiras e Lemos et al. (2014) com prebiótico para codornas japonesas também observaram aumento na porcentagem da casca dos ovos em comparação com o tratamento controle.

Foi verificada interação significativa ($P < 0,05$) entre os diferentes aditivos testados e os períodos analisados sobre a espessura da casca medida tanto pelo método manual (micrômetro) quanto pelo método do MEV. Independente do método utilizado, a avaliação da espessura da casca revelou que 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 melhor integridade intestinal observada na presente pesquisa nas codornas que receberam aditivos auxiliou na melhora da qualidade da casca dos ovos, em função das melhores condições estruturais da mucosa, que propiciaram melhor área de absorção dos nutrientes.

A avaliação de espessura da casca pelo MEV permitiu detectar que o fornecimento de antibiótico e de simbiótico 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 antibiótico encontra justificativa na literatura consultada (SNOKE & CORNEL, 1965; BERNSTEN, 1994; HUYGHEBAERT & GROOTE, 1997; 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 provocam efeitos negativos na mucosa intestinal. Com a redução das toxinas que causam injúrias à mucosa, a sua integridade melhora e os nutrientes podem ser melhor absorvidos, entre eles o cálcio, melhorando dessa forma, a qualidade da casca. A utilização do simbiótico proporcionou resultados semelhantes aos do antibiótico em virtude de que este aditivo contém dois componentes (prebiótico e o probiótico) atuando juntos, sendo que um potencializa o outro (PELÍCIA et al., 2004; CAPRILES et al., 2005; JUNQUEIRA et al., 2009). A capacidade que o prebiótico tem de se ligar às fimbrias das bactérias patogênicas, e dessa forma eliminá-las juntamente com o bolo fecal possibilita a colonização intestinal pela microbiota benéfica formada pelos microrganismos já presentes e por aqueles que compõem o probiótico. Dessa forma, melhora a absorção dos nutrientes entre eles o cálcio, que é favorecido quando esses microrganismos fermentam o prebiótico, convertendo-o em ácido graxo de cadeia curta (AGCC), o que reduz 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; ZAFAR et al., 2004; FERKET, 2004).

A melhor qualidade de casca dos ovos que foram produzidos por codornas alimentadas com antibióticos e com simbióticos no segundo período produtivo das

codornas indica que a utilização de simbiótico na ração, nessa fase, seria uma excelente alternativa para a substituição dos antibióticos, objetivando especificamente melhor espessura de casca dos ovos produzidos nas fases finais do período produtivo das aves.

Analisando os dois períodos produtivos (tanto pelo método do micrômetro quanto no método do MEV) a inclusão dos aditivos, independente do tipo, provocou melhor espessura de casca no período de 9 até 23 semanas de idade quando comparado com o período de 24 até 39 semanas de idade ($P < 0,05$). Essa melhor capacidade dos aditivos em melhorar a espessura de casca, neste primeiro período produtivo, onde a taxa de produção de ovos também foi maior, surpreende, pois indica que maior número de ovos foi produzido com melhor qualidade de casca durante o período de maior produtividade desse tipo de ave. Em relação ao segundo período, em que a produtividade foi menor e a qualidade da casca pior, resultado que é justificado pela literatura que cita que conforme a codorna envelhece a qualidade da casca piora e a produção de ovos é reduzida (Sari et al. (2011), a capacidade efetiva da inclusão de aditivos foi relevante, visto que além de provocar aumento da produção de ovos em comparação com o controle, também manteve a espessura da casca mesmo quando a codorna foi se aproximando da fase em que essas aves produzem menos ovos e com pior qualidade de casca.

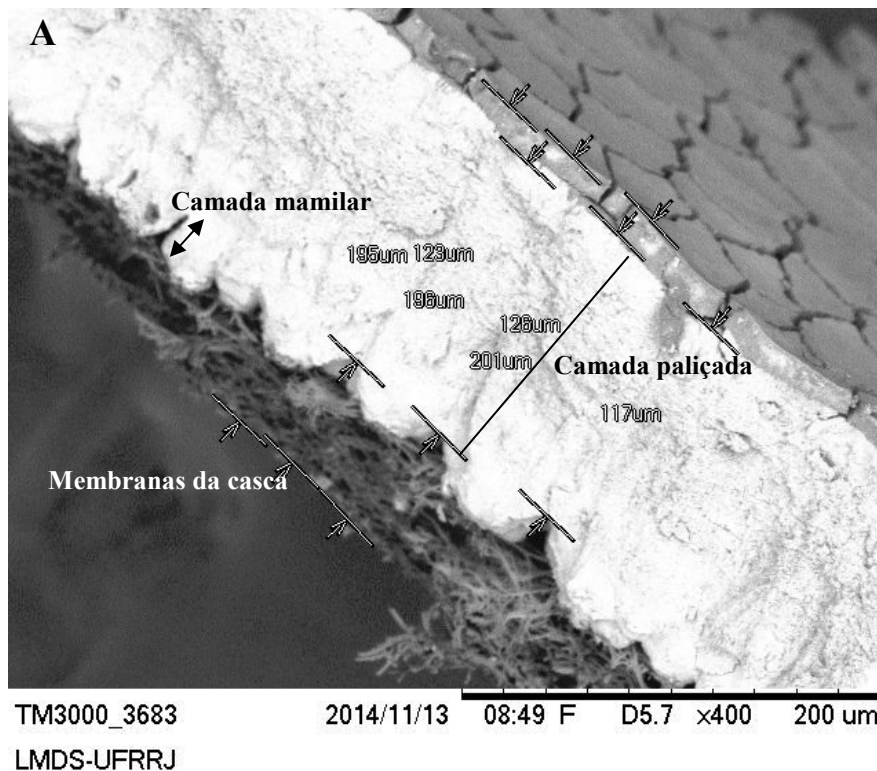
Esses resultados também merecem destaque quando se observa que os valores de espessura de casca encontrados mantiveram-se dentro das faixas encontradas na literatura consultada que descreve faixas de espessura da casca de ovos de codorna em torno de 0,20 a 0,29 mm (YANNAKOPOULOS & TSERVENI-GOUSHI, 1986; POTENÇA et al., 2007; SILVA et al., 2010; LEMOS et al., 2014; IQBAL et al., 2015), no entanto, os ovos produzidos pelas codornas do tratamento controle que não receberam aditivos, não tiveram valores de espessura mantidos dentro da faixa esperada para esse tipo de ovo durante a segunda fase de produção, indicando a vantagem zootécnica da utilização dos aditivos visando a manutenção da espessura da casca de ovos de codorna dentro dos padrões ideais.

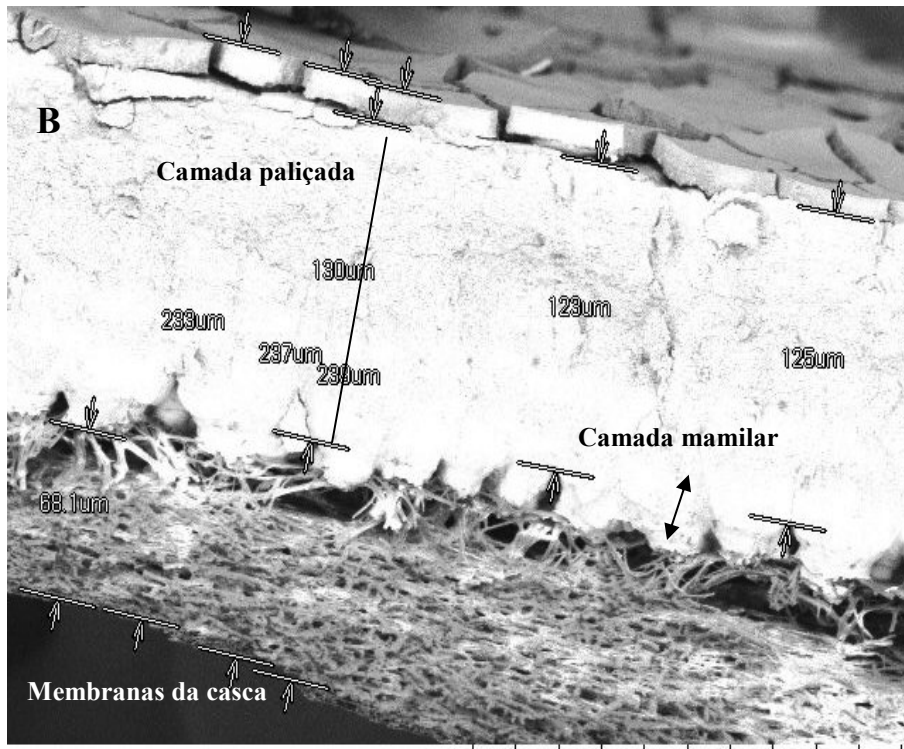
Aumentos na espessura da casca dos ovos de galinhas poedeiras também foram observados em trabalhos realizados com antibiótico e prebiótico por Numazaki (2008); e com probiótico, prebiótico e simbiótico por Zarei et al. (2011). Após inclusão de prebiótico e simbiótico na ração de galinhas poedeiras e de prebiótico na ração de codornas japonesas, Abdelgader et al. (2012) e Lemos et al. (2014), respectivamente, observaram aumento na espessura da casca dos ovos produzidos. Por outro lado, Kalsum et al. (2012) pesquisando os efeitos de diferentes níveis de probiótico sobre a qualidade da casca dos ovos de codornas japonesas não encontraram diferença significativa para espessura da casca dos ovos entre os tratamentos (níveis de probiótico e controle).

