

UFRRJ
INSTITUTO DE ZOOTECNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

DISSERTAÇÃO

**Parede Celular de *Saccharomyces cerevisiae* na Dieta de Codornas
Japonesas (*Coturnix coturnix japonica*) na Fase de Produção**

Marina Jorge de Lemos

2012



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

**PAREDE CELULAR DE *Saccharomyces cerevisiae* NA DIETA DE
CODORNAS JAPONESAS (*Coturnix coturnix japonica*) NA FASE DE
PRODUÇÃO**

MARINA JORGE DE LEMOS

Sob a Orientação da Professora
Lígia Fátima Lima Calixto

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

Seropédica, RJ
Fevereiro, 2012

636.59084

L557p

T

Lemos, Marina Jorge de, 1986-

Parede celular de Saccharomyces cerevisiae na dieta de codornas japonesas (Coturnix coturnix japonica) na fase de produção / Marina Jorge de Lemos - 2012.
57.f. : il.

Orientador: Lígia Fátima Lima Calixto.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Curso de Pós-Graduação em Zootecnia.

Bibliografia: f. 36-44.

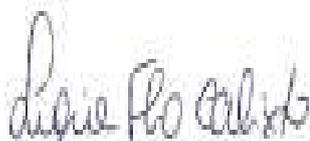
1. Codorna japonesa - Nutrição - Teses.
2. Codorna japonesa - Morfologia - Teses.
3. Codorna japonesa - Alimentos - Teses.
4. Codorna - Ovo - Teses. I. Calixto, Lígia Fátima Lima, 1957-. II. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Curso de Pós-Graduação em Zootecnia. III. Título.

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

MARINA JORGE DE LEMOS

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

DISSERTAÇÃO APROVADA EM 27/02/2012



Lígia Fátima Lima Calixto. Dr^a. UFRRJ
(Orientadora)



Édison José Fassani. Dr. UFRA



Cristina kimie Togashi. Dr^a. UFF

DEDICATÓRIA

*À minha mãe **Regina Célia Jorge** (in memoriam) e ao meu pai **Samuel Elias Ferreira de Lemos** por todo amor, amizade, apoio incondicional, pelos conhecimentos e por serem exemplo de que sonhar e concretizar os sonhos só dependerá de nossa vontade e não devemos nunca desistir de nossos sonhos, uma vez que tudo é possível, desde que sejamos honestos e íntegros de caráter.*

AGRADECIMENTOS

À minha mãe **Regina Jorge** (*in memorian*) pelos ensinamentos, pelo amor e por ser exemplo de mulher guerreira.

Ao meu pai **Samuel Lemos** pelo amor, amizade e dedicação, estando presente em todos os momentos da minha vida, e claro, pela ajuda indispensável no experimento.

Ao **Thiago Braga** pela amizade, pelo amor e por sempre ter acreditado em mim e apoiado os meus sonhos, minhas idéias e até minhas maluquices.

Aos meus irmãos **Elisa Lemos** e **Alexandre Paiva** e avós **Maria de Lourdes Jorge**, **Rosa Lemos**, **Mery Braga** e **Augusto Braga** pelo apoio, amor, amizade, conselhos, confiança e muitos risos, exemplos na minha vida.

Aos tios **Apolônio Braga** e **Vera Braga** e ao meu irmão **Renato Braga**, que sempre acreditaram em mim, pelo apoio, amizade e dedicação.

Ao **Dú Lemos Braga**, pelo companheirismo e amor incondicional, estando presente independente da situação.

À minha orientadora, **Prof. Dra. Lígia Fátima Lima Calixto**, a quem admiro muito, por ter dedicado seu tempo, acreditando em mim, pela nossa grande 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.

À **SAF do Brasil produtos alimentícios Ltda.** Pela doação da Parede Celular de *Saccharomyces cerevisiae* utilizada no experimento.

À amiga **Gisele Fagundes**, pela parceria, incentivo, conselhos, amizade e pela grande contribuição na análise dos dados.

À amiga **Tatiana Pires**, pelo apoio e amizade durante todos estes anos.

Ao amigo **Jenevaldo Barbosa**, pelo apoio e ajuda nas análises estatísticas.

Aos Amigos e Grandes Colaboradores na Execução do Experimento: **Túlio Reis**, **Fabiana Morenz**, **Ramon Rêgo**, **Dwany**, **Daniele Souza**, **Rômulo Aroucha**, **So Yin Nak** e **Izaura**: pela dedicação, competência, amizade e pelos risos.

Aos Professores e/ou Pesquisadores: **Augusto Vidal da Costa Gomes**, **Cristina Amorim Ribeiro de Lima**, **Fernando Augusto Curvello**, **Nelson Jorge Moraes Matos**: pelos ensinamentos e apoio.

Aos professores do departamento de Histologia e Embriologia **Aparecida Alves do Nascimento, Armando Sales e Marcos Antônio José dos Santos**, pela confiança, apoio, ajuda nas análises, pelos ensinamentos e pela amizade.

Ao professor **Dr. Fernando Queiroz de Almeida**, pelo apoio e por todos os conselhos, indispensáveis para realização deste trabalho.

À **Ilza Meirelles** pela assistência técnica e pelos risos e à **Nathália das Neves e Enely Firmiano** pela ajuda no processamento histológico.

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

Aos **Srs. Ismael, Roberto, Sérgio, Pedro Timóteo, Valdeci, Paulo 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 funcionários do laboratório **Marcos, Evandro e Felipe** pela ajuda nas análises e pelo apoio.

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 Animal, em 27 de fevereiro de 2012.

RESUMO

LEMOS, Marina Jorge. **Parede celular de *Saccharomyces Cerevisiae* na dieta de codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*) na fase de produção.** 2012. 44f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Instituto de Zootecnia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2012.

Este trabalho teve como objetivo avaliar o desempenho, a qualidade dos ovos e a morfologia intestinal de codornas japonesas alimentadas com rações contendo cinco níveis de parede celular de *Saccharomyces cerevisiae* (PCSc) em cinco ciclos de 21 dias. Foram utilizadas 400 codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*) com 37 dias de idade, distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado com cinco tratamentos e dez repetições de oito aves cada. Os tratamentos foram: dieta referência sem PCSc (Controle); dieta referência com 0,5 kg/t de PCSc (PCSc0,5); dieta referência com 1,0 kg/t de PCSc (PCSc1); dieta referência com 1,5 kg/t de PCSc (PCSc1,5); dieta referência com 2,0 kg/t de PCSc (PCSc2). As variáveis analisadas para desempenho foram: consumo de ração, produção de ovos, conversão alimentar por dúzia e por massa de ovos, peso médio dos ovos, massa dos ovos e viabilidade; para morfologia intestinal: altura e largura das vilosidades, proporção largura/altura das vilosidades e profundidade de cripta e para qualidade dos ovos: peso do ovo, unidade Haugh, índice de gema, percentagem dos componentes do ovo e espessura de casca. A inclusão de PCSc na ração das codornas aumentou ($P<0,05$) a altura e largura das vilosidades intestinais em todos os segmentos do intestino delgado (duodeno, jejuno e íleo). No nível de 0,5 kg/t a inclusão de PCSc já foi suficiente para a obtenção de resultado positivo na altura das vilosidades, mas o tratamento PCSc1,0 apresentou resultados de médias de altura das vilosidades melhores ($P<0,05$). A inclusão de 1,0 kg/t de PCSc já foi suficiente para a obtenção de resultado positivo na largura das vilosidades, não diferindo significativamente dos tratamentos PCSc1,5 e PCSc2. Foi observada uma diminuição na proporção largura/altura das vilosidades intestinais, onde a maior média foi observada no tratamento controle, que diferiu significativamente ($P<0,05$) de todos os outros tratamentos. Em relação à profundidade de cripta foi observada a maior média no tratamento controle, que diferiu significativamente ($P>0,05$) de todos os outros tratamentos. A inclusão de PCSc na ração de codornas japonesas diminuiu significativamente o consumo de ração, melhorou a conversão alimentar e aumentou significativamente a produção de ovos. Não foram observadas diferenças estatísticas para as outras variáveis de desempenho. A espessura e percentagem de casca apresentaram maiores valores nos tratamentos PCSc1,5 e PCSc2. E a percentagem de gema apresentou maior valor no tratamento PCSc1 e no PCSc1,5, mas a inclusão de 0,5 kg/t de PCSc já foi suficiente para aumentar significativamente a percentagem de gema em relação ao controle. Não foram observadas diferenças estatísticas para as outras variáveis de qualidade dos ovos. A inclusão de 1,5 kg/t de parede celular de *Saccharomyces cerevisiae* na dieta de codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*) na fase de produção promoveu melhora na integridade do epitélio intestinal, além de melhorar a qualidade externa dos ovos e a inclusão de 1,45 kg/t promoveu uma maior produção de ovos e melhor conversão alimentar. Sendo necessária a realização de outras avaliações com o objetivo de ponderar a viabilidade econômica de sua inclusão.

Palavras-chave: morfologia intestinal, MOS, qualidade dos ovos

ABSTRACT

LEMOS, Marina Jorge. **Cell wall of *Saccharomyces cerevisiae* in the diet of Japanese quail (*Coturnix coturnix japonica*) at the production stage.** 2012. 44f. Dissertation (Master Science in Animal Science). Instituto de Zootecnia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2012.

This work aimed to evaluate the performance, quality of eggs and intestinal morphology of Japanese quail fed diets containing five levels of the cell wall of *Saccharomyces cerevisiae* (PCSC) in five cycles of 21 days. 400 Japanese quail (*Coturnix coturnix japonica*) with 37 days of age were used, distributed in a completely randomized design with five treatments and ten replicates of eight birds each. The treatments were: reference diet without PCSC (Control); reference diet with 0,5 kg/t of PCSC (PCSc0,5); reference diet with 1,0 kg/t of PCSC (PCSc1), reference diet with 1,5 kg/t of PCSC (PCSc1,5); reference diet with 2,0 kg/t of PCSC (PCSc2). The variables were analyzed for performance: feed intake, egg production, feed conversion per dozen and egg mass, egg weight, egg mass and viability, for intestinal morphology: villus height and width, width/height villus ratio and crypt depth and for quality of eggs: egg weight, Haugh unit, yolk index, percentage of egg components and shell thickness. The inclusion of PCSC in the quail diet increased ($P < 0,05$) the height and width of the villus in all segments of the small intestine (duodenum, jejunum and ileum). At the level of 0,5 kg/t inclusion of PCSC was enough to obtain positive results in villus height, but the treatment PCSc1 presented results of average villus height higher ($P < 0,05$). The inclusion of 1,0 kg/t of PCSC was enough to obtain a positive result in the width of the villi, did not differ significantly from the treatments PCSc1 and PCSc2. Was observed a decrease in width/height ratio of the intestinal villi, where the higher average was observed in the control treatment, which differed significantly ($P < 0,05$) from all other treatments. In relation to crypt depth was observed the highest average in the control treatment, which differed significantly ($P > 0,05$) from all other treatments. The inclusion of PCSC in Japanese quail ration significantly decreased feed intake, improved feed conversion ratio and significantly increased egg production. No statistical differences were observed for the other performance variables. The thickness and percentage of shell showed higher values in treatments PCSc1,5 and PCSc2. And the percentage of yolk had a higher value in the treatment PCSc1 and PCSc1,5, but the addition of 0,5 kg/t of PCSC was enough to significantly increase the percentage of yolk compared to control. No statistical differences were observed for the other variables of egg quality. The inclusion of 1,5 kg/t of cell wall of *Saccharomyces cerevisiae* in the diet of Japanese quail (*Coturnix coturnix japonica*) for the production phase promoted improvement in the integrity of the intestinal epithelium, besides improving egg shell quality and the inclusion of 1,45 kg/t promoted greater egg production and improved feed conversion. Being necessary to carry out further assessments in order to consider the economic feasibility of its inclusion.