Foi verificada interação significativa ($P < 0,05$) entre os diferentes aditivos testados e os períodos analisados sobre a espessura das camadas mamilar e paliçada e membranas da casca. A inclusão dos aditivos, independente do tipo, aumentou ($P < 0,05$) a espessura da camada paliçada, da camada mamilar e das membranas da casca dos ovos de codornas japonesas em relação ao tratamento controle nos dois períodos analisados (9 a 23 semanas e 24 a 39 semanas de idade) (Tabela 9; Figura 30). No período de 24 até 39 semanas de idade, a inclusão de antibiótico ou simbiótico na ração das codornas foi mais eficiente que os outros aditivos (prebiótico e probiótico) 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 (Tabela 9).

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 (FATHI et al., 2007; 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). As membranas da casca, que representam entorno 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 consequentemente de peso, quando comparados com os de galinha (YANNAKOPOULOS & TSERVENIGOUSI, 1986; KEMPS et al., 2006; BARBOSA et al., 2012; SANTOS et al., 2015).

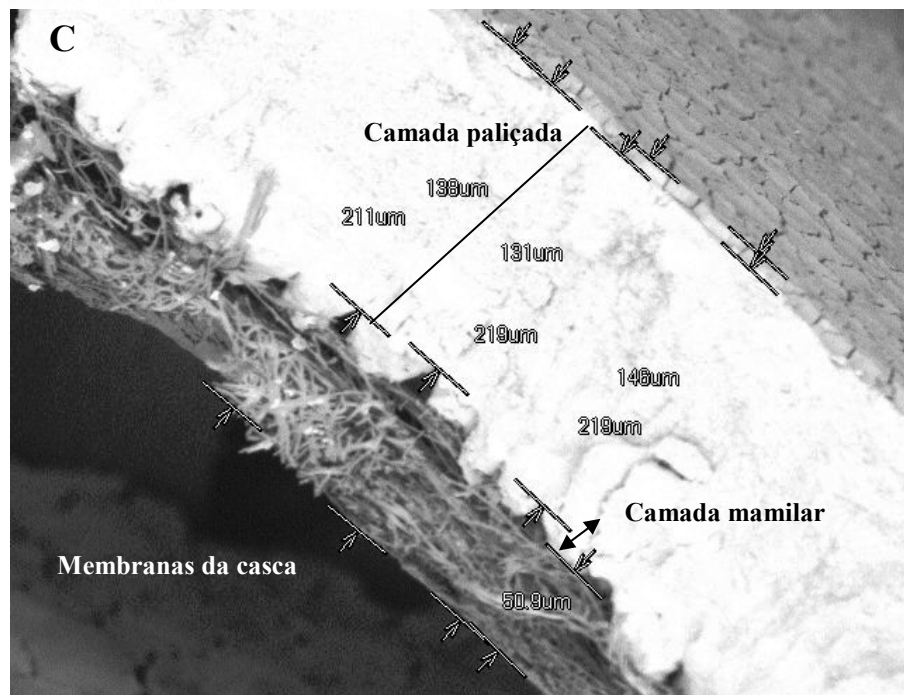
Analisando os dois períodos produtivos, a inclusão dos aditivos, independente do tipo, provocou melhor espessura das camadas paliçada, mamilar e das membranas da casca de ovos no período de 9 até 23 semanas de idade quando comparado com o período de 24 até 39 semanas de idade ($P < 0,05$). A melhor capacidade dos aditivos em melhorar a espessura das camadas da casca acompanhou os resultados para espessura total de casca, onde no primeiro período produtivo, essa maior espessura surpreendeu indicando que maior número de ovos foi produzido com melhor qualidade de casca.





TM3000_3687 2014/11/13 08:55 F D5.0 x400 200 um

LMDS-UFRRJ



TM3000_3602 2014/11/13 06:56 F D5.0 x400 200 um

LMDS-UFRRJ

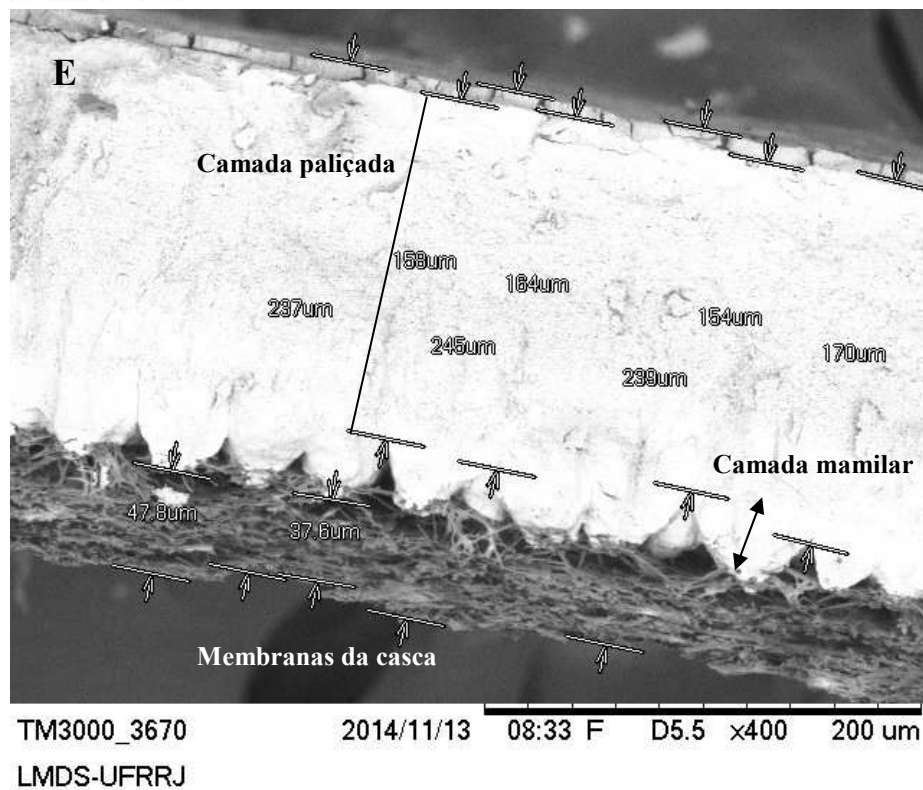
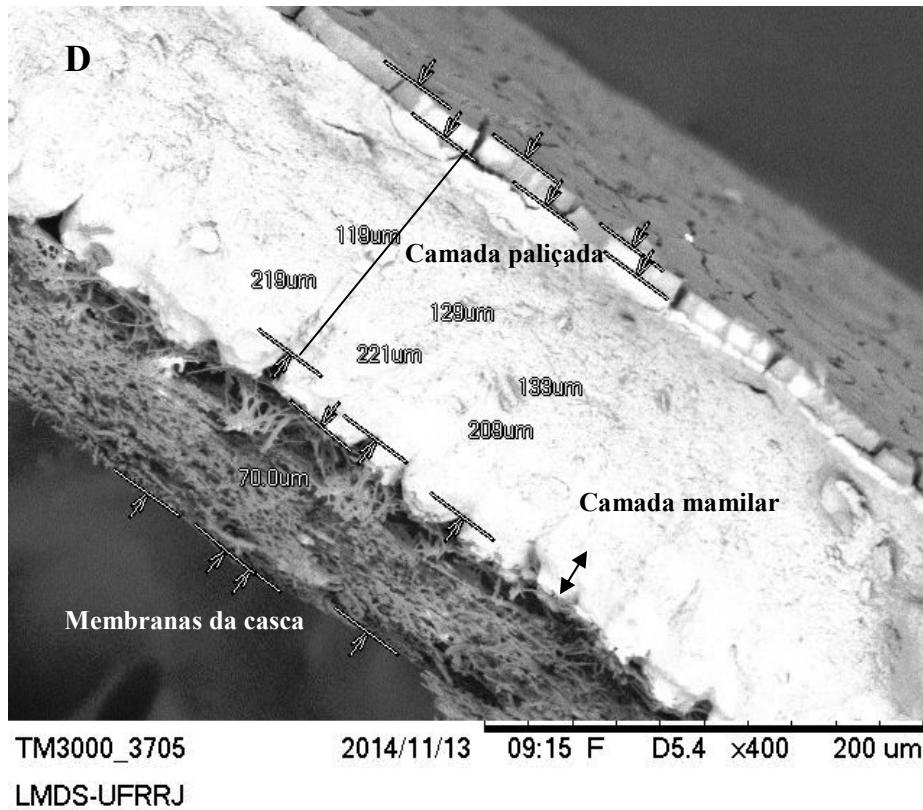


Figura 30 - Microscopia eletrônica de varredura do corte transversal da casca dos ovos de codornas. Setas evidenciando a espessura das camadas da casca e membranas da casca. A) Controle; B) Antibiótico; C) Prebiótico; D) Probiótico; E) Simbiótico

4.4 Análise Financeira

A tabela 10 é referente aos valores de TIR (taxa interna de retorno), VPL (valor presente líquido) e relação B/C (relação benefício custo) do uso de diferentes aditivos na ração das codornas japonesas durante todo o período de produção.