Key words: egg quality, intestinal morphology, MOS

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Características físicas do ovo de codorna x galinha.....	08
Tabela 2 - Composição de nutrientes em 100 gramas de ovo inteiro cru de galinha e codorna.....	08
Tabela 3 - Composição Percentual e Calculada das Rações Experimentais para Codornas Japonesas em Produção.....	13
Tabela 4 - Altura, largura e relação largura/altura das vilosidades intestinais e profundidade das criptas intestinais dos diferentes segmentos intestinais de codornas japonesas alimentadas com rações contendo diferentes níveis de <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	20
Tabela 5 - Desempenho de codornas japonesas em postura alimentadas com rações suplementadas com diferentes níveis de parede celular de <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	26
Tabela 6 - Peso dos ovos e qualidade externa dos ovos produzidos por codornas japonesas na fase de produção alimentadas com rações contendo diferentes níveis de <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	31
Tabela 7 - Qualidade interna dos ovos produzidos por codornas japonesas na fase de produção alimentadas com rações contendo diferentes níveis de <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	33

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Composição e estrutura da parede celular da <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	04
Figura 2 - Ilustração adaptada da ligação do MOS à bactéria patogênica impedindo sua ligação à célula intestinal.....	05
Figura 3 - Vista interna do galpão experimental com as baterias de gaiolas.....	11
Figura 4 - Vista externa do galpão experimental.....	11
Figura 5 - Baterias de gaiolas utilizadas no experimento.....	12
Figura 6 - Determinação da altura do albúmen denso com micrômetro tripé adaptado.....	15
Figura 7 - Determinação do diâmetro da gema com paquímetro analógico Mytutoyo.....	16
Figura 8 - Determinação da espessura da casca com auxílio do micrômetro analógico de pressão Mytutoyo.....	16
Figura 9 - Codorna com intestino exposto após abate.....	17
Figura 10 - Intestino delgado da codorna japonesa imediatamente após coleta.....	17
Figura 11 - Ilustração do programa utilizado para mensuração morfométrica.....	18
Figura 12 - Ilustração da mensuração das vilosidades (Altura – A e Largura – B) e criptas (C) intestinais de codornas japonesas com a utilização do software Image J.....	19
Figura 13 - Altura das vilosidades intestinais (duodeno, jejuno e íleo) em função dos níveis de parede celular de <i>Saccharomyces cerevisiae</i> em codornas japonesas.....	21
Figura 14 - Fotomicrografia das vilosidades intestinais (duodeno) nos diferentes tratamentos.....	22
Figura 15 - Largura das vilosidades intestinais (duodeno, jejuno e íleo) em função dos níveis de parede celular de <i>Saccharomyces cerevisiae</i> em codornas japonesas.....	23
Figura 16 - Proporção largura/altura das vilosidades intestinais (duodeno, jejuno e íleo) em função dos níveis de parede celular de <i>Saccharomyces cerevisiae</i> em codornas japonesas.....	25
Figura 17 - Consumo de ração em função dos níveis de parede celular de <i>Saccharomyces cerevisiae</i> em codornas japonesas.....	27
Figura 18 - Produção de ovos em função dos níveis de parede celular de <i>Saccharomyces cerevisiae</i> em codornas japonesas.....	28

Figura 19 - Conversão alimentar por massa de ovos em função dos níveis de parede celular de <i>Saccharomyces cerevisiae</i> em codornas japonesas.....	30
Figura 20 - Conversão alimentar por dúzia de ovos em função dos níveis de parede celular de <i>Saccharomyces cerevisiae</i> em codornas japonesas.....	30
Figura 21 - Percentagem de casca dos ovos de codornas japonesas em função dos níveis de parede celular de <i>Saccharomyces cerevisiae</i> em codornas japonesas.....	32
Figura 22 - Espessura de casca dos ovos de codornas japonesas em função dos níveis de parede celular de <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	32

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	01
2 REVISÃO DE LITERATURA	02
2.1 Produção de codornas no Brasil.....	02
2.2 Histórico e características das Codornas.....	02
2.3 Prebiótico.....	02
2.4 Morfologia intestinal.....	05
2.5 Estrutura e composição do ovo de codorna.....	07
3 MATERIAL E MÉTODOS	11
3.1 Local e período experimental.....	11
3.2 Animais e delineamento experimental.....	12
3.3 Prebiótico.....	12
3.4 Dieta experimental.....	13
3.5 Manejo experimental.....	14
3.6 Parâmetros avaliados.....	14
3.6.1 Desempenho.....	14
3.6.2 Qualidade dos ovos.....	15
3.6.3 Morfometria das vilosidades e criptas intestinais.....	16
3.7 Análise estatística.....	19
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	20
4.1 Morfometria das vilosidades e criptas intestinais.....	20
4.2 Desempenho.....	26
4.3 Qualidade dos ovos.....	31
5 CONCLUSÃO	35
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	36

1 INTRODUÇÃO

Durante muitos anos no Brasil, a coturnicultura de postura foi considerada uma atividade alternativa para pequenos produtores. Entretanto, devido a algumas características destas aves como o baixo consumo de ração, rápido crescimento, maturidade precoce e alta taxa de postura, a exploração comercial de codornas cresceu e atualmente encontra-se em expansão.

Em 2006, o consumo *per capita* de ovos de codorna no Brasil foi de 12 ovos (OLIVEIRA, 2007), o que demonstra que a demanda desse alimento tem contribuído para o aumento das criações no país. O aumento da produtividade pode ser atribuído ao uso de tecnologias na atividade, ao aproveitamento da infra-estrutura, experiência da avicultura de postura na produção e comercialização e investimentos nas áreas da nutrição, genética e qualidade (SILVA, 2011).

No Brasil, a produção de codornas é predominantemente voltada para a produção de ovos. Sendo a espécie *Coturnix coturnix japonica* a mais difundida no país e utilizada exclusivamente para a produção de ovos (REZENDE et al., 2004). Esta espécie é muito apreciada devido o seu alto potencial para produção de ovos.

Na avicultura moderna o que se busca com os investimentos nas áreas da nutrição, genética e qualidade é a obtenção de alta produtividade, aliada à qualidade dos produtos finais. A produção avícola com alta produtividade a baixo custo é quase impossível sem a utilização de aditivos alimentares (OTUTUMI et al., 2008), dessa forma, buscam-se cada vez mais estratégias alternativas para melhorar o desempenho das aves, como por exemplo, a utilização de prebióticos.

Prebióticos são aditivos zootécnicos não digestíveis que estimulam seletivamente o crescimento de bactérias endógenas como os *Lactobacillus* e *Bifidobacterium*, que beneficiam o hospedeiro (SOLIS de LOS SANTOS et al., 2005). A principal forma de ação dos prebióticos é estimulando o crescimento e/ou ativando o metabolismo de algum grupo de bactérias benéficas do trato gastrointestinal (SILVA & NORBERG, 2003).

Os efeitos resultantes do uso de prebióticos são evidenciados pelo crescimento das populações microbianas benéficas, melhoria das condições luminais, aumento do valor osmótico (IMMERSEEL et al., 2004) e das características anatômicas do trato gastrointestinal, promovendo o aumento da superfície de absorção da mucosa intestinal e ação melhoradora sobre o sistema imune o que, em alguns casos, pode provocar melhoria no desempenho animal (SILVA & NORBERG, 2003).

Um prebiótico que tem sido muito estudado e utilizado é a parede celular de *Saccharomyces cerevisiae*, que é produto da extração do conteúdo celular da levedura e é rica em oligossacarídeo à base de alfa-manose e beta-glucose (KOGAN & KOCHER, 2007), denominado de mananoligossacarídeo (MOS).

Diversas pesquisas sobre o uso de prebióticos foram desenvolvidas com frangos de corte e galinhas poedeiras, no entanto, não se encontram na literatura muitos dados a respeito de seu uso com codornas e, a extrapolação dos resultados obtidos com outras categorias de aves para essa espécie pode não resultar em índices zootécnicos satisfatórios. Neste contexto, objetivou-se com este trabalho avaliar os benefícios da adição da parede celular de *Saccharomyces cerevisiae* e seu melhor nível de inclusão na dieta sobre o desempenho, a qualidade dos ovos e morfologia intestinal de codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*) na fase de produção.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Produção de Codorna no Brasil

No Brasil, a produção de ovos de codorna tem apresentado crescimento intensivo ao longo dos anos. Segundo dados do IBGE, o efetivo de codornas em 2009 foi de 11.485.893 milhões de unidades e a produção de ovos foi equivalente a 192.195 mil dúzias, apresentando aumento de 21,8% com relação ao registrado em 2008 (IBGE, 2009). Esse grande crescimento se deve ao baixo investimento e a pouca mão-de-obra empregada na produção dessas aves (MURAKAMI, 2006).

A região sudeste é a maior produtora nacional de codornas, independentemente da finalidade. Esta região participa com 58,4% dos animais alojados, sendo São Paulo o estado mais importante (IBGE, 2009).

Existem vários fatores que tem contribuído para o aumento da criação de codornas no país, como a mudança dos hábitos alimentares dos brasileiros, com refeições mais rápidas; os ovos primordialmente comercializados “in natura” passaram também a ser processados em indústrias beneficiadoras, originando os chamados ovos descascados ou em conserva, e atendendo o consumo para churrascarias, restaurantes, bares e lanchonetes (FUJIKURA, 2002).

2.2 Histórico e Características das Codornas

As codornas são originárias do norte da África, da Europa e da Ásia, pertencendo à família dos Fasianídeos (Fasianidae) e da sub-família dos Perdicipidae, sendo, portanto, da mesma família das galinhas e perdizes (PINTO et al., 2002). Os japoneses, a partir de 1910 iniciaram estudos e cruzamentos entre as codornas, provindas da Europa, e espécies selvagens, obtendo-se, assim, um tipo domesticado, que passou a se chamar *Coturnix coturnix japonica* ou codorna doméstica. A partir de então, iniciou-se a sua exploração, visando à produção de ovos (PINTO et al., 2002).

A codorna japonesa teria chegado ao Brasil em 1959 pelas mãos de Oscar Molena que tinha como *hobby* a caça desta ave na Itália. Inicialmente, a codorna servia exclusivamente para caça no interior do estado de São Paulo, sendo que somente a partir de 1971 iniciou-se a criação para fins comerciais (MURAKAMI & ARIKI, 1998).

As codornas 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; maturidade sexual precoce, sendo que a postura se inicia aos 40-42 dias de idade (MURAKAMI & ARIKI, 1998); alta produtividade (média de 300 ovos/ano); alta longevidade em produção (14 a 18 meses); baixo investimento e, consequentemente, rápido retorno financeiro (PINTO et al., 2002).

De acordo com Silva (2009) as codornas são aves que apresentam comportamento agitado e nervoso, o qual pode desencadear uma série de comportamentos indesejáveis, como agressão, bicagem das penas e desvio social (SCHMID & WECHSLER, 1997). Além disso, esse estresse pode acarretar distúrbios na microflora intestinal normal ou alterações nas células epiteliais intestinais, as quais podem alterar a permeabilidade da barreira intestinal natural, facilitando a invasão de patógenos e outras substâncias nocivas, modificando o metabolismo, a capacidade de digestão e absorção de nutrientes (HOFSTAD, 1972), o que pode prejudicar o desempenho zootécnico dessas aves.

2.3 Prebiótico

Os prebióticos são oligossacarídeos não-digestíveis que chegam intactos ao intestino grosso, onde são fermentados resultando na produção de ácidos graxos de cadeia curta (AGCC), e constituem fontes de energia para as bactérias e células intestinais (DELZENNE,

2003), estimulando seletivamente o crescimento e/ou atividade de bactérias benéficas no intestino e que não sofrem ação das enzimas digestivas (GIBSON & ROBERFROID, 1995 citados por SOLIS de LOS SANTOS et al., 2005).

Diversas substâncias como carboidratos, peptídeos, lipídeos, fibras e álcoois podem ser classificados como prebióticos, sendo os oligossacarídeos de cadeia curta, como os mananoligossacarídeos (MOS), os frutoligossacarídeos (FOS) e os glucoligossacarídeos (GOS) os mais estudados por apresentarem melhores resultados como prebióticos (GIBSON & ROBERFROID, 1995).

De acordo com Silva & Nornberg (2003) os prebióticos vem sendo utilizados na avicultura como alternativas para manter ou melhorar o desempenho animal e a qualidade do produto final, com o objetivo de manter o equilíbrio benéfico da microbiota intestinal, especialmente em animais jovens ou em condições de estresse.

De modo geral, as pesquisas relatam três respostas distintas quanto ao uso dos prebióticos na alimentação animal. A primeira refere-se à modulação benéfica da microbiota nativa presente no hospedeiro. A segunda é a sua possível ação melhoradora sobre o sistema imune e sobre certos aspectos anatômicos do sistema digestivo. Os prebióticos promovem o crescimento populacional de bactérias benéficas (*Lactobacillus* e *Bifidobacterium*), que tem a capacidade de produzir substâncias com propriedades imunoestimulatórias e interagir com o sistema imune em vários níveis, incluindo a produção de citocinas, a proliferação de células mononucleares, a fagocitose macrófaga, a eliminação e a indução da síntese de grandes quantidades de imunoglobulinas, em especial, as Imunoglobulinas A (IgA). A terceira resposta é consequência direta destas duas primeiras, e demonstra a influência do uso destes compostos sobre o desempenho animal (SILVA & NORBERG, 2003).

Algumas características desejáveis de um prebiótico foram descritas por Gibson & Roberfroid (1995), entre as quais se destacam: não deve ser metabolizado ou absorvido durante a passagem pelo trato digestivo superior; deve servir de substrato para as bactérias intestinais benéficas que serão estimuladas a crescer e/ou tornar-se metabolicamente ativas; possuir capacidade de alterar a microbiota intestinal de forma benéfica ao hospedeiro; induzir efeitos benéficos sistêmicos ou no intestino do hospedeiro.