Tabela 10 - Análise financeira da utilização de diferentes aditivos na ração das codornas japonesas durante todo o período de produção (9 a 39 semanas de idade)

Tratamentos	TIR	VPL	Relação B/C
Controle	23,7%	R\$ 85,09	R\$ 1,19
Antibiótico	31,5%	R\$ 117,93	R\$ 1,26
Prebiótico	30,3%	R\$ 113,58	R\$ 1,25
Probiótico	30,5%	R\$ 113,95	R\$ 1,25
Simbiótico	30,9%	R\$ 116,38	R\$ 1,26

A taxa interna de retorno (TIR) em relação à característica produtiva porcentagem de ovos produzidos pelas codornas japonesas foi maior com inclusão de antibiótico na ração em relação aos outros tratamentos. A taxa interna de retorno expressa a lucratividade percentual do projeto sobre o capital investido durante sua vida útil (NORONHA, 1987; HOJI, 2006). Portanto o tratamento que utilizou antibiótico, financeiramente demonstrou uma maior lucratividade em comparação com os outros tratamentos. O segundo tratamento de maior lucratividade foi o que utilizou simbiótico, seguido de probiótico, prebiótico e por último, o tratamento controle.

O valor presente líquido (VPL) apresentou valores positivos para todos os tratamentos testados, que de acordo com Noronha (1987) quando o VPL resultante é positivo o projeto é viável. Segundo Gouvêa et al. (2014), o projeto que produz maior valor de VPL é a opção mais rentável, dessa maneira o uso de antibiótico na ração de codornas japonesas, que levou ao maior VPL (R\$ 117,93), evidenciou maior rentabilidade em relação aos outros tratamentos.

A análise do custo benefício do uso dos diferentes aditivos na ração de codornas japonesas demonstrou que os tratamentos com inclusão de antibiótico e simbiótico foram os mais viáveis financeiramente em relação aos outros tratamentos, pois para cada R\$ 1,00 investido na produção de ovos de codorna obteve-se R\$ 1,26 de retorno, enquanto que no tratamento controle, o qual não teve inclusão de aditivo, para cada R\$ 1,00 investido na produção de ovos de codorna obteve-se R\$ 1,19 de retorno e nos tratamentos com inclusão de prebiótico e probiótico para cada R\$ 1,00 investido na produção de ovos de codorna obteve-se R\$ 1,25 de retorno.

A análise financeira demonstrou que o uso de antibiótico ou de simbiótico na ração das codornas japonesas é mais vantajoso que o uso dos outros aditivos estudados (prebiótico e probiótico). Esta análise fortalece a indicação, com base nos resultados observados para desempenho, da utilização destes aditivos para codornas durante toda a fase de produção. No entanto é importante considerar que os aditivos tais como os probióticos e prebióticos por serem produtos emergentes no mercado quando comparados com os antibióticos melhoradores de desempenho, ainda possuem preços pouco competitivos e que a análise financeira realizada apenas reflete o momento em que o trabalho foi realizado, já que os custos dos ingredientes da ração e aditivos utilizados possuem acentuada oscilação no mercado.

5 CONCLUSÕES

A inclusão de diferentes aditivos (antibiótico, probiótico, prebiótico e simbiótico) na ração melhora o desempenho e a qualidade dos ovos durante toda a fase produtiva (9 até 23 e 24 até 39 semanas de idade) de codornas japonesas, sendo esse efeito potencializado quando as aves recebem os aditivos na ração durante o primeiro período produtivo (9 até 23 semanas de idade).

A inclusão de antibiótico e simbiótico é mais eficaz que a inclusão dos outros aditivos (probiótico e prebiótico) em promover a redução do consumo de ração em todo período produtivo e em melhorar a espessura da casca dos ovos produzidos pelas codornas japonesas durante o segundo período produtivo (24 até 39 semanas de idade), permitindo concluir que o simbiótico pode substituir o antibiótico de forma satisfatória com intuito de melhorar a espessura da casca dos ovos de codorna produzidos no final do período produtivo.

A integridade intestinal das codornas japonesas melhora após a inclusão dos diferentes aditivos testados, independente do tipo.

A análise financeira demonstrou ser mais viável a inclusão de antibiótico ou de simbiótico na ração das codornas japonesas em comparação com os outros aditivos estudados (prebiótico e probiótico).

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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. **Animal Feed Science and Technology**, p.1-9, 2012.

ABPA - Associação Brasileira de Proteína Animal. Relatório Anual. 2015. Disponível em: <http://abpa-br.com.br/setores/avicultura/publicacoes/relatorios-anuais>. Acesso em: outubro de 2015.

ALBINO, L.F.T.; BARRETO, S.L.T. **Codornas: criação de codornas para produção de ovos e carne**. Viçosa, MG: Aprenda Fácil, 2003, 289p.

ALBINO, L.F.T.; FERES, F.A.; DIONIZIO, M.A.; ROSTAGNO, H.S.; VARGAS JUNIOR, J.G.; CARVALHO, D.C.O.; GOMES, P.C.; COSTA, C.H.R. Uso de prebióticos à base de mananoligossacarídeo em rações para frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, p.742-749, 2006.

ALLEONI, A. C. C.; ANTUNES, A. J. Unidade Haugh como medida da qualidade de ovos de galinha armazenados sob refrigeração. **Scientia Agricola**, v. 58, n. 4, p. 681-685, 2001.

ASHGAN, F.E.; SAMAH, H.M. Impact of symbiotic on the immune response of broiler chickens against NDV and IBV vaccines. **Global Journal of Biotechnology & Biochemistry**, v.6, n.4, p.186-191, 2011.

AYASAN T, OZCAN BD, BAYLAN M, CANOGULLARÝ S. The effects of dietary inclusion of probiotic protexin on egg yield parameters of Japanese quails (*Coturnix coturnix Japonica*). **Inter. J. Poult. Sci.**, v. 5, n. 8, p. 776-779, 2006.

AWAD, W.A.; GHAREEB, K.; ABDEL-RAHEEM, S. et al. Effects of dietary inclusion of probiotic and synbiotic on growth performance, organ weights, and intestinal histomorphology of broiler chickens. **Poultry Science**, v.88, n.1, p.49-55, 2009.

BABAZADEH, D.; VAHDATPOUR, T.; NIKPIRAN, H.; JAFARGHOLIPOUR, M.A.; VAHDATPOUR, S. Effects of probiotic, prebiotic and synbiotic intake on blood enzymes and performance of Japanese quails (*Coturnix japonica*). **Indian J. Anim. Sci.**, v.81, p. 870–874, 2011.

BAIN, M.M. Eggshell strength: a relationship between the mechanism of failure and the ultrastructural organization of the mammillary layer. **British Poultry Science**, v.33, p.303-319, 1992.

BARBOSA, V.M.; BAIÃO, N.C.; MENDES, P.M.M.; ROCHA, J.S.R.; POMPEU, M.A.; LARA, L.J.C.; MARTINS, N.R.S.; NELSON, D.L.; MIRANDA, D.J.A.; CUNHA, C.E.; CARDOSO, D.M.; CARDEAL, P.C. Avaliação da qualidade da casca dos ovos provenientes de matrizes pesadas com diferentes idades. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.** v. 64, n. 4, p. 1036-1044, 2012.

BARRETO, M. S. R. **Uso de extratos vegetais como promotores do crescimento em frangos de corte**. 2007, 16f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade de São Paulo/Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2007.

BAUNGARTNER, J. Japanese quail production, breeding and genetics. **World's Poultry Science**, v. 50, p. 228-235, 1994.

BERNARDEAU, M.; VERNOUX, J.P. Overview of differences between microbial feed additives and probiotics for food regarding regulation, growth promotion effects and health properties and consequences for extrapolation of farm animal results to humans. **Clinical Microbiology and Infection**, v.19, n. 4, p. 321-330, 2013.

BERNSTEN, J. O. **The use of Zinc bacitracin**. *World Poult.* v. 10, n. 11, p.41, 1994.

BERTECHINI, A.G. The quail production. In: XXIV World's Poultry Congress. 2012. Salvador: **Anais...** Salvador - Bahia, 2012.

BERTECHINI, A.G. Situação atual e perspectivas da coturnicultura industrial. In: V SIMPÓSIO INTERNACIONAL E IV CONGRESSO BRASILEIRO DE COTURNICULTURA. 2013. Lavras: **Anais...** Lavras - MG, 2013.

BOLELI, I.C., MAIORKA, A., MACARI M. **Estrutura funcional do trato digestório**. In: MacariM., Furlan R.L., Gonzales E., editores. *Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte*. Jaboticabal: Funep; 2002. p. 75-96.

BRASIL, Ministério da Agricultura. Instrução Normativa n.13, de 30 de Novembro de 2004. Regulamento técnico sobre aditivos para produtos destinados à alimentação animal, segundo as boas práticas de fabricação, contendo os procedimentos sobre avaliação de segurança de uso, registro e comercialização, constante dos anexos desta instrução normativa. Brasília, 2004.

BRITTON, W.M. Shell membranes of eggs differing in shell quality from young and old hens. **Poult. Sci.**, v.56, p.647-653, 1977.

BUENO, R.; ALBUQUERQUE, R.; MURAROLLI, V.D.A.; AYA, L.A.H.; RAPOSO, R.S.; BORDIN, R.A. Efeito da influência de probiótico sobre a morfologia intestinal de codornas japonesas. **Braz. J. Vet. Res. Anim. Sci.**, v. 49, n. 2, p. 111-115, 2012.

BURKHOLDER, K. M., THOMPSON, K. L., EINSTEIN, M. E., APPLGATE, T. J., PATTERSON J. A. Influence of stressors on normal intestinal microbiota, intestinal morphology, and susceptibility to salmonella enteritidis colonization in broilers. **Poultry Science**. West Lafayette, v. 87, n. 9, p. 1734–1741, 2008.

ÇABUK, M.; BOZKURT, M.; ALÇIÇEK, A.; ÇATH, A.U.; BASER, K.H.C. Effect of a dietary essential oil mixture on performance of laying hens in the summer season. **South African Journal of Animal Science**, v. 36, n. 4, p. 215-221, 2006.

ÇAKIR S, MIDILLI M, EROL H, SIMSEK N, CINAR M, ALTINTAS A, ALP H, ALTINTAS L, CENGIZA O, ANTALYALI A. Use of combined probiotic-prebiotic, organic acid and avilamycin in diets of Japanese quails. **Revue. Med. Vet.**, v.11, p. 565-569, 2008.

CANTARELLI, V. S., FIALHO, E. T., ZANGERONIMO et al. **Aditivos e coadjuvantes**

biológicos na alimentação de suínos. Texto acadêmico. UFLA, p.5-87, 2005.

CAPRILES, V. D., SILVA, K. E. A., FISBERG, M. Prebióticos, probióticos e simbióticos: nova tendência no mercado de alimentos funcionais. **Nutrição Brasil**, v.4, n.6, p.327-335, 2005.

- CASTANON, J. I. R. History of the use of antibiotic as growth promoters in European poultry feeds. **Poultry science**, v. 86, n. 11, p. 2466-2471, 2007.
- CHIEN, Y.C., HINCKE, M.T.; VALIA, H.; MCKEE, M.D. Ultrastructural matrix–mineral relationships in avian eggshell, and effects of osteopontin on calcite growth in vitro. **J. Struct. Biol.** v. 163, p. 84–99, 2008.
- COLLIGNON P, POWERS JH, CHILLER TM, AIDARA-KANE A, AARESTRUP FM. World Health Organization ranking of antimicrobials according to their importance in human medicine: A critical step for developing risk management strategies for the use of antimicrobials in food production animals. **Clin. Infect. Dis.**, v. 49, p. 132-141, 2009.
- COSTA, F.G.P.; NOBRE, I.S.; SILVA, L.P.G.; GOULART, C.C.; FIGUEIREDO, D.F.; RODRIGUES, V.P. The use of prebiotic and organic minerals in rations for japanese laying quail. **International Journal of Poultry Science**, v.7, n.4, p. 339-343, 2008.
- CROMWELL GL. Why and how antibiotics are used in swine production. **Animal Biotechnol.**, v. 13, p. 7-27, 2002.
- DELZENNE, N.M. Oligosaccharides: state of the art. **Proceedings of Nutrition Society**, v.62, p.177-182, 2003.
- DIAS, M. V. et al. **Pesquisa de mercado com consumidores de ovo de codorna**. In: XVII Congresso de Pós-Graduação da UFLA - I Encontro de Engenharia de Sistemas - IV WORKSHOP de laser e óptica na agricultura, 2008.
- DIBNER, J. J.; RICHARDS, D. Antibiotic Growth Promoters in Agriculture: History and Mode of Action. **Poultry Science**, v. 84, p. 634-643, 2005.
- DIPEOLU, M.A.; ERUVBETINE, D.; OGUNTONA, E.B.; BANKOLE, O.O.; SOWUNMI, K.S. Comparasion of effects of antibiotics and enzyme inclusion in diets of laying birds. **Arch. Zootec.**, v.54, p. 3-11, 2005
- EDENS, F. W. An alternative for antibiotic se in poultry: probiotics. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v. 5, n. 2, p. 75-97, 2003.
- EL-KADER, H.A.M.A.; ALAM, S.S.; NAFEAA, A.A.; MAHROUS, K.F. Influence of dietary supplementation of mannanoligosaccharide (Bio-Mos) prebiotic on the genotoxic and antioxidant status in japanese quail. **Int. J. pharm. Sci. Rev. Res.**, v. 27, n. 2, 289-295, 2014.
- EMARA, O.K.A. **Use of scanning electron microscopy techniques for predicting variations in eggshell quality of chickens**. 2008. 252f. Dissertação (Mestrado), Department of Poultry Production, Faculty of Agriculture, Ain Shams, Alabassya.
- ESTRADA, A.; WILKIE, D.C.; DREW, M. Administration of Bifidobacterium to chicken broilers reduces the number of carcass condenations for cellulitis at the abattoir. **Journal Applied Poultry Research**, v.10, p.329-334, 2001.
- FATHI, M.M.; ZEIN EL-DEIN, A.; EL-SAFETY, S.A. et al. Using scanning electron microscopy to detect the ultrastructural variations in eggshell quality of Fayoumi and Dandarawi chicken breeds. **International Journal of Poultry Science**, v.6, p.236-241, 2007.

FERKET, P.R. PARKS, C.W. GRIMES, J.L. Benefits of dietary antibiotic and mannanoligosaccharide supplementation for poultry. In: Multi-State Poultry Feeding and Nutrition Conference, 2002, Indianapolis. **Proceedings...** Indianapolis: University of Illinois, 2002. 22p.

FERREIRA, A.P.; ASTOLFI-FERREIRA, C.S. **Medidas inespecíficas para controle bacteriano.** In: VII Simpósio Brasil-Sul de Avicultura. Chapecó: NOMV/Embrapa Aves e Suínos, p.56-69, 2006.

FIGUEIREDO, A.N. Qualidade de ovos de codornas japonesas submetidos a diferentes condições de armazenamento. **Dissertação.** Universidade Federal de Alagoas. Rio Largo, Alagoas. 2013.

FLETCHER, D.L.; BRITTON, W.M.; PESTI, G.M. et al. The relationship of layer flock age and egg weight on egg component yields and solids content. **Poultry Science**, v.62, p.1800-1805, 1983.

FLEMMING, F.S. **Utilização de leveduras, probióticos e mananoligossacarídeos (MOS) na alimentação de frangos de corte.** Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos), 11p. Curitiba:UFPR, 2005.

FLICKINGER, E.A.; VAN LOO, J.; FAHEY JR., G.C. Nutritional response to the presence of inulin and oligofructose in the diets of domesticated animals: a review. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v.43, p.19-60, 2003.

FOX, S.M. Probiotics: intestinal inoculants for production animals. **Vet. Med.** v.83, n.8, p.806-830, 1988.

FRASER, A.C.; BAIN, M.M.; SOLOMON, S.E. Transmission electron microscopy of the vertical crystal layer and cuticle of the eggshell of the domestic fowl. **Br. Poult. Sci.** v. 40, p. 626-631, 1999.

FURLAN, R.L.; MACARI, M.; LUQUETTI, B.C. Como avaliar os efeitos do uso de prebióticos, probióticos e flora de exclusão competitiva. In: SIMPÓSIO TÉCNICO DE INCUBAÇÃO, MATRIZES DE CORTE E NUTRIÇÃO, 2004, Balneário Camboriú, Santa Catarina: **Anais...** p. 6-28, 2004.

GARCIA, E. R. M.; ORLANDI, C. C. B.; OLIVEIRA, C. A. L.; CRUZ, F. K.; SANTOS, T. M. B.; OTUTUMI, L. K. Qualidade de ovos de poedeiras semipesadas armazenados em diferentes temperaturas e períodos de estocagem. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.11, n.2, p. 505-518, 2010.