De acordo com Silva & Nornberg (2003) foi constatado que, apesar de existirem vários compostos resistentes à digestão por ácidos, sais e enzimas produzidos pelo organismo animal, mas potencialmente fermentáveis (celulose, hemiceluloses, amido resistente, oligossacarídeos, compostos fenólicos, etc.), nem todos os prebióticos agiam como estimuladores no desenvolvimento dos microrganismos benéficos no trato gastrointestinal (TGI). Ou seja, o fato de não serem digestíveis, mas fermentáveis, não significava que iriam atuar como prebióticos (MACFARLANE & CUMMINGS, 1999). Neste contexto, os oligossacarídeos não digestíveis tem sido preferencialmente usados como prebióticos devido a sua maior seletividade fermentativa (MOSENTHIN & BAUER, 2000).

Um prebiótico que tem sido muito estudado e utilizado atualmente é a parede celular de *Saccharomyces cerevisiae* (MACARI & FURLAN, 2005) que é produto da extração do conteúdo celular da levedura *S. cerevisiae*, fungo unicelular aeróbio obrigatório ou anaeróbio facultativo, utilizada pelos homens há milhares de anos para produção de alimentos e bebidas. Ela é uma das leveduras mais antigas utilizadas na alimentação animal e é descrita na literatura por trazer benefícios a nível sistêmico, melhorando o ganho de peso (ZANG et al., 2005), o consumo de alimentos e a conversão alimentar (SANTIN et al., 2001).

A parede celular de *S. cerevisiae* é considerada um aditivo zootécnico equilibrador da microbiota intestinal (COMPÊNDIO BRASILEIRO DE ALIMENTAÇÃO ANIMAL, 2009) não digerível no trato digestivo superior, chegando desta forma intacta ao intestino podendo promover benefícios ao animal. Essa parede (Figura 1) é rica em um oligossacarídeo a base de

alfa-manose e beta-glicose (KOGAN & KOCHER, 2007), chamado de mananoligossacarídeo (MOS).

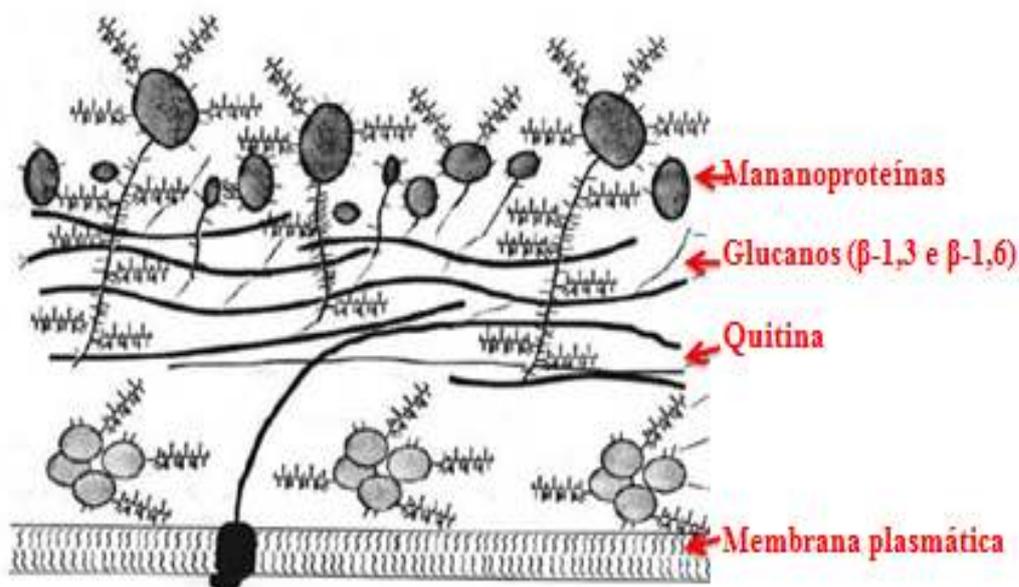


Figura 1 - Composição e estrutura da parede celular da *S. cerevisiae*.
(Fonte: www.mariboi.com.br/_assets/artigos/13_artigo.pdf)

O mananoligossacarídeo (MOS) tem como raiz estrutural polimerizações de manose e glicose, e além de inibir o crescimento de patógenos tem ação adsorvente e imunoestimuladora (HUYGHEBAERT, 2005), já que quando os microrganismos patogênicos estão adsorvidos pelo MOS eles desempenham papel no lúmen intestinal de antígenos não patogênicos estimulando o sistema imune. A presença inofensiva destes patógenos funciona como uma vacina aumentando a velocidade da resposta imunológica frente às infestações leves até as mais severas (TRINDADE, 2011).

A parede celular de *S. cerevisiae* age também 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. A maior produção destes ácidos promove a diminuição do pH no sistema digestivo, o que provoca inibição no desenvolvimento das populações de bactérias nocivas, como *Escherichia coli*, *Clostridium* sp. e *Salmonella* sp., as quais apresentam alta sensibilidade a ambientes ácidos (MATHEW et al., 1993), reduzindo assim a formação de produtos tóxicos da fermentação, como amônia, aminas e nitrosaminas e contribuindo desta forma para melhorar a digestão dos alimentos (FLICKINGER et al., 2003). Além disso, estes microrganismos também disputam com os patógenos por nutrientes e sítios de fixação impedindo seu estabelecimento (ESTRADA et al., 2001; SAAD, 2006).

Os mananoligossacarídeos, presentes na parede celular de *Saccharomyces cerevisiae*, parecem ter características específicas que permitem impedir a colonização intestinal por patógenos (MENTEN, 2001). Muitos patógenos utilizam fímbrias, que são estruturas importantes na colonização do trato gastrointestinal, as quais se fixam e se aderem à mucosa intestinal; a adesão ocorre em receptores constituídos de mananos e é necessária para que ocorra a colonização. A D-manose, componente dos MOS, apresenta alta capacidade aglutinante com bactérias fimbriadas que se aderem às suas partículas e são excretadas sem que o processo de colonização tenha sido efetivado junto às células epiteliais do intestino

(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 apresentam importantes fontes de contaminação para as aves (MATHEUS et al., 2003). A força de adesão entre o patógeno e o MOS (Figura 2) inibe o processo de infecção, não permitindo que a bactéria volte a infectar o animal (NEWMAN, 2007). O MOS também se adere à mucosa intestinal formando uma barreira física que impede a colonização intestinal por organismos agressores (PELICANO et al., 2002).

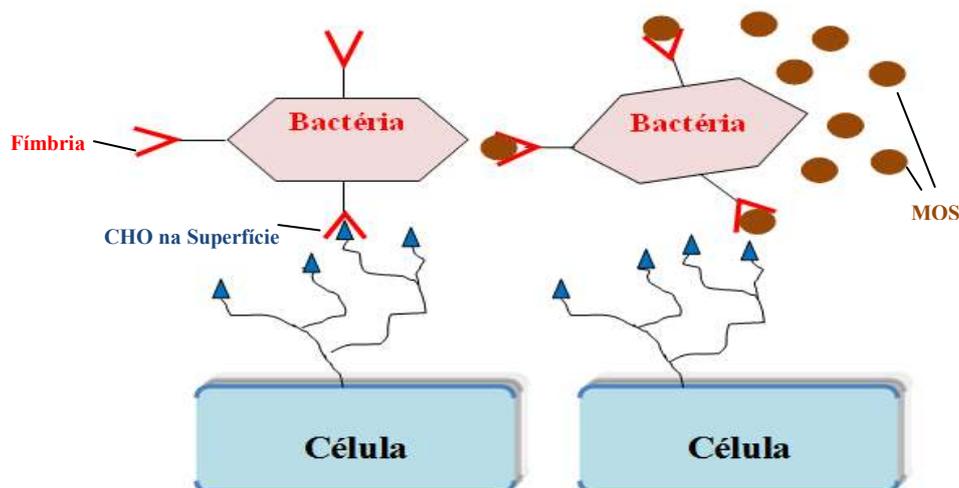


Figura 2 – Ilustração adaptada da ligação do MOS à bactéria patogênica impedindo sua ligação à célula intestinal (Fonte: www.mariboi.com.br/assets/artigos/13_artigo.pdf)

Uma vez que os prebióticos estimulam o crescimento e a atividade de bactérias benéficas que promovem melhorias no ambiente e no epitélio intestinal, conseqüentemente também podem ocorrer melhorias no desempenho das aves como foi observado por Zaghini et al. (2005) que ao fornecerem dietas contendo MOS (1,1 kg/t) e aflatoxinas para poedeiras Isa Warren, encontraram médias de peso relativo da casca e de espessura da casca maiores que o controle negativo (sem inclusão de MOS e aflatoxinas).

Dimovelis et al. (2003) constataram uma média de postura 2,6% maior que o controle negativo (sem inclusão de MOS) após a inclusão de MOS nas dietas de poedeiras Isa Brown avaliadas entre 38 e 66 semanas de idade. Garcia et al. (2004) também observaram um aumento na média de postura de 2,2% em poedeiras Lohman Brown com 42 semanas de idade com a adição de 1,0 kg/t de MOS. Em estudo realizado por Sims et al. (2004), foi observada melhora na conversão alimentar e no peso vivo de perus após a inclusão de MOS à dieta; Hulet (2007), estudando o efeito da inclusão de MOS na dieta de pavoas, também encontrou melhora na conversão alimentar. Costa et al. (2008), Oliveira et al. (2009) e Ibrahim (2011) observaram que a inclusão de MOS na dieta de codornas japonesas diminuiu o consumo de ração e melhorou a conversão alimentar e Ribeiro et al. (2010), após adição de MOS na dieta de poedeiras observaram que as aves mantiveram bom desempenho e boa qualidade dos ovos.

2.4 Morfologia Intestinal

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 apresente características estruturais funcionais desde a ingestão dos alimentos até a sua absorção (PELICANO et al., 2003).

Os processos de absorção são totalmente dependentes dos mecanismos que ocorrem na mucosa intestinal. É sabido que os carboidratos são absorvidos sob a forma de monômeros, como a glicose, cujo processo é sódio dependente e ocorre através de transportadores de membrana. Já, os lipídeos absorvidos sob a forma de ácidos graxos livres, também dependem da atividade de transportadores de membrana. O mesmo ocorre com relação aos aminoácidos. Assim, a integridade das células que compõem a mucosa intestinal é de fundamental importância para a absorção dos nutrientes (FURLAN et al., 2004).

O intestino delgado é a porção mais longa do sistema digestório, responsável pela digestão final do alimento e absorção dos nutrientes (BOLELI et al., 2002). A mucosa intestinal apresenta projeções microscópicas denominadas de vilos e é constituída por células denominadas de enterócitos, as quais desenvolvem a capacidade de transportar monômeros para o interior da célula e daí para a corrente sangüínea, através da membrana basolateral. A maturação dos enterócitos ocorre durante o processo de migração, da cripta para a ponta do vilos, e é dependente de estímulos para a sua diferenciação (FURLAN et al., 2004).

De acordo com Macari (1999) o número de vilosidades e seu tamanho em cada segmento do intestino delgado, conferem a eles características próprias, sendo que na presença de nutrientes a capacidade absorviva do segmento será diretamente proporcional ao número de vilosidades ali presentes, tamanho dos vilos e área de superfície disponível para a absorção.

Normalmente, o epitélio intestinal age como uma barreira natural contra bactérias patogênicas e substâncias tóxicas presentes na luz intestinal. Distúrbios na microflora normal 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 e outras substâncias nocivas, modificando o metabolismo, a capacidade de digestão e absorção de nutrientes e causando ainda inflamações crônicas na mucosa intestinal (HOFSTAD, 1972; PODOLSKY, 1993; OLIVEIRA, 1998). Conseqüentemente, ocorre diminuição das vilosidades, aumento do *turnover* celular e diminuição da atividade digestiva e absorviva (VISEK, 1978).

O processo de aderência de microrganismos patogênicos à mucosa intestinal parece ser o mecanismo chave de sua colonização e seus efeitos nocivos sobre a saúde intestinal. Assim, processos que possam prevenir a aderência das bactérias patogênicas, como os prebióticos, são eficazes em reduzir a colonização desses agentes no trato gastrintestinal, pois atuam inibindo a sua capacidade de aderência ao enterócito, através da ligação com o glicocálix (MACARI & MAIORKA, 2000). Baseado neste conceito, a inclusão dos MOS nas dietas das aves, torna-se vantajosa por inibir o processo de colonização do trato gastrintestinal por patógenos, estimulando a imunidade local e modificando a fermentação da microflora 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 (FERREIRA & ASTOLFI-FERREIRA, 2006). Além disso, os mananoligossacarídeos (MOS) podem afetar a atividade metabólica da flora natural do intestino favorecendo o hospedeiro e estimulando seletivamente o crescimento ou atividade de bactérias benéficas (RHAGAVAN, 2006).