GENCHEV A. Quality and composition of Japanese quail eggs (*Coturnix japonica*). **TJS.** v. 10, p. 91-101, 2012.

GIBSON, G.R.; ROBERFROID, M.B. 1995. Dietary modulation of the human colonic microbiota: introducing the concept of prebiotics. **Journal of Nutrition**, 125: 1401-1412.

GODOI, M.J.S.; ALBINO, L.F.T.; ROSTAGNO, H.S.; GOMES, P.C.; BARRETO, S.L.T.; VARGAS JUNIOR, J.G. Utilização de aditivos em rações formuladas com milho normal e de baixa qualidade para frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.6, p.1005-1011, 2008.

GOUVEA, A. et al. Análise econômica da produção de *Trichogramma pretiosum* Riley em diferentes escalas. **Entomo Brasilis**, v.7, n.1, p. 41-47, 2014.

- GÜÇLÜ, K.B. Effects of probiotic and prebiotic (mannanooligosaccharide) supplementation on performance, egg quality and hatchability in quail breeders. **Ankara Üniv. Vet. Fak. Derg.**, v. 58, p. 27-32, 2011.
- HASSAN, H.A.; EL-NESR, S.S.; OSMAN, A.M.R.; ARRAM, G.A. Ultrastructure of eggshell, egg weight loss and hatching traits of japanese quail varying in eggshell color and pattern using image analysis. **Egyptian Poultry Science Journal**, v.34, p.1-17, 2013.
- HASSANEIN, S.M.; SOLIMAN, N.K. Effect of probiotic (*Saccharomyces cerevisiae*) adding to diets on intestinal microflora and performance of Hy-Line layers hens. **Journal of American Science**, v.6, n. 11, p. 159-169, 2010.
- HINCKE, M.T.; NYS, Y.; GAUTRON, J.; MANN, K.; RODRIGUEZ- NAVARRO, A.B. The eggshell: Structure, composition and mineralization. **Front. Biosci. Special Edition on Biomineralization**, v. 17, p. 1266–1280, 2012.
- HOJI, M. **Administração Financeira: uma abordagem pratica**. 5ª ed. São Paulo: ATLAS, 2006. 525.
- HOOGES, D. Bacillus spore may enhance broiler performance. **Feedstuffs**, v.75, n.3, p.1-5, 2004.
- HUME ME. Historic perspective: Prebiotics, probiotics, and other alternatives to antibiotics. **Poult. Sci.**, v. 90, p. 2663-2669, 2011.
- HUNTON, P. Understanding the architecture of the egg shell. **W. Poult. Sci. J.**, v.51, p.141-147, 1995.
- HUYGHEBAERT, G.; GROOTE, G. The bioefficacy of zinc bacitracin in practical diets for broilers and laying hens. **Poultry Science**, v.76, p. 849-856, 1997.
- HUYGHEBAERT, G. Alternatives for Antibiotics in Poultry.3 rd MID-Atlantic Nutrition Conference. **Proceeding...** Timonium, p. 38-57, 2005.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA ESTATÍSTICA. IBGE. Sistema IBGE de recuperação automática. **Estatística de produção pecuária**, 2014. Disponível em: <<http://www.ibge.com.br>>. Acesso em: 11 de janeiro de 2016.
- IBRAHIM, Z.A. Modulation of immunity and some biological functions of japanese quail by mannan oligosaccharide and B-glucan administration. **Egypt Poultry Science**. v. 31, p. 867-882, 2011.
- IQBAL, M.A.; ROOHI, N.; AKRAM, M.; KHAN, O. Egg quality and egg geometry influenced by mannanooligosaccharides (MOS), a prebiotic supplementation in four closebred flocks of japanese quail breeders (*Coturnix coturnix japonica*). **Pakistan J. Zool.**, v.47, n.3, p.641-648, 2015.
- ITO, N. M. K.; MIYAJI, C. I.; LIMA, E. A.; OKABAYASHI, S. Saúde gastrointestinal, manejo e medidas para controlar as enfermidades gastrointestinais. In: MENDES, A. A.; NÄÄS, I. A.; MACARI, M., 2004.
- JEURISSEN, S. H.M.; LEWIS, F.; KLIS, J.D.V.; MROZ, Z.; REBEL, J.M.J, HUURNE, A. A.H.M. Parameters and Techniques to Determine Intestinal Health of Poultry as Constituted by Immunity, Integrity and Functionality. **Current Issues of Intestinal Microbiology**, v.3, p. 1-14, 2002.
- JIN, L.Z.; HO, Y.W.; ABDULLAH, N. et al. Probiotics in poultry: modes of action. **World Poultry Science Journal**, v.53, n.3, p.351-368, 1997.

JOINT WHO/FAO/OIE. Food and Agricultural Organization/World Health Organization Background document for the Joint WHO/FAO/OIE expert. In: Workshop on nonhuman antimicrobials usage and antimicrobials resistance scientific assessment. Geneva, Switzerland, December 1-5, 117 p., 2003.

JUNQUEIRA, O. M. Uso de aditivos em rações para suínos nas fases de creche, crescimento e terminação. **Revista Brasileira de Zootecnia**. Viçosa v.38, n. 12 Dezembro de 2009.

KALSUM U, SOETANTO H, SJOFJAN O. Influence of a probiotic containing lactobacillus fermentum on the laying performance and egg quality of Japanese quails. **Inter. J. Poult. Sci.**, v. 11, p. 311-315, 2012.

KEMPS, B.J.; GOVAERTS, T.; DE KETELAERE, B. The influence of line and laying period on the relationship between different eggshell and membrane strength parameters. **Poult. Sci.**, v.85, p.1309-1317, 2006.

KHATKAR, M. S.; SANDHU, J. S.; BRAH, G. S. et al. Estimation of egg shell breaking strength from egg characteristics in layer chickens. **Indian Journal of Poultry Science**, v.32, p.111-113, 1997.

KISIELINSKI, K.; WILLIS, S.; PRESCHER, A.; KLOSTERHALFEN, B.; SCHUMPELICK, V.A. Simple new method to calculate small intestine absorptive surface in the rat. **Clinical and Experimental Medicine**, Milão,v.2, p. 131-135, 2002.

KRUGER, M.C.; BROWN, K.E.; COLLETT, G.; LAYTON, L.; SCHOLLUM, L.M. The effect of fructooligosaccharides with various degrees of polymerization on calcium bioavailability in the growing rat. **Experimental Biology and Medicine**, v. 228, p. 683-688, 2003.

KUZMUK, N.K.; SWANSON, K. S.; TAPPENDEN, K. A.; SCHOOK, L. B.; FAHEY JÚNIOR, G.C. Diet and age affect intestinal morphology and large bowel fermentative end product concentration in senior and young adult dogs. **Journal of Nutrition**, v. 135, p. 1940-1945, 2005.

LÁZARO, L. **Cría rentable de codornices: manual teórico-práctico para sua producción y comercialización**. 1ª ed. Buenos Aires: Continente (ed), 2005.

LEACH JR., R. M. **Biochemistry of the organic matrix of the eggshell**. *Poultry Science*, v. 61, p. 2040-2047, 1982.

LEMOES, M.J.; CALIXTO, L.F.L.; NASCIMENTO, A.A.; SALES, A.; SANTOS, M.A.J.; AROUCHA, R.J.N. Morfologia do epitélio intestinal de codornas japonesas alimentadas com parede celular de *Saccharomyces cerevisiae*. **Ciência Rural**, v. 43, n. 12, p. 2221-2227, 2013.

LEMOES, M.J.; CALIXTO, L.F.L.; LIMA, C.A.R.; REIS, T.L.; REGO, R.S.; NAK, S.Y.; AROUCHA, R.J.N. Níveis de prebiótico na dieta sobre o desempenho e a qualidade de ovos de codornas japonesas. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.15, n.3, p. 613-625, 2014.

LIMA, A. C. F. et al. Efeito do uso de probióticos sobre o desempenho e atividade de enzimas digestivas de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.1, p.200-207, 2003.

LIMA, H.J.D.A. Prebiótico na dieta de frangos de corte. **Revista eletrônica Nutritime**, v.5, n.4, p. 599-606, 2008.

LIMA, S.B.P. **Levedura de cana-de-açúcar (*Saccharomyces cerevisiae*) na alimentação de frangos de corte**. 2010. 72f. Tese (Doutorado em zootecnia). Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2010.

LOODDI, M. M. **Probióticos , prebióticos e acidificantes orgânicos em dietas para frangos de corte**, 2003. 52 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias. Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, Jabotical, 2003.

LODDI, M. M.; CARVALHO, T.B.; DIGNER, C.; MOREIRA, N. WITSMISZYN, A.C.; CRUZETA, L. Morfometria do intestino delgado de frangos de corte desafiados com Samonella e suplementados com aditivos. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v. 8, p.178, 2006.

LUQUETTI, B.C.; FARIA FILHO, D.E.; FIGUEIREDO, D. et al. Uso de prebiótico reduz o escore de lesão no intestino delgado de frangos vacinados contra coccidiose. **Revista Brasileira**

de Ciências Avícola, v.7, p.203, 2005.

MACARI, M.; FURLAN, R. L. Probióticos. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 1., 2005, Campinas. **Anais...** Campinas: FACTA, p 53-71. 2005.

MACARI, M.; MAIORKA, A. Função gastrintestinal e seu impacto no rendimento avícola. In: Conferência APINCO’2000 de Ciência e Tecnologia Avícolas, 2000, Campinas. **Anais...**Campinas, FACTA, v.2, 2000, p. 161-174.

MAGALHÃES, A.P.C. **Qualidade de Ovos Comerciais de Acordo com a Integridade da Casca, Tipo de Embalagem e Tempo de Armazenamento**. 2007. 43 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

MANNER, K.; BRONSCH, K. Zur Wirkung von Zinkbacitracin auf des Energieumsatz von Legehennen bei unterschiedlichen Umgebungstemperaturen. **J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.** v. 58, p. 59-74, 1987.

MANNER, K.; K. WANG. Effectiveness of zinc bacitracin on production traits and energy metabolism of heatstressed hens compared with hens kept under moderate temperature. **Poultry Science**, v.70, p.2139–2147, 1991.

MAPA/BRASIL. Instrução Normativa nº 11, de 24/11/2004. Proíbe a fabricação, a importação, a comercialização e o uso da substância química denominada Olaquinox, como promotor de crescimento em animais produtores de alimentos. Diário oficial da República Federativa do Brasil. Brasília, 24 de novembro de 2004.

MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – Grupo de Trabalho 2. Relatório Técnico - **Uso da Avilamicina, da Flavomicina, da Enramicina, da Monensina e da Maduramicina como aditivos de rações para animais**. 31.07.06

MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - **Lista de Aditivos Melhoradores de Desempenho e Anticoccidianos para uso em produtos destinados à alimentação animal registrados no MAPA**, 2015. Disponível em:

http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/Alimenta%C3%A7%C3%A3o%20Animal/ADITIVOS%20AUTORIZADOS%20COMO%20MD%20e%20ANTICOCCIDIANO%202015%20-%2025%20abril%20-%20Portal%20MAPA.pdf. Acesso em: setembro de 2015.

MARINHO, A.L. Qualidade interna e externa de ovos de codorna (*Coturnix japonica*) armazenados em diferentes temperaturas e períodos de estocagem. **Dissertação** (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Alagoas, Rio Largo, 2011.

MARKOVIC, R.; SEFER, D.; KRSTIC, M.; PETRUJKIC, B. Effect of different growth promoters on broiler performance and gut morphology. **Arch Med Vet.** v.41, p.163-169, 2009.

MARQUES, R.H.; GRAVENA, R.A.; SILVA, J.D.T.; HADA, F.H.; SILVA, V.K.; MUNARI, D.P.; MORAES, V.M.B. Camomila como aditivo fitoterápico para codornas na fase de postura. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 11, n. 4, p. 990-998, 2010.

MARQUES, H.L.; ANTUNES, R. **Coturnicultura em expansão**. Avicultura Industrial, Ed. 1244, n.5, p.26-32, 2015.

MARSHALL BM, LEVY SB. Food animals and antimicrobials: Impacts on human health. **Clin. Microbiol. Rev.**, v. 24, p. 718-733, 2011.

MATHEUS, K.M.; BERNSTEIN, J.R.; BUZBY, J.C. **International Trade of Meat/Poultry Products and Food Safety Issues**. Economic Research Service/USDA, p.49-73, 2003.

MATHEW, A.G.; SUTTON, A.L.; SCHEIDT, A.B. Effect of galactan on selected microbial populations and pH and volatile fatty acids in the ileum of the weaning pig. **Journal of Animal Science**, v.71, p. 1503-1509, 1993.

MAZZUCO, H.; HESTER, P. Y. The effect of an induced molt and a second cycle of lay on skeletal integrity of white leghorns. **Poultry Science**, v. 84, n. 5, p. 771-781, 2005.

MENTEN, J.F.M. Aditivos alternativos na nutrição de aves: probióticos e prebióticos. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 38., 2001, Piracicaba. **Anais...**Piracicaba, SBZ, 2001, p.141-157.

MILES, R. D.; JANKY, D.M.; HARMS, R.H. Virginiamycin and laying hen performance. **Poultry Science**, v. 64, p. 139–143, 1985.

MORALES-LÓPEZ, R.; AUCLAIR, E.; GARCIA, F.; ESTEVE-GARCIA, E.; BRUFAU, J. Use of yeast cell walls; β -1, 3/1, 6-glucans; and mannoproteins in broiler chicken diets. **Poultry Science**, v. 88, n. 3, p. 601-607, 2009.

MURAKAMI, A.E.; ARIKI, J. **Produção de codornas japonesas**. Jaboticabal: Funep, 1998.

MURAROLLI, V. D. A. **Efeito de Prebiótico, Probiótico e Simbiótico sobre o Desempenho, Morfologia Intestinal e Imunidade de Frangos de Corte**. 2008. 101p. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, Pirassuninga, 2008.

NAZLIGUL, A.; BARDAKCIOGLU, H.E.; TURKYILMAZ, N.K.; ORAL, D.C. The effect of cage density on egg weight, egg production and feed consumption in Japanese quails. **J. Fac. Vet. Med. Univ.**, v. 27, n. 2, p. 429-438, 2001.

NEPOMUCENO, R.C.; WATANABE, P.H.; FREITAS, E.R.; CRUZ, C.E.B.; PEIXOTO, M.S.M.; SOUZA, M.L. Quality of eggs at different times of storage. **Cienc. anim. bras.**, v.15, n. 4, p. 409-413, 2014.

- NEWMAN, K. Form follows function in picking MOS product. **Feedstuffs**, vol.79, n.04, 2007.
- NIKPIRAN, H.; VAHDATPOUR, T.; BABAZADEH, D.; VAHDATPOUR, S. Effects of *Saccharomyces cerevisiae*, Thepax and their combination on blood enzymes and performance of japanese quails (*Coturnix coturnix*). **The Journal of Animal & Plant Sciences**, v.23, n.2, p.369-379, 2013.
- NORONHA, J.F. 1987. **Projetos agropecuários**. São Paulo: Atlas, 269p.
- NOWACZEWSKI S., KONTECKA H., ROSIŃSKI A., KOBERLING, S.; KORONOWSKI, P. Egg quality of Japanese quail depends on layer age and storage time. **Folia biological (Kraków)**, v. 58, p. 201-207, 2010.
- NUMAZAKI, E.M. **Adição de mananoligossacarídeos e halquinol em dieta de poedeiras Bovans White**. Dissertação (Mestre em ciências agrárias) Universidade de Brasília (Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária), 2008. 57f.
- NYS, Y.; HINCKE, M.T.; ARIAS, J.L.; GARCIA-RUIZ, J.M.; SOLOMON, S.E. Avian eggshell mineralization. **Poult. Avian Biol. Rev.** v. 10, p. 143–166, 1999.
- OLGUN, O., YILDIZ, A.O. Effects od diets including different levels os protein and suplemented with probiotic-enzyme on performance and eggshell quality of laying quails. **Turkish Journal of Agriculture - Food science and technology**, v.2, n. 5, p. 236-241, 214.
- OLIVEIRA, A.M. **Valores energéticos de alguns alimentos e exigências nutricional de lisina para codornas japonesas (*Coturnix coturnix japônica*) em postura**. 1998. 33p. Dissertação (mestrado em Zootecnia), Universidade Estadual de Maringá, 1998.
- OLIVEIRA, R.F.M. de, ZANUSSO, J.T., DONZELE, J.L. Níveis de energia metabolizável para frangos de corte de 1 a 21 dias de idade mantidos em ambiente de alta temperatura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, p.810-816, 2000.
- OLIVEIRA, M.C.; CANCHERINI, L.C.; GRAVENA, R.A.; RIZZO, P.V.; MORAES, V.M.B. Utilização de nutrientes de dietas contendo mananoligossacarídeo e/ou complexo enzimático para frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 4, p. 825-831, 2007.
- OLIVEIRA, M.C.; GONÇALVES, B.N.; MACHADO, M.G.; MACEDO, C.M.R.; PAULA, A.P.; ASSIS, F.A. Qualidade de ovos de codornas alimentadas com dietas que contém mananoligossacarídeos e níveis reduzidos de cálcio. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**. v. 30, n. 3, p. 277-281, 2008.
- OLIVEIRA, M.C.; MACHADO, M.G.; GONÇALVES, B.N.; MACEDO, C.M.R.; ASSIS, F.A. Dietas com mananoligossacarídeo e níveis reduzidos de cálcio para codornas japonesas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.11, p. 2193-2197, 2009.
- OLIVEIRA, B.L.; OLIVEIRA, D.D. **Qualidade e tecnologia de ovos**. Lavras: Ed. UFLA, 2013. 224 p.
- ORHAN, H.; ERENSAYIN, C.; AKTAN, S. Determining egg quality characteristics of Japanese quails (*Coturnix coturnix japonica*) at different ages. **Hayvansal Üretim**, v.42, n.1, p.44-49, 2001.