Aves criadas em ambientes livres de patógenos apresentam uma redução na altura de vilos, bem como na profundidade de cripta, sugerindo que o crescimento normal do epitélio intestinal depende também do equilíbrio da microbiota ali residente. Assim, a integridade da mucosa do trato gastrintestinal conferirá à ave, condições adequadas para a digestão e absorção dos nutrientes (PELICANO et al., 2003).

Santin et al. (2001) demonstraram os efeitos da adição de parede celular de *S. cerevisiae* sobre o desenvolvimento da mucosa intestinal de frangos. Os resultados mostraram que a adição deste prebiótico na dieta teve efeito sobre o desenvolvimento da mucosa intestinal, com aumento da altura dos vilos. Tendo como consequência um pronunciado aumento no ganho de peso das aves que receberam o prebiótico aos 42 dias de idade.

Loddi (2003) estudando a suplementação de MOS em dietas para frangos de corte observou aumento da altura do vilo e aumento do número de células caliciformes. Da mesma forma, Yang et al. (2007) observaram aumento na altura das vilosidades de frangos de corte suplementados com 0,1% e 0,2% de MOS. Markovic et al. (2009) também verificaram aumento nas vilosidades do intestino delgado de frangos de corte após a inclusão de Bio-Mos na ração, além de maior digestibilidade no intestino delgado de frangos suplementados com MOS.

Estudos realizados com codornas mostraram efeitos positivos sobre a morfologia intestinal após a inclusão de prebiótico na ração destas aves, como observado por Ghosh et al. (2007), que relataram aumento na altura das vilosidades intestinais de codornas japonesas após inclusão de mananoligossacarídeos e ácidos orgânicos na ração e por Ibrahim (2011), que observou aumento na altura e largura das vilosidades intestinais nos tratamentos com prebiótico quando comparados com tratamento controle (sem inclusão de prebiótico).

Apesar de haver grande número de experimentos mostrando a ação dos prebióticos sobre a morfologia intestinal em frangos de corte, ainda são escassos na literatura os resultados com codornas japonesas.

2.5 Estrutura e Composição do Ovo de Codorna

O ovo da codorna doméstica possui formato ovóide e seus diâmetros maior e menor medem, em média, 3,0 e 2,5 cm, respectivamente. A cor e o desenho dos ovos são dependentes da genética da ave e variam demasiadamente de uma poedeira para outra, podendo ser claro, amarelo, marrom claro, esverdeado ou escuro, e ter manchas marrons escuras ou negras, que podem ser pequenas, médias ou grandes (LUCOTTE, 1976). Muitas aves põem ovos padronizados ou de cor uniforme. Os ovos de cor uniforme, marrons, azuis ou verdes, são coloridos por pigmentos derivados de eritrócitos, característicos de cada fêmea e refletem a concentração de minerais como ferro, cálcio e cobre que atuam no processo de transpiração do ovo, na fase de incubação (BELYIAVIN & MARANGOS, 1988). Esses pigmentos porfirínicos são distribuídos através da casca, mas estão mais concentrados na camada externa.

O peso dos ovos de codorna gira em torno de 10 g, podendo oscilar bastante (LUCOTTE, 1976), chegando a pesar 15 g, o que varia de acordo com a alimentação, a temperatura ambiente e a idade da codorna. Seu formato pode apresentar-se também, arredondado ou alongado.

A composição do ovo depende de vários fatores como espécie, idade, tamanho, nutrição, genética, manejo e estado sanitário das aves. Cada componente tem a sua função específica, sendo que todos deverão ser preservados com o propósito de manter a qualidade do ovo, seja ela destinada para o consumo ou para incubação (AUSTIC & NESHEIM, 1990).

Os ovos de codorna possuem as mesmas características dos ovos de galinha (tabela 1). São constituídos de casca, albúmen e gema (MURAKAMI & ARIKI, 1998).

Tabela 1 – Características físicas do ovo de codorna x galinha

Características	Ovo de Codorna	Ovo de Galinha
Peso do ovo (g)	10,30	56,74
Albúmen (%)	56,54	57,06
Gema (%)	32,58	31,06
Casca (%)	9,85	10,74

Fonte: Lázaro (2006)

Devido ao tamanho, um ovo de galinha contém mais proteína que um ovo de codorna, mas ambos apresentam praticamente o mesmo valor protéico (CRISTOVAM, 1995). A composição nutricional de ovos de galinha e de codornas inteiros está apresentada na Tabela 2 (TACO, 2007).

Tabela 2 - Composição de nutrientes em 100 gramas de ovo inteiro cru de galinha e codorna.

Espécie	Umidade (g)	Energia (kcal)	Proteína (g)	Lipídios (g)	Colesterol (mg)	Ácidos graxos poli-insaturados (g)
Galinha	71,0	143	13,0	8,9	356,0	1,20
Codorna	74,0	177	13,7	12,7	305,0	2,70

Fonte: Taco (2007)

2.5.1 Qualidade dos ovos

O ovo é um dos alimentos mais consumidos em todo o mundo e os ovos de codorna tem ganhado mercado, principalmente em restaurantes, como acompanhamento de diferentes pratos. Praticamente em todas as culturas, os ovos tem sido apreciados tanto por suas propriedades nutritivas como funcionais (SEIBEL & SOUZA-SOARES, 2003). No entanto, como qualquer produto de origem animal, os ovos de codorna também são alimentos perecíveis, e começam a perder sua qualidade interna imediatamente após a postura (SOUZA & SOUZA, 1995).

A produção de ovos de excelente qualidade é um fator de grande relevância, uma vez que será essa qualidade que determinará o sucesso do produto no mercado consumidor. A grande procura por ovos de alta qualidade leva todos os envolvidos no processo de produção e distribuição a se preocuparem não só com as características externas, como peso, cor, integridade da casca e uniformidade, mas também com a manutenção da qualidade interna do ovo (XAVIER et al., 2008).

Qualidade Externa

É comum os produtores de ovos comerciais terem grandes perdas de ovos em virtude da qualidade de casca, resultando em ovos quebrados ou trincados, e isso pode estar relacionado com vários fatores, como a idade da ave, nutrição (FURTADO et al., 2001), sanidade do plantel (OLIVEIRA, 2001) e ingredientes na ração (CARVALHO et al., 2007).

A casca constitui a proteção externa do ovo, corresponde cerca de 9 a 12% do peso total do ovo dependendo do tamanho do mesmo e representa a primeira linha de defesa contra a contaminação bacteriana (SARCINELLI et al., 2007).

De acordo com Baião & Cançado (1997), os métodos utilizados para avaliar a qualidade da casca podem ser divididos em duas categorias: diretos e indiretos. Dentre os métodos mais comumente empregados, a espessura da casca, a percentagem da casca em

relação ao peso do ovo, e o peso da casca por unidade de superfície de área são definidos como métodos diretos, enquanto o peso específico do ovo é considerado um método indireto.

O método para avaliar a qualidade de casca através da verificação da espessura é realizada após a quebra do ovo partindo a casca em sua porção equatorial, a casca é então lavada com água corrente, de forma a preservar as membranas interna e externa, para retirada dos restos do conteúdo que permanecem no interior e após secagem por 24 horas em temperatura ambiente ou em estufa a 60°C por 72 horas, a espessura da casca é medida, em dois pontos distintos na área centro-transversal por meio de micrômetro (LIN et al., 2004).

Para ovos de galinhas, estima-se que cascas com menos de 0,33 mm de espessura possuam mais de 50% de chances de sofrer danos físicos durante a distribuição (STADELMAN & COTTERILL, 1995). A literatura consultada descreve faixas de espessura da casca de ovos de codorna em torno de 0,19 a 0,29 mm (YANNAKOPOULOS & TSERVENI-GOUSHI, 1986; POTENÇA et al., 2007; SILVA et al., 2010). A espessura das membranas das cascas de ovos de codorna é maior do que a de ovos de galinha, e apesar de possuir quase a metade da espessura da casca do ovo de galinha, a espessura das membranas dos ovos de codorna são responsáveis pela pouca perda de umidade e gases dos ovos de codorna, e conseqüentemente de peso, quando comparados com os de galinha (YANNAKOPOULOS & TSERVENI-GOUSHI, 1986).

Qualidade Interna

A qualidade interna do ovo é imprescindível para a manutenção da sua qualidade nutricional e microbiológica, as alterações na albumina e na gema facilitam a invasão bacteriana (SOUZA & SOUZA, 1995).

A composição do ovo, não é uniforme já que a mesma pode ser afetada pela idade das aves, fatores genéticos, nutrição, manejo, condições sanitárias, linhagem, tempo e temperatura de armazenamento (AUSTIC & NESHEIM, 1990).

Como medida de qualidade interna são considerados como parâmetros a qualidade do albúmen medida pela unidade Haugh e a qualidade de gema, avaliada pelo índice de gema (STADELMAN & COTTERILL, 1995).

Qualidade do albúmen

A unidade Haugh é o parâmetro mais utilizado para expressar a qualidade interna de ovos comerciais (STADELMAN & COTTERILL, 1995). Seu cálculo é realizado através do logaritmo da altura do albúmen denso, imediatamente circundante à gema, corrigido pelo peso do ovo (HAUGH, 1937). De modo geral, quanto maiores os valores de unidade Haugh, melhor a qualidade interna dos ovos (STADELMAN & COTTERILL, 1995). A unidade Haugh é calculada pela fórmula descrita por CARD & NESHEIM (1966):

$UH = 100 \log (H + 7,57 - 1,7W^{0,37})$, sendo:

UH = Unidades Haugh; H = altura do albúmen denso (mm); W = peso do ovo (g).

A legislação brasileira não utiliza a unidade Haugh como parâmetro de avaliação da qualidade interna de ovos. No entanto, países como EUA e México classificam ovos comerciais em quatro classes de qualidade: excelente (AA e México Extra), ovos com mais de 72 UH; boa (A e México 1) entre 60 e 72 UH; mediana (B e México 2) entre 55 e 30 UH. Nos EUA, ovos com menos de 30 UH são classificados como de baixa qualidade (C), já no

México estes dados são considerados impróprios para o consumo *in natura* (USDA, 2000; IMNC, 2004).

Qualidade da gema

O índice de gema é a determinação da firmeza desta estrutura, e é calculada através da fórmula descrita por Sharp & Powell (1930):

$$\text{Índice de gema (IG)} = \frac{\text{altura da gema (mm)}}{\text{diâmetro da gema (mm)}}$$

A faixa padrão para o índice de gema estabelecida para ovos frescos de galinhas oscila entre 0,30 a 0,50; no entanto, diversos autores relatam que normalmente estes valores não ultrapassam os limites de 0,39 a 0,45 (ROMANOFF & ROMANOFF, 1949; MORAIS et al., 1997; KRAEMER et al., 2003). De acordo com Biagi (1982), ovos com índice da gema inferior a 0,25 possuem alta fragilidade desta estrutura, tornando-se difícil a realização de medições sem rompimentos. A literatura consultada descreve faixa de índice de gema de ovos frescos de codorna oscilando entre 0,44 a 0,54 (SOUZA & SOUZA, 1995; SEIBEL & SOUZA-SOARES, 2003; GONÇALVES et al., 2008).

Zaghini et al. (2005) encontraram aumento significativo na unidade Haugh em ovos produzidos por galinhas poedeiras, após inclusão de MOS à ração. Ayanwale et al. (2006), observaram aumento no peso dos ovos e na gema de ovos produzidos por poedeiras após adição de prebiótico à base de *S. cerevisiae* (0,75 kg/t) na dieta. Yousefi & Karkoodi (2007) observaram melhora no peso da casca de 3,4% e 2,6% em poedeiras Hy-Line após adição de MOS (1,0 kg/t e 1,5 kg/t, respectivamente). Potença et al. (2007) utilizaram níveis de parede de levedura, com variação entre 0,5 e 1,5%, em dietas para codornas verificaram efeito linear na espessura da casca, chegando a 0,233 no tratamento com 1,5% de PCSc.

Apesar de haver grande número de experimentos mostrando a ação dos prebióticos sobre a qualidade dos ovos em poedeiras, ainda são escassos na literatura os resultados com codornas japonesas.

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, no período de junho a setembro de 2011, com uma duração de 117 dias divididos em cinco períodos de 21 dias cada.

As aves foram criadas em um galpão fechado (Figuras 3 e 4) de alvenaria com dimensões 11m x 6m, coberto de telhas de barro, janelas do tipo basculante e piso de cimento, e alojadas em duas fileiras de cinco baterias (Figura 5) de aço galvanizado de cinco andares com gaiolas de 100 cm de frente x 33 cm de profundidade x 15 cm de altura (subdivididas em três repartições iguais de 33,33 cm). Cada gaiola era composta de um comedouro tipo calha, bebedouro do tipo niple, coletor de ovos e bandeja para as excretas.