O'TOOLE, P. W., COONEY, J. Review Article: Probiotic bacteria influence the composition and function of the intestinal microflora. Interdisciplinary perspectives on infectious disease, 9p, 2008.

OTUTUMI, L. K. Uso de probiótico para codorna de corte. 2006. 80 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2006.

PANDA B, SINGH RP. **A decade of research and development on quail**, Research Bulletin, central avian research institute, Izat- Nagar, India, 1990.

PANHELEUX, M.; BRAIN, M.; FERNANDEZ, M. S. et al. Organic matrix composition and ultrastructure of eggshell: a comparative study. **British Poultry Science**, v. 40, p. 240 – 252, 1999.

PARSONS, A.H. Structure of the eggshell. **Poult. Sci.**, v.61, p.2013-2021, 1982.

PASTORE, S.M.; OLIVEIRA, W.P.; MUNIZ, J.C.L. Panorama da coturnicultura no Brasil. **Revista eletrônica Nutritime**, v.9, n.6, p.2041- 2049, 2012.

PEDROSO, A.A.; MORAES, V.M.B.; ARIKI, J. Desempenho e qualidade de ovos de poedeiras de 50 a 66 semanas de idade suplementadas com probiótico. **Ciência Rural**, v. 31, n. 4, p. 683-686, 2001.

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.

PELICANO, E. R. L.; SOUZA, P. A.; SOUZA, H. B. A. Prebióticos e probióticos na nutrição de aves. **Revista Ciências Agrárias e da Saúde**, v.2, n.1 p.59-64, 2002.

PELICANO, E.R.L.; SOUZA, P.A.; SOUZA, H.B.A.; FIGUEIREDO, D.F.; BOIAGO, M.M.; CARVALHO, S.R.; BORDON, V.F. Intestinal mucosa desenvolvimento em broilerchickensfed natural growth promotores. **Revista Brasileira de Ciencia Avicola**. v.7, n.4, 2005.

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.

PELÍCIA, K., MENDES, A.A., SALDANHA, E.S.P.B., PIZZOLANTE, C.C., TAKAHASHI, S.E., MOREIRA, J., GARCIA, R.G., QUINTEIRO, R.R., PAZ, I.C.L.A., KOMIYAMA, C.M. Use of prebiotics and probiotics of bacterial and yeast origin for free-range broiler chickens. v.6:163-169, 2004.

PÉREZ-VENDRELL, A.M.; HERNANDEZ, J.M.; LLAURADO, L. et al. Influence of source and ratio of xanthophyll pigments on broiler chicken pigmentation and performance. **Poultry Science**, v.80, n.3, p.320-326, 2001.

PERSSON, K. **The effect of sodium chloride on eggshell quality in laying hens - A review**. Husdjursvetenskap - Examensarbete, litteraturstudie, SLU, Uppsala, 2009.

PINTO, R.; FERREIRA, A.S.; ALBINO, L.F.T.; GOMES, P.C.; JUNIOR, J.C.V. Níveis de proteína e energia para codornas japonesas em postura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.4, p. 1761-1770, 2002.

POTENÇA, A.; MURAKAMI A.E.; FERNANDES, J.I.M.; BRUNO, L.D. G.; VARELA, E.V. 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).
- PREIS, G.M.; GIRÃO, L.V.C.; LARA, L.J.; ROSTAGNO, M.H. **Aditivos melhoradores de desempenho: O que vem por aí?** Ergomix, 2013. Disponível em: <https://pt.ergomix.com/MA-avicultura/nutricao/artigos/aditivos-melhoradores-desempenho-vem-t1754/141-p0.htm>. Acesso em: 12 de agosto de 2015.
- RADWAN, L.M.; GALAL, A.; FATHI, M.M. et al. Mechanical and ultrastructural properties of eggshell in two egyptian native breeds of chicken. **International Journal of Poultry Science**, v.9, n.1, p.77-81, 2010.
- REIS, L. F. S. D. **Codornizes, criação e exploração**. Lisboa: Agros, 10, p.222, 1980.
- REIS, M.P. **Uso da bacitracina de zinco e do sulfato de colistina como melhoradores de desempenho de frangos de corte**. 2011. 68 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Universidade Federal de Lavras, UFLA, MG, 2011.
- RIBEIRO, C.L.G.; RUTZ, F.; DALLMANN, P.R.; ZAUK, N.F.; SILVEIRA, M.H.D.; GONÇALVES, R.A.S.; ANCIUTI, M.A.; ROSSI, P. Efeito da utilização de mananoligossacarídeos (MOS) e de ácidos orgânicos associados à MOS, com e sem antibióticos, na dieta de poedeiras produtoras de ovos avermelhados. **Ciência Animal Brasileira**, v.11, p.292-300, 2010.
- ROBERFROID M, GIBSON GR, HOYLES L, MCCARTNEY AL, RASTALL R, ROWLAND I, et al. Prebiotic effects: metabolic and health benefits, **British Journal of Nutrition**, v. 104, p. 1-63, 2010.
- ROBERTS, J.R. Factors affecting egg internal quality and egg shell quality in laying hens. **Journal of Poultry Science**, v. 41, p. 161-177, 2004.
- RODRÍGUES-NAVARRO, A.B.; DOMÍNGUEZ-GASCA, N.; MUÑOZ, A.; ORTEGA-HUERTAS, M. Change in the chicken eggshell cuticle with hen age and egg freshness. **Poultry Science**, v.92, p. 3026-3035, 2013.
- ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; DONZELE, J. L.; GOMES, P. C.; OLIVEIRA, R.F.; LOPES, D. C.; FERREIRA, A. S.; BARRETO, S.L.T.; EUCLIDES, R.F. 2011. **Tabelas brasileiras para aves e suínos. Composição de alimentos e exigências nutricionais**. UFV, Viçosa, Brasil, 252pp., 2011.
- RUIVO, A.C.L. **A influência de Mycoplasma gallisepticum na qualidade do ovo**. 2013. 129 f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária). Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias - Lisboa, 2013.
- SAAD, S.M.I. Probióticos e prebióticos: o estado da arte. **Revista Brasileira de Ciência Farmacológica**, vol. 42, n.1, p. 53-69, 2006.
- SAHIN, T.; KAYA, I.; UNAL, Y.; EMAIL, D.A. Die- tary supplementation of probiotics and prebiotics combi- nation on performance, carcass quality and blood para- meters in growing quail. **Journal of animal and veteri- nary**, v. 7, p. 1370-1373, 2008.
- SALAWU, I.S., ORUNMUYI, M.AND OKEZIE, O. The Use of Hotelling T2 Statistic in Comparing the Egg Weight of Quail, Brown Strain of the Commercial and Duck. **Asian Journal of Animal Sciences**, v.1, n.1, p. 53-56, 2007.