Figura 3 – Vista externa do galpão experimental



Figura 4 – Vista interna do galpão experimental com as baterias de gaiolas



Figura 5 – Baterias de gaiolas utilizadas no experimento

3.2 Animais e Delineamento Experimental

Foram utilizadas 400 codornas japonesas (*Coturnix coturnix japônica*) com 37 dias de idade adquiridas de forma comercial cujo peso inicial médio foi de 126,5 g. As aves foram distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado com 5 tratamentos e 10 repetições de 8 aves cada.

3.3 Prebiótico

O prebiótico fornecido na dieta para as codornas foi a parede celular de *Saccharomyces cerevisiae* (PCSc), SafMannan, cedido pela empresa SAF do Brasil Produtos Ltda, composto de mananoligossacarídeos (beta-glucanos e mananos provenientes de parede celular de levedura de cervejaria). O produto apresenta coloração marrom, odor característico e sem evidências de impurezas, sendo, segundo o fabricante, livre de antibióticos, metais pesados, produtos químicos e contaminantes microbianos. Composição química: Proteína 28%, Fósforo 1%, Beta glucanos 23%, Mananos 21%, Gordura 20%, Cinzas 4% e Matéria seca 95%.

O prebiótico foi utilizado conforme as recomendações do fabricante e adicionado 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.

Não foi adicionado à ração nenhum tipo de anticoccidiano, qualquer outra droga ou aditivo zootécnico que não o em estudo.

Os tratamentos adotados foram os seguintes:

Controle – dieta referência (DR) sem inclusão de parede celular de *Saccharomyces cerevisiae*

PCSc0.5 – DR + 0,5 kg/t de parede celular de *Saccharomyces cerevisiae*

PCSc1 – DR + 1,0 kg/t de parede celular de *Saccharomyces cerevisiae*

PCSc1.5 – DR + 1,5 kg/t de parede celular de *Saccharomyces cerevisiae*

PCSc2 – DR + 2,0 kg/t de parede celular de *Saccharomyces cerevisiae*

3.4 Dieta Experimental

As rações experimentais foram preparadas de forma a atender as exigências mínimas nutricionais para a fase de produção de codornas de acordo com Rostagno et al. (2011).

A ração manteve os mesmos níveis de proteína e energia durante a fase de produção, para atender as exigências nutricionais referentes à fase de postura (a partir de 42 dias de idade).

A tabela 3 apresenta a composição percentual e análise calculada da dieta referência experimental na fase de produção.

Tabela 3 – Composição percentual e calculada da dieta referência experimental para codornas japonesas na fase de produção

Ingredientes (%)	
Milho (8,55% PB)	53,547
Farelo de soja (45,96% PB)	34,60
Óleo de soja	2,116
Sal comum	0,333
Calcário calcítico	7,110
Fosfato bicálcico	1,010
Mistura vitamínica ¹	0,100
Mistura mineral ²	0,400
DL-Metionina (99%)	0,347
L-Lisina HCL (78%)	0,149
Cloreto de colina	0,035
Antioxidante BHT	0,01
Caulim	0,25
Total	100
Composição nutricional calculada	
Energia metabolizável (Mcal/kg)	2,80
Proteína Bruta (PB%)	20,449
Cálcio (Ca%)	3,072
Fósforo disponível (P disp.%)	0,292
Cloro (%)	0,243
Lisina Digestível (%)	1,110
Lisina Total (%)	1,204
Metionina + Cistina digestível (%)	0,901
Metionina + Cistina total (%)	0,976
Metionina digestível (%)	0,633
Metionina total (%)	0,665
Potássio (%)	0,783
Sódio (%)	0,15
Treonina digestível (%)	0,687
Treonina total (%)	0,787

Triptofano digestível (%)	0,225
Triptofano total (%)	0,252

Composição por kg do produto^{1,2}:

¹Vitamina A (min) 7.500.000 UI/kg; vitamina D3 (min) 2.500.000 UI/kg; vitamina E (min) 1.200 mg/kg; vitamina K3 (min) 1.200 mg/kg; tiamina (min) 1.500 mg/kg; riboflavina (min) 5.500 mg/kg; piridoxina (min) 2000 mg/kg; vitamina B12 (min) 12.000 mcg/kg; niacina 35 g/kg; panteonato de cálcio (min) 10 g/kg; biotina (min) 67 mg/kg;

²Ferro (min) 60 g/kg; cobre (min) 13 g/kg; manganês (min) 120 g/kg; zinco (min) 100 g/kg; iodo (min) 2.500 mg/kg; selênio (min) 500 mg/kg.

3.5 Manejo Experimental

A ração e a água foram fornecidas *ad libitum* durante todo período experimental.

O manejo e os equipamentos utilizados foram os convencionais para a criação de codornas japonesas, adequando-os às condições do galpão experimental.

As aves foram pesadas no primeiro dia do experimento e alojadas nas baterias experimentais de forma inteiramente casualizada. Como estavam com 37 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 fornecimento inicial de 14 horas de luz diária, e com aumentos semanais de 30 minutos, até que se atingisse 17 horas de luz diária, permanecendo nessa quantidade até o término do período experimental. O fornecimento de luz foi controlado por um relógio automático (timer), que permitiu o acender e o apagar das luzes durante o período da noite e da madrugada, conforme o procedimento adotado nas granjas comerciais. As aves permaneceram durante sete dias em fase de adaptação às rações experimentais e quando completaram 49 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.

3.6 Parâmetros Avaliados

3.6.1 Desempenho

Peso Médio dos Ovos (g)- A avaliação do peso dos ovos para quantificação das variáveis produtivas foram iniciadas quando as aves atingiram 49 dias de idade (5% da produção). O peso dos ovos foi registrado nos três últimos dias de cada ciclo, considerando todos os ovos produzidos por tratamento/repetição no dia. A aferição dos pesos foi realizada por meio de 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 dos tratamentos foram acondicionadas em baldes plásticos, devidamente identificados, sendo o consumo de ração 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 era feita uma média para determinar o consumo de ração no ciclo. Para a pesagem, foi utilizada balança digital com precisão de 0,01 g e foi considerado para cálculo do consumo (g/ave/dia) o total de ração fornecido em cada período. O total de ração consumido foi dividido pelo número de codornas e pelo número de dias avaliados. Na ocorrência de óbito, a ração do comedouro foi imediatamente 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. A produção de cada tratamento/repetição para obtenção das médias de cada período foi calculada considerando-se a produção de ovos para intervalos de 21 dias.

Massa de Ovos (g)– A avaliação da massa de ovos (g) foi realizada tendo como base a produção média de ovos (unidade) no intervalo de 21 dias 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 intervalo de 21 dias 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 em períodos de 21 dias, 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 do experimento, e expressa em percentagem.

3.6.2 Qualidade dos ovos

As avaliações de qualidade dos ovos foram realizadas em intervalos de 21 dias no Laboratório de Análise de Produtos de Origem Animal do Instituto de Zootecnia da UFRRJ. Para cada avaliação, foram coletados dez ovos de cada tratamento, por três dias consecutivos, totalizando assim 150 unidades avaliadas para cada intervalo de 21 dias. Para todas as análises, com exceção das medidas de peso e espessura da casca, 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 6). A unidade Haugh (CARD & NESHEIM,1966) 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 6 – 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 (Figura 7) com um paquímetro analógico (SHARP & POWELL, 1930).



Figura 7 – Determinação do diâmetro da gema com paquímetro analógico Mytutoyo

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 temperatura ambiente por 24 horas, para posterior obtenção do peso da casca. O peso do albúmen foi obtido subtraindo-se, do peso do ovo, o peso da gema e da casca.

Espessura da Casca - A espessura da casca foi aferida após secagem das amostras, utilizando-se um micrômetro analógico de pressão (Figura 8). Os valores de espessura foram obtidos a partir da realização de duas leituras nos fragmentos da zona equatorial da casca. Obteve-se a espessura da casca pela média destes dois pontos.



Figura 8 - Determinação da espessura da casca com auxílio do micrômetro analógico de pressão Mytutoyo.

3.6.3 Morfometria das vilosidades e criptas intestinais

Coleta de Material

Quando as codornas completaram 14 semanas e meia de idade, uma ave de cada repetição foi sacrificada (Figura 9) por deslocamento cervical (10 aves/tratamento) para avaliação dos parâmetros morfométricos, segundo método descrito por Pelicano et al. (2005).

Após o sacrifício, o intestino delgado de cada ave foi coletado (Figura 10) para retirada de amostras de aproximadamente 2,0 cm da porção mediana de seus segmentos (duodeno, jejuno e íleo).



Figura 9 – Codorna com intestino exposto após abate.

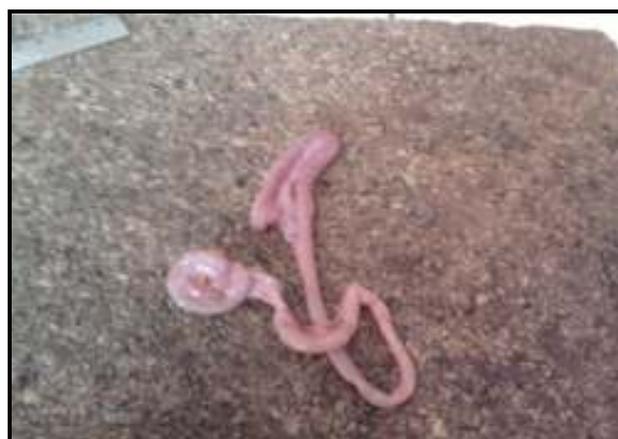


Figura 10 – Intestino delgado da codorna japonesa imediatamente após coleta.

Processamento do material

Após a coleta, os fragmentos do intestino delgado foram fixados por 8 horas em líquido de Bouin (DI FIORI, 1975) e posteriormente colocados em álcool 70%, ambos preparados no ato da coleta. Estes materiais foram encaminhados para o Laboratório de Histologia e Embriologia da UFRRJ, onde foram processados pela técnica histológica de rotina que inclui: desidratação (em uma série crescente de etanol - 70° GL a 100° GL), diafanização em xilol, impregnação e inclusão em parafina para obtenção de cortes histológicos de 5µm espessura. O protocolo histológico de coloração pela técnica de Hematoxilina-Eosina (HE) foi aplicado aos cortes obtidos, para o exame da arquitetura do intestino delgado pela microscopia de luz. O material foi acondicionado em caixas histológicas numeradas de acordo com os tratamentos.

Coloração das Lâminas

A Hematoxilina, ou melhor, a hemateína, produto de sua oxidação, pode ser obtida sob várias formas. Para essa dupla coloração, utilizamos a Hematoxilina de Delafield para o estudo dos constituintes celulares e dos tecidos.

I - Preparo da solução de Hematoxilina de Delafield

Solução A: Hematoxilina-----20 g
Álcool Absoluto----- 120 ml
Solução B: Álúmen Amoniacal (Sulfato de alumínio e amônia) -----300 g
Água Destilada----- 2000 ml

Juntar as duas soluções, expondo o líquido à luz solar durante vários dias. Filtrar e adicionar depois à solução C.

Solução C: Álcool Metílico----- 500 ml
Glicerina----- 500 ml

Após alguns dias, filtrar novamente e deixar amadurecer por um mês.

II - Preparo da Solução de Eosina

Eosina Amarela -----10 g
Água Destilada----- 1000 ml

Método de Coloração:

- Desparafinar (dois banhos em xilol por 2 minutos cada);
 - Hidratar o corte em soluções decrescentes de álcool etílico até água destilada;
 - Corar pela Hematoxilina de Delafield (cerca de 5 minutos);
 - Banhar o corte em água corrente, cerca de 10 minutos, até o mesmo ficar azulado;
 - Corar pela Eosina cerca de 1 minuto;
 - Depois de corados, banhar rapidamente em água destilada para tirar o excesso de corante;
 - Desidratar em soluções crescentes de álcool etílico, de 80% a absoluto;
 - Diafanizar o corte em xilol;
 - Montagem do corte em lâmina permanente com lamínula utilizando-se Entelan (Merck).
- Resultado: Núcleos das células - azul escuro; Citoplasmas celulares, fibras do tecido conjuntivo, musculares e hemácias - cor rosa.

Análise das Lâminas

Todos os cortes histológicos foram analisados por imagens digitalizadas obtidas em aumento de 10 vezes com auxílio de um microscópio Olympus BX 41 acoplado a câmera digital Nikon Coolpix 4300. As medidas foram realizadas pelo software Image J (Figura 11) após a conversão das imagens digitalizadas para o formato tif.

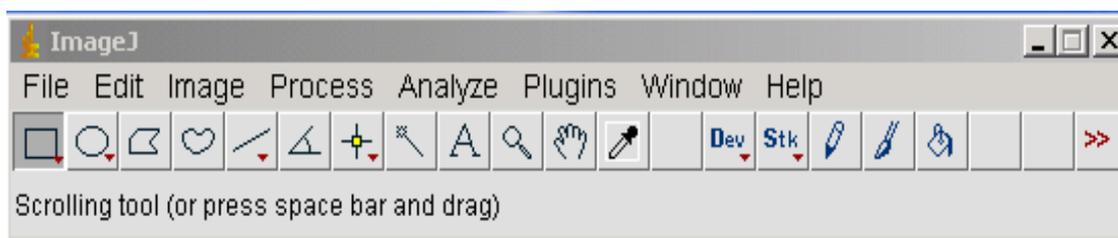


Figura 11–Ilustração do programa utilizado para mensuração morfométrica

Foram mensurados de cada animal (Figura 12):

Altura das Vilosidades – Apenas vilosidades com conjunto visível e epitélio definido foram medidas. Foram selecionadas 5 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 de um vilão e a largura deste mesmo vilão em todos os segmentos do intestino delgado (duodeno, jejuno e íleo).

Profundidade de cripta – Foram selecionadas 5 criptas por secção em 10 secções diferentes, com distância mínima de 100 µm entre elas, num total de 50 vilosidades por animal. As imagens utilizadas foram obtidas com objetiva de 10X.

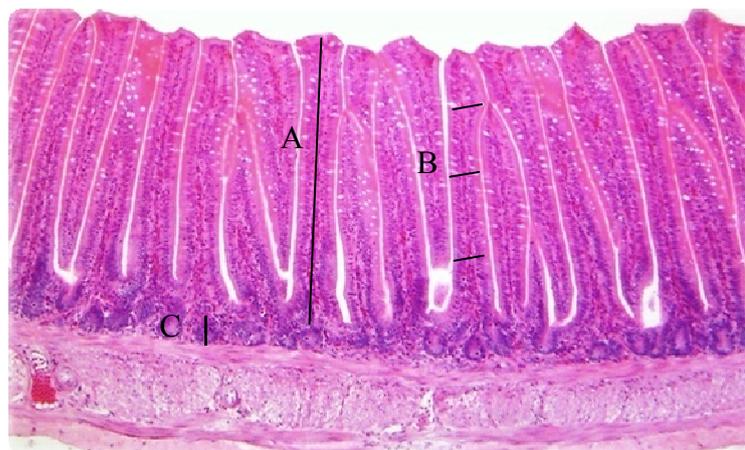


Figura12 – Ilustração da mensuração das vilosidades (Altura – A e Largura – B) e criptas (C) intestinais de codornas japonesas com a utilização do software Image J.

3.7 Análise Estatística

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância utilizando-se o Programa BioEstat®. Posteriormente, os efeitos dos níveis de prebiótico foram estimados por meio de análise das variáveis pelos modelos de regressão linear e quadrática, conforme o melhor ajustamento obtido para cada variável.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As médias da temperatura e umidade relativa do ar no interior do galpão, durante o período experimental, foram de 24,64°C e 62,6 %, respectivamente.

4.1 Morfometria das Vilosidades e Criptas Intestinais

Os resultados referentes à morfologia intestinal obtidos para os diferentes níveis de inclusão da parede celular de *Saccharomyces cerevisiae* (PCSc) nas rações das codornas japonesas estão apresentados na tabela 4.

Tabela 4 – Altura, largura e relação largura/altura das vilosidades intestinais e profundidade das criptas intestinais dos diferentes segmentos intestinais de codornas japonesas alimentadas com rações contendo diferentes níveis de parede celular de *Saccharomyces cerevisiae*.

Parâmetros	Tratamentos						CV %
	Controle	PCSc0.5	PCSc1	PCSc1.5	PCSc2	Regressão	
Altura Vilos (µm)							
Duodeno	152,900	297,732	443,304	445,441	432,741	Q	8,65
Jejuno	147,532	240,431	350,221	355,451	349,623	Q	6,32
Íleo	131,160	213,752	339,282	347,221	342,041	Q	7,54
Largura Vilos (µm)							
Duodeno	28,192	27,281	42,172	45,570	43,290	L	9,76
Jejuno	27,612	26,031	42,098	45,181	44,190	L	8,91
Íleo	26,682	26,020	42,021	45,298	44,033	L	10,48
Proporção Larg/Alt. (µm)							
Duodeno	0,1844	0,0916	0,0951	0,1023	0,1001	Q	8,77
Jejuno	0,1872	0,1082	0,1227	0,1288	0,1264	Q	6,82
Íleo	0,2034	0,1217	0,1240	0,1304	0,1287	Q	7,25
Profundidade cripta (µm)							
Duodeno	46,663	43,072	43,261	43,043	43,356	ns	6,43
Jejuno	46,452	44,490	44,039	43,147	44,902	ns	7,15
Íleo	44,352	41,024	40,932	40,548	41,617	ns	6,39

Q – efeito quadrático (P<0,05);

L – efeito linear (P<0,05);

ns - não significativo para análise de regressão (P>0,05);

PCSc – Parede Celular de *Saccharomyces cerevisiae*;

CV – coeficiente de variação.

A inclusão de parede celular de *Saccharomyces cerevisiae* na ração de codornas japonesas aumentou a altura das vilosidades intestinais em todos os segmentos do intestino delgado (duodeno, jejuno e íleo). As menores médias de altura das vilosidades intestinais foram observadas no tratamento controle e PCSc0,5.

Foi observado efeito quadrático para os valores de altura de vilosidades em todos os segmentos do intestino delgado, onde se pode constatar um aumento da altura quando se adicionou prebiótico até o nível de 1,5 kg/t. A partir da adição de níveis mais altos a altura das vilosidades foi diminuindo (Figura 13).

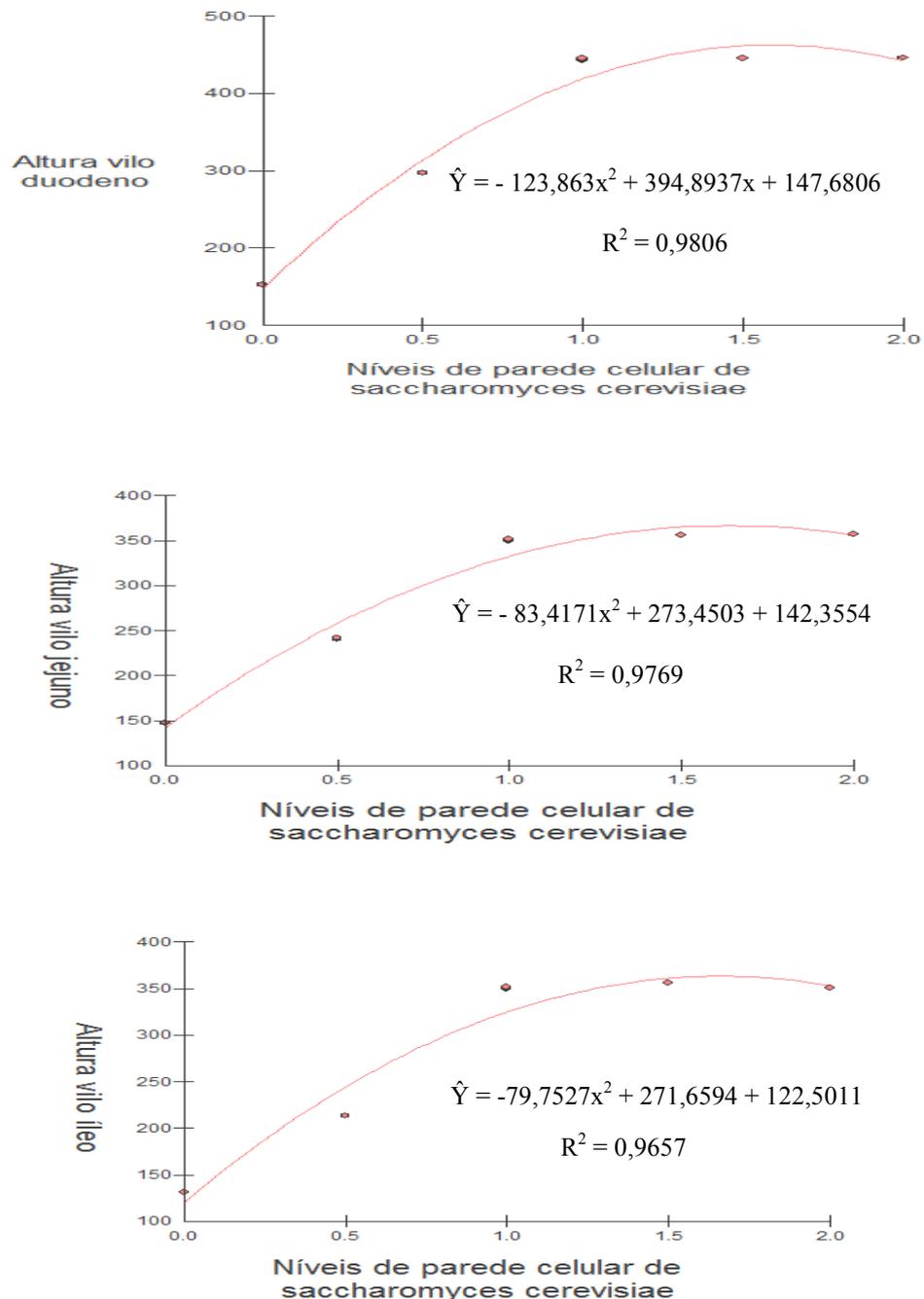


Figura 13 – Altura das vilosidades intestinais (duodeno, jejuno e íleo) em função dos níveis de parede celular de *Saccharomyces cerevisiae* em codornas japonesas.

Segundo Costa et al. (2008), a alta quantidade de oligossacarídeos na dieta de codornas pode estimular ainda mais o trânsito intestinal, diminuindo assim a digestibilidade dos nutrientes. Uma menor digestibilidade pode levar a um menor estímulo nos processos

mitóticos causados pelos agentes tróficos, que tem como função o estímulo ao desenvolvimento da mucosa intestinal, como os aminoácidos, na região cripta-vilo, o que gera como consequência diminuição no tamanho das vilosidades intestinais (FURLAN et al., 2004).

De acordo com Macari (1999), o tamanho das vilosidades (Figura 14), em cada segmento do intestino delgado, conferem a eles características próprias, sendo que na presença de nutrientes a capacidade absorptiva do segmento será diretamente proporcional ao tamanho dos vilos.

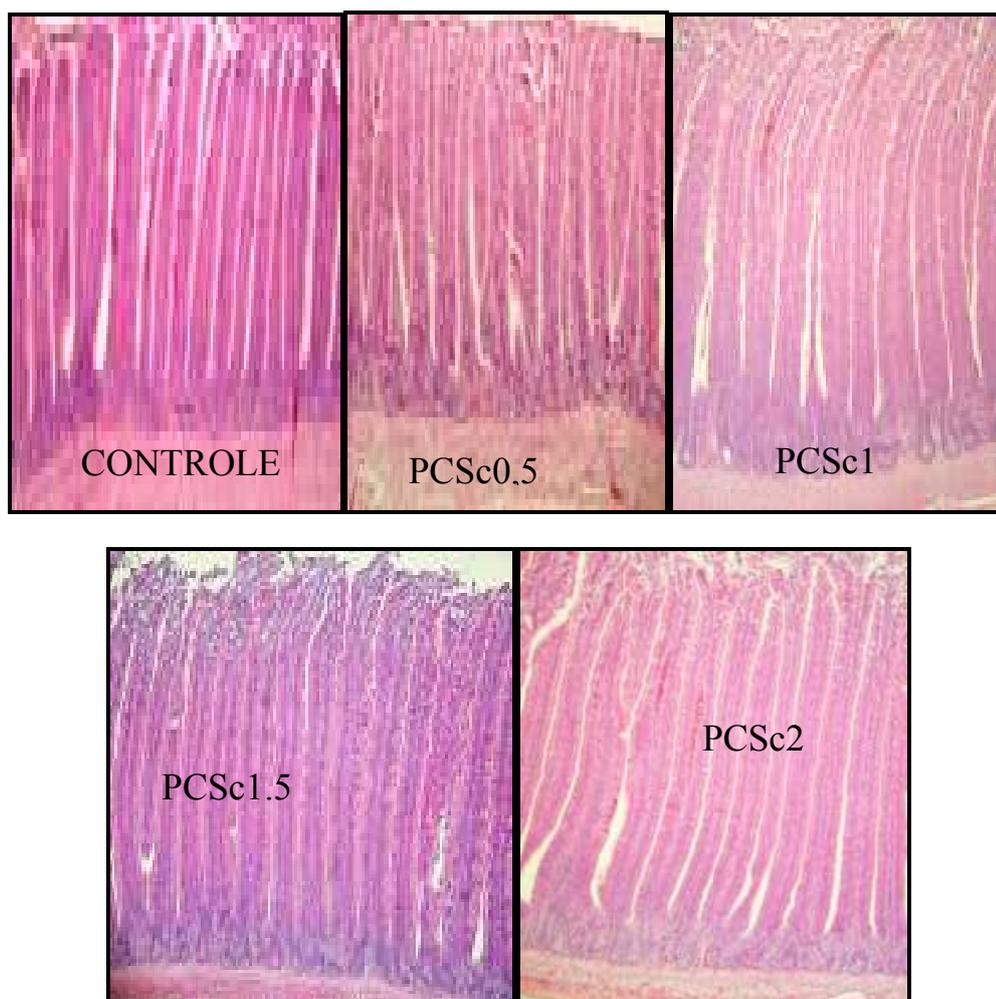


Figura 14 – Fotomicrografia das vilosidades intestinais (duodeno) em função dos níveis de parede celular de *Saccharomyces cerevisiae* em codornas japonesas.