- SANTOS, I.I. **Efeitos de probiótico, óleos essenciais, e enzimas em parâmetros produtivos e sanitários de frangos de corte**. 2010. 207f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 2010.
- SANTOS, T.C.; MURAKAMI, A.E.; OLIVEIRA, C.A.L.; MORAES, G.V.; STEFANELLO, C.; CARNEIRO, T.V.; FEITOSA, C.C.G.; KANEKO, I.N. Influence of european quail breeders age on egg quality, incubation, fertility and progeny performance. **Brazilian Journal of Poultry Science**, v.17, n.1, p.49-56, 2015.
- SARCINELLI, M. F.; VENTURINI, K. S.; DA SILVA, L. C. **Características dos ovos**. Universidade Federal do Espírito Santo – UFES Pró-Reitoria de Extensão – Programa Institucional de Extensão. Boletim Técnico. 2007.
- SARI, M.; ISIK, S.; ONK, K.; TILKI, M.; KIRMIZIBAYRAK, T. Effects of layer age and different plumage colors on external and internal egg quality characteristics in japanese quails (*Coturnix coturnix japonica*). **Arch. Geflügelk**, v. 76, n.4, p.254-258, 2012.
- SAUVEUR, B. **El huevo para consumo: bases productivas**. Barcelona: Aedos Editorial, 1993, 377p.
- SCHNEITZ, C. Competitive exclusion in poultry – 30 years of research. **Food control, Guildford**, v.16, p.657 – 667, 2005.
- SEIBEL, N. F.; SCHOFFEN, D. B.; QUEIROZ, M. I.; SOUZA-SOARES, L. A. de. Caracterização sensorial de ovos de codornas alimentadas com dietas modificadas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.30, p.884-889, 2010.
- SEKER I., KUL S., BAYRAKTAR M. Effects of storage period and egg weight of Japanese quail eggs on hatching results (short communication). **Arch. Tierz., Dummerstorf**, v. 48, p. 518-526, 2005.
- SHALAEI, M.; HOSSEINI, S.M.; ZERGANI, E. Effect of different supplements on eggshell quality, some characteristics of gastrointestinal tract and performance of laying hens. **Vet Res Forum - Autumn**, v. 5, n. 4, p. 277-286, 2014.
- SHANAWAY M.M. 1994. Quail production systems. Food and Agriculture Organization of the United Nations Rome, 1-135.
- SHANE, M.S. 2001. Mannan oligosaccharides in poultry nutrition: mechanism and benefits. **Science and technology in the feed industry**, p. 65-77. Nottingham, UK: Nottingham, 2001.
- SHARIFI, M.R.; SHAMS, M.; DASTAR, B.; HOSSEINI, S. The effect of dietary protein and symbiotic on performance parameters, blood characteristics and carcass yields of Japanese quail (*coturnix coturnix japonica*). **Italian Journal of Animal Science**, v. 10, p. 17-21, 2011.
- SILVA, V.K. **Extrato de levedura (*Saccharomyces cerevisiae*) e prebiótico na dieta pré-inicial para frangos de corte criados em diferentes temperaturas**. 2006. 151f. Dissertação (Mestre em Zootecnia) Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Jaboticabal, 2006.
- SILVA, J.D.T. **Passiflora na alimentação de codornas de postura**. Tese (Doutora em Zootecnia) Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita filho” Faculdade de ciências agrárias e veterinária (câmpus de Jaboticabal), 2009. 134f.

- SILVA, L.P.; NORBERG, J.L. Prebióticos na nutrição de não ruminantes. **Ciência Rural**, v. 33, n. 5, p. 983-990, 2003.
- SILVA, J.D.T.; GRAVENA, R.A.; MARQUES, R.H.; SILVA, V.K.; HADA, F.H.; MORAES, V.M.B.; DINIZ, R. Passion flower supplementation in diets of Japanese quail is at rearing and laying periods. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.7, p.1530-1537, 2010.
- SILVA, J.S.T.; MATOS, A.S.; HADA, F.H.; GRAVENA, R.A.; MARQUES, R.H.; MORAES, V.M.B. Simbiótico e extratos naturais na dieta de codornas japonesas na fase de postura. **Revista Ciência Animal Brasileira**, v.13, n.1, p.1-7, 2012.
- SIRIKEN, B.; BAYRAM, I.; ONOL, A.G. Effects of probiotics: alone and in a mixture of Biosacc plus Zinc bacitracin on the caecal microflora of japanese quail. **Research in Veterinary Science**, v.75, p.9-14, 2003.
- SNOKE, J.E.; CORNELL, N. Protoplast lysis and inhibition of growth of *Bacillus licheniformis* by bacitracin. **Journal of Bacteriology**, v.89, n. 2, p. 415-420, 1965.
- SOARES, L.L.P. Painel – **Restrições e uso de aditivos (promotores de crescimento) em ração de aves. Visão do fabricante**. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, Curitiba, 15 a 17 de outubro de 1996. p.27-36.
- SOLOMON, S.E. The eggshell: strength, structure and function. **British Poultry Science**, v.51, p.52-59, 2010.
- STADELMAN, W.J.; COTTERILL, O.J. Egg science and technology. 4. ed. New York: **Food Products Press**, 1995.
- STEFANELLO, C. 2012. 66 f. **Microminerais orgânicos em dietas para poedeiras comerciais**. Dissertação (Mestrado em Zootecnia), Universidade Estadual de Maringá, UEM - PR, 2012.
- SUN, X. **Broiler performance and intestinal alterations when fed drug-free diets**. 2004. Dissertação (Master of Science in Animal and Poultry Science) – Faculty of the Virginia Polytechnic Institute, Blacksburg, 2004. 59f.
- TACO - **Tabela brasileira de composição de alimentos** / NEPA – UNICAMP, 4. ed. Campinas: NEPAUNICAMP, 161 p. 2011.
- TEIXEIRA, E. S. C. **Métodos alternativos de muda forçada em codornas italianas (*Coturnix coturnix*)**. Fortaleza, CE, 2010. 155 f. Tese (Doutorado em Ciências veterinárias) – Faculdade de Veterinária da Universidade Estadual do Ceará.
- TOLIK, D.; POLAWSKA, E.; CHARUTA, A.; NOWACZEWSKI, S.; COOPER, R. Characteristics of egg parts, chemical composition and nutritive value of japanese quail eggs - a Review. **Folia Biologica (Kraków)**, v. 62, n. 4, p. 287-292, 2014.
- TOURNUT, J.R. Probiotics. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35, 1998, Botucatu. **Anais...** Botucatu: SBZ, 1998, p.179-99.
- TRINDADE, B.S. **Parede celular de *Saccharomyces cerevisiae* e Piperina na ração de frangos de corte**. Dissertação (Mestre em Zootecnia) Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2011. 47 f.
- USAMI, M., MIYOSHI, M., KANBARA, Y., AYOAMA, M., SAKAKI, H., SHUNO, K., HIRATA, K., TAKAHASHI, M., UENO, K., TABATA, S., ASAHARA, T.,

NOMOTO, K. Effects of perioperative synbiotic treatment on infectious complications, intestinal integrity and fecal flora and organic acids in hepatic surgery with or without cirrhosis. **Journal of Parenteral and Enteral Nutrition**, v. 35, n. 3, p. 317-328, 2011.

VAHDATPOUR, T.; NIKPIRAN, H.; MOSHAVERI, A.; AHMADZADEH, A.; RIYAZI, S.R.; VAHDATPOUR, S. Effects of active, inactive and compounded *Saccharomyces cerevisiae* on growth-related hormones and performance of japanese quails (*Coturnix japonica*). **African Journal of Biotechnology**, v.10, n.67, p.15205-15211, 2011.

VIEIRA, M.I. **Codorna doméstica**. p.9-11. 1988.

VIOLA, E.S.; VIEIRA, S.L. Suplementação de acidificantes orgânicos e inorgânicos em dietas para frangos de corte: desempenho zootécnico e morfologia intestinal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n. 7, p. 1097-1104, 2007.

WIERMANN, L.A.; DIANA, T.F.; BATISTON, N.R.; BRIGHENTI, C.R.G.; REIS, R.S. Comparação de características dos ovos de codorna processados manualmente e industrialmente. In: XXV Congresso Brasileiro de Zootecnia - Zootec 2015, Fortaleza - CE. **Anais... Zootec 2015**, Fortaleza, CE, 2015.

WISTEDT, A. **Shell formation an bone strength in laying hens. Effects of age, daidzein and exogenous estrogen**. 2013. 73 f. Thesis (Doctor in Anatomy, physiology and biochemistry). Faculty of Veterinary Medicine and Animal Science - Swedish University of Agricultural Sciences - Uppsala, 2013.

YANNAKOPOULOS, A.L.; TSERVENI-GOUSHI, A.S. Quality characteristics of quail eggs. **British Poultry Science**, v. 27, n. 2, p. 171-176, 1986.

YOSHIZAKI, N.; SAITO, H. Changes in shell membranes during the development of quail embryos. **Poultry Science**, v. 81, p. 246-251, 2002.

YOUSEEF, A.W.; HASSAN, H.M.A.; MOHAMED, M.A. Effect of probiotics, prebiotics and organic acids on layer performance and egg quality. **Asian Journal of Poultry Science**, v.7, n.2, p.65-74, 2013.

ZAFAR, T.A.; WEAVER, C.M.; ZHAO, Y.; MARTIN, B.R.; WASTNEY, M.E. Non digestible oligosaccharides increase calcium absorption and suppress bone resorption in ovariectomized rats. **Journal of Nutrition**, v.134, p.399-402, 2004.

ZAKARIA, A. H.; MIYAKI, T.; IMAI, K. The effect of aging on ovarian follicular growth in laying hens. **Poultry Science**, v. 62, n. 4, p. 670-674, 1983.

ZAREI, M.; EHSANI, M.; TORKI, M. Dietary inclusion of probiotics, prebiotics an synbiotic and evaluating performance of laying hens. **American Journal of Agricultural and Biological Sciences**, v.6, n.2, p.249-255, 2011.

ZITA, L.; TÛMOVÁ, E.; ŠTOLC, L. Effects of genotype, age and their interaction on egg quality in brown-egg laying hens. **Acta Veterinaria Brno**, v.78, n.1, p.85-91, 2009.

ZITA, L.; LEDVINKA, Z.; TUMUVA, E.; KLESALOVA, L. Technological quality of eggs in relation to the age of laying hens and japanese quails. **Revista Brasileira de zootecnia**, v.41, n.9, p.2079-2084, 2012.