A inclusão de PCSc na ração de codornas japonesas aumentou a largura das vilosidades intestinais em todos os segmentos do intestino delgado (duodeno, jejuno e íleo). As menores médias de largura de vilosidades intestinais foram observadas nos tratamentos PCSc0,5 e controle.

Em relação aos resultados da análise de regressão para largura de vilosidade (Figura 15), observou-se comportamento expresso por uma função linear ($\hat{Y} = 10,4972x + 27,5864$), mostrando que na medida em que houve acréscimo de prebiótico na dieta das codornas, a largura dos vilos foi aumentando linearmente ($P < 0,05$).

De acordo com Macari et al. (2002) aves que possuem vilosidades maiores e mais largas terão uma melhor absorção de nutrientes. O MOS presente na parede celular de *Saccharomyces cerevisiae* reduz a presença de patógenos no intestino (MATHEW, 2001) e aumenta a produção de ácidos graxos de cadeia curta (AGCC) após sua fermentação e estes ácidos estão associados à proliferação celular no epitélio intestinal, aumentando a altura e o perímetro dos vilos e também a área de absorção (OLIVEIRA et al., 2008).

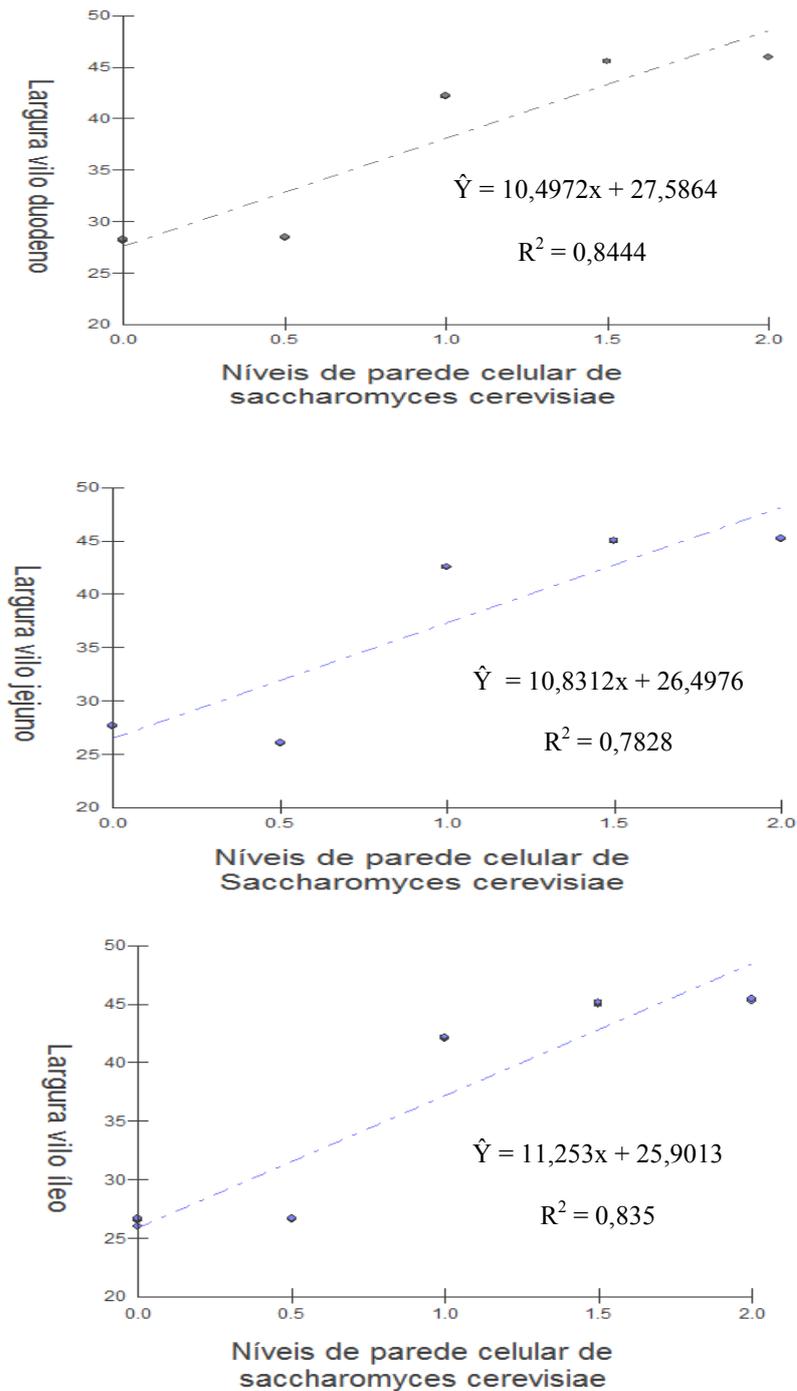


Figura 15 – Largura das vilosidades intestinais (duodeno, jejuno e íleo) em função dos níveis de parede celular de *Saccharomyces cerevisiae* em codornas japonesas.

Os resultados encontrados na presente pesquisa corroboram com os verificados por Ghosh et al. (2007), que relataram aumento na altura das vilosidades intestinais do duodeno, jejuno e íleo de codornas japonesas após inclusão de mananoligossacarídeos e ácidos orgânicos na ração; e por Ibrahim (2011), que ao testar níveis variando de 0,5 a 2,0 ml/L de MOS + β -glucano na dieta de codornas japonesas observaram aumento significativo ($P < 0,05$) na altura e largura das vilosidades intestinais quando comparados com tratamento controle (sem inclusão de MOS + β -glucano).

Semelhante ao observado na presente pesquisa Santin et al. (2001), Loddi (2003), Yang et al. (2007) e Markovic et al. (2009) ao trabalharem com frangos de corte observaram aumento significativo ($P < 0,05$) da altura e largura das vilosidades intestinais após inclusão de MOS na ração. Por outro lado, Nunes et al. (2009) não observaram efeito positivo do prebiótico MOS sobre a altura das vilosidades intestinais nos três segmentos intestinais (duodeno, jejuno e íleo) de frangos de corte.

A inclusão de parede celular de *Saccharomyces cerevisiae* na ração de codornas japonesas diminuiu a proporção largura/altura das vilosidades intestinais em todos os segmentos do intestino delgado (duodeno, jejuno e íleo). A maior média de proporção largura/altura das vilosidades intestinais foi observada no tratamento controle. Segundo Kisielinski et al. (2002), quanto menor a proporção largura/altura das vilosidades intestinais maior o aumento na área de absorção, conseqüentemente ocorre uma melhora no desempenho animal.

Foi observado efeito quadrático ($P < 0,05$) na proporção largura/altura de vilosidades intestinais, onde se pode constatar um decréscimo da proporção largura/altura quando se adicionou prebiótico até o nível de 1,35 kg/t (duodeno); 1,25 kg/t (jejuno) e 1,25 kg/t (íleo). A partir da adição de níveis mais altos que estes valores ocorreu um aumento nesta proporção (Figura16).

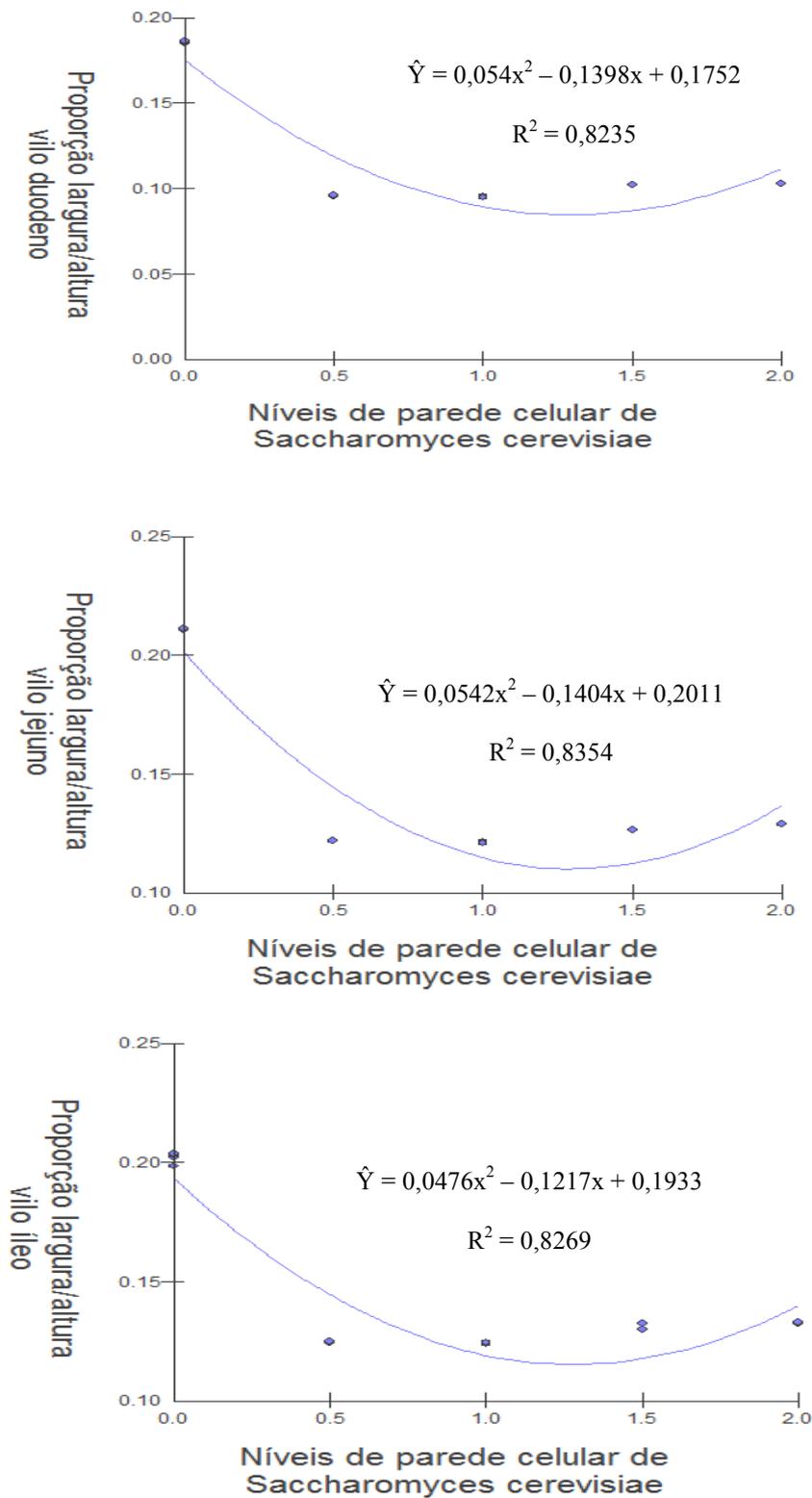


Figura 16 – Proporção largura/altura das vilosidades intestinais (duodeno, jejuno e íleo) em função dos níveis de parede celular de *Saccharomyces cerevisiae* em codornas japonesas.

A inclusão de parede celular de *Saccharomyces cerevisiae* na ração de codornas japonesas não afetou a profundidade das criptas intestinais em todos os segmentos do intestino delgado (duodeno, jejuno e íleo). Alguns autores relatam que a alta profundidade de cripta indica alta atividade proliferativa celular que pode ocorrer devido a alguma injúria de mucosa por processo inflamatório e, visa renovar perdas na altura dos vilos (FURLAN et al.,

2004). Essa renovação, segundo MARKOVIC et al. (2009) requer energia e proteína, o que pode deprimir o crescimento e desenvolvimento de outros tecidos. Assim, criptas rasas ou uma diminuição de sua profundidade estão correlacionadas com aumento do desempenho animal.

Criptas rasas são então um bom indicador de um intestino delgado eficiente, que requer poucos nutrientes para renovação celular. Com uma renovação baixa as células intestinais se tornam mais maduras e conseqüentemente a produção de enzimas digestivas e absorção de nutrientes é mais eficiente (IBRAHIM, 2011).

Os resultados obtidos no presente estudo são similares aos encontrados por Iji et al. (2001) que observaram maior comprimento dos vilos do jejuno de frangos suplementados com nível de 0,5% de MOS, mas não observaram efeito de diferentes níveis de suplementação de MOS (0,1%; 0,3%; 0,5%) sobre a profundidade de cripta no jejuno e íleo. Nunes et al. (2009) trabalhando com frangos de corte, não observaram efeito significativo ($P>0,05$) da inclusão de prebiótico sobre as características morfológicas nos três segmentos do intestino delgado.

Por outro lado, Markovic et al. (2009) observaram maior altura e larguras das vilosidades intestinais, e diminuição ($P<0,05$) na profundidade de cripta em todos os segmentos do intestino delgado (duodeno, jejuno e íleo) de frangos suplementados com Bio-Mos.

4.2 Desempenho

Os resultados de desempenho obtidos em codornas japonesas recebendo diferentes níveis de inclusão da parede celular de *Saccharomyces cerevisiae* (PCSc) estão apresentados na tabela 5.

Tabela 5 – Desempenho de codornas japonesas em postura alimentadas com rações suplementadas com diferentes níveis de parede celular de *Saccharomyces cerevisiae*.

Variáveis	Tratamentos					Regressão	CV %
	Controle	PCSc0.5	PCSc1	PCSc1	PCSc2		
CR	27,410	25,668	24,644	24,629	24,988	Q	2,36
PO	84,141	88,422	88,486	89,369	87,607	Q	3,65
PMO	12,595	12,447	12,083	12,253	12,282	ns	4,87
MO	10,665	11,009	10,908	10,731	10,905	ns	6,13
CA kg/dz	0,272	0,237	0,228	0,243	0,236	Q	3,59
CA kg/kg	2,570	2,333	2,296	2,258	2,279	Q	5,05
Viab.	98,90	98,921	99,180	97,132	99,170	ns	4,76

CR - consumo de ração (g/ave/dia); PO - produção de ovos (%); PMO - peso médio de ovos (g); MO - massa de ovos (g); CA kg/dz - conversão alimentar por dúzia de ovos produzidos; CA kg/kg - conversão alimentar por massa de ovos produzidos; Viab. - viabilidade das aves (%);

Q – efeito quadrático ($P<0,05$);

ns - não significativo para análise de regressão ($P<0,05$);

PCSc – Parede Celular de *Saccharomyces cerevisiae*;

CV – coeficiente de variação.

Consumo de Ração

A inclusão de PCSc reduziu o consumo médio de ração. No presente estudo ocorreu melhora na integridade da mucosa intestinal, refletida nos resultados de maior altura, largura e proporção das vilosidades e menor profundidade de cripta (Tabela 4), esta melhor integridade

da mucosa intestinal pode ter permitido uma maior absorção de nutrientes fazendo com que a ave necessitasse de um consumo de ração menor para suprir suas exigências nutricionais.

Foi observado efeito quadrático ($\hat{Y} = 1,1131x^2 - 3,4231x + 26,7862$) para os valores de consumo de ração, onde se pode constatar uma diminuição no consumo quando se adicionou prebiótico até o nível de 1,48 kg/t. A partir da adição de níveis mais altos ocorreu aumento no consumo da ração (Figura 17). As codornas japonesas apresentam uma taxa de passagem da digesta bem rápida quando comparada com frangos de corte e galinhas. E a presença de alta quantidade de oligossacarídeos na dieta (níveis maiores de 1,5 kg/t) pode estimular ainda mais o trânsito intestinal, diminuindo assim a digestibilidade dos nutrientes, consequentemente aumentando o consumo de ração (COSTA et al., 2008).

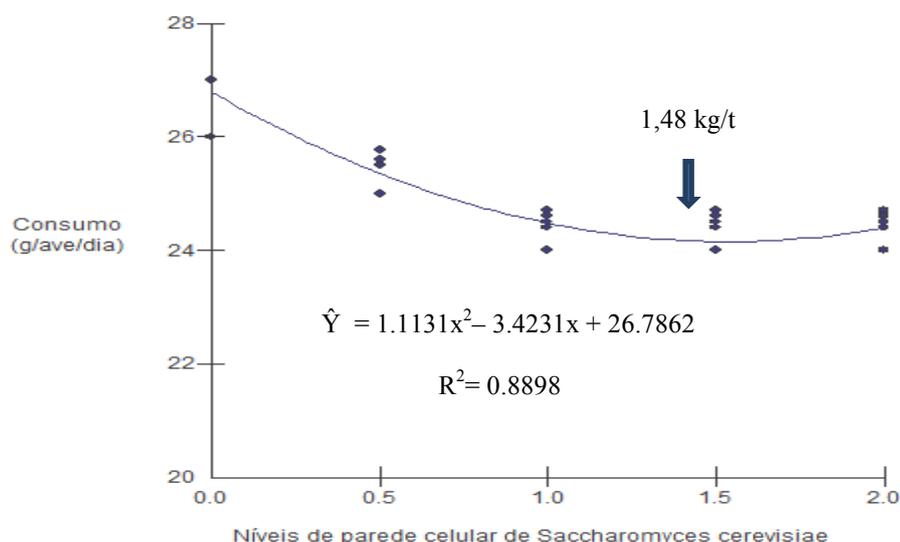


Figura 17 – Consumo de ração em função dos níveis de parede celular de *Saccharomyces cerevisiae* em codornas japonesas.

Semelhante ao verificado na presente pesquisa Oliveira et al. (2009) observaram diminuição no consumo de codornas japonesas após inclusão de 0,1 % de MOS na ração. Do mesmo modo, os resultados encontrados neste estudo estão em consonância com os encontrados por Ribeiro et al. (2010), que ao trabalharem com galinhas poedeiras verificaram que a inclusão do MOS, associado ou não com ácidos orgânicos nas rações das aves, diminuiu ($P < 0,05$) o consumo de ração; Ibrahim (2011) trabalhando com codornas japonesas também observou diminuição no consumo após inclusão de MOS + β -glucano nos níveis variando de 0,5 a 2,0 ml/L rações.

Ghosh et al. (2007) não observaram diferenças significativas no consumo de ração após a inclusão de 1 g/kg de MOS nas dietas de codornas japonesas e Ayanwale et al. (2006), Hosseini et al. (2006), Yousefi & Karkoodi (2007) e Numazaki (2008) trabalhando com fornecimento de MOS para galinhas poedeiras em níveis variando de 0,25 kg/t a 1,50 kg/t também não observaram diferenças significativas no consumo de ração.

Em contrapartida, Oguz & Parlat (2004) observaram aumento no consumo de ração de codornas japonesas que receberam ração com 1 g/kg de MOS. Costa et al. (2008) ao trabalharem com codornas japonesas observaram aumento no consumo de ração após inclusão de Bio-Mos na dieta. Bonos et al. (2010) observaram aumento ($P < 0,05$) no consumo de ração de codornas japonesas após a inclusão de 2 g/kg de MOS na ração.

Produção Média de Ovos

A inclusão de PCSc na dieta das codornas japonesas provocou aumento na produção média de ovos. No presente estudo, foi observada melhora na integridade da mucosa intestinal (Tabela 4), que pode ter permitido uma maior absorção de nutrientes sendo acompanhada de maior produção de ovos.

Foi observado efeito quadrático ($\hat{Y} = 1,5834x^2 - 5,32x + 84,8995$) para os valores de produção de ovos (%), onde se pode constatar um aumento na produção de ovos quando se adicionou prebiótico até o nível de 1,45 kg/t. A partir da adição de níveis mais altos ocorreu um decréscimo na produção de ovos (Figura 18). As codornas japonesas apresentam uma taxa de passagem da digesta bem rápida e a presença de alta quantidade de oligossacarídeos na dieta (níveis maiores de 1,5 kg/t) pode estimular ainda mais o trânsito intestinal, diminuindo assim a digestibilidade dos nutrientes, consequentemente diminuindo a produção de ovos (COSTA et al., 2008). Esta menor produção de ovos pode estar correlacionada também com a diminuição no tamanho das vilosidades observada no presente estudo no tratamento PCSc2 (Tabela 4). Macari et al. (2002) comentam que aves que apresentam menor tamanho das vilosidades intestinais poderão ter prejuízo na absorção de nutrientes o que comprometeria o desempenho.

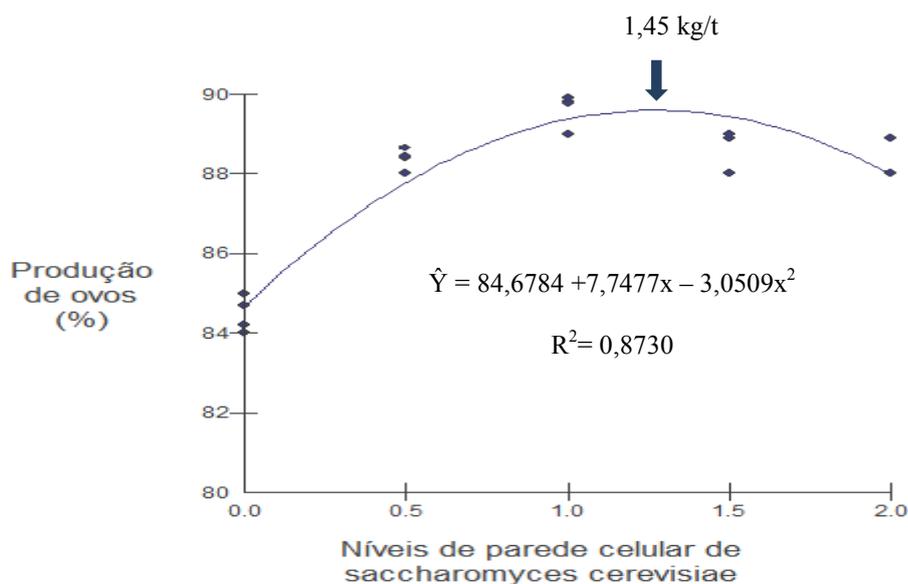


Figura 18 – Produção de ovos em função dos níveis de parede celular de *Saccharomyces cerevisiae* em codornas japonesas.

Resultados semelhantes aos encontrados na presente pesquisa foram observados por Dimovelis et al. (2003) que observaram aumento significativo ($P < 0,05$) na produção de ovos após adição de MOS (1,0 kg e 1,5 kg/t) em dietas de galinhas poedeiras Lohman Brown; Garcia et al. (2004) também observaram aumento na produção de ovos em relação ao controle sem prebióticos com a inclusão de MOS (1,0 kg/t) na dieta de poedeiras Isa Brown e Costa et al. (2008), após inclusão de Bio-Mos® nas dietas de codornas japonesas observaram aumento na produção de ovos quando comparado com tratamento controle sem prebiótico.

Zaghini et al. (2005), Hosseini et al. (2006), Yousefi & Karkoodi (2007), Numazaki (2008) e Ribeiro et al. (2010) não observaram efeito ($P > 0,05$) da adição de MOS na produção de galinhas poedeiras.

Peso Médio dos Ovos, Massa Média dos Ovos e Viabilidade

A inclusão de PCSc na dieta para codornas japonesas não afetou a viabilidade, o peso médio e a massa média dos ovos (Tabela 5). Resultados semelhantes foram encontrados por Numazaki (2008) que não observou efeito significativo da adição de MOS no peso dos ovos produzidos por galinhas poedeiras Bovans White e por Costa et al. (2008) que não observaram efeito significativo da inclusão de prebiótico na massa de ovos e no peso dos ovos produzidos por codornas japonesas quando comparado com o grupo controle sem adição de prebiótico. Oliveira et al. (2009) ao trabalharem com codornas japonesas também não observaram efeito significativo ($P > 0,05$) sobre a massa de ovos após inclusão de 0,1 % de MOS às dietas e Ribeiro et al. (2010) ao trabalharem com galinhas poedeiras Isa Brown não observaram diferença significativa ($P > 0,05$) no peso médio dos ovos após inclusão de 0,05% de MOS na dieta. Já Ayanwale et al. (2006) observaram aumento no peso dos ovos após adição de prebiótico à base de *Saccharomyces cerevisiae* (0,75 kg/t) na dieta de poedeiras.

Conversão Alimentar por dúzia e por massa

A inclusão de PCSc na dieta das codornas japonesas melhorou as médias de conversão alimentar por dúzia e por massa de ovos.

Os melhores resultados de conversão alimentar foram atribuídos à menor relação entre consumo de ração (kg) e a massa de ovos produzidos (kg) e consumo de ração (kg) e a produção de ovos (dúzia), respectivamente. Os prebióticos estimulam o crescimento e a atividade de bactérias benéficas, que atuam positivamente no sistema imune e promovem melhorias no ambiente e no epitélio intestinal (LIMA, 2008), melhorando assim a capacidade digestiva e absorptiva intestinal, possibilitando-se desta forma um melhor aproveitamento dos nutrientes e um melhor desempenho animal. No presente estudo os melhores resultados de morfologia intestinal foram observados nos tratamentos com adição de parede celular de *Saccharomyces cerevisiae* na ração das codornas japonesas. Esta melhora foi acompanhada pelos melhores resultados de conversão alimentar tanto por dúzia quanto por massa de ovos.

Tanto na conversão alimentar por massa de ovos quanto por dúzia de ovos, observou-se efeito quadrático ($\hat{Y} = 0,160x^2 - 0,4640x + 2,5540$ e $\hat{Y} = 0,0229x^2 - 0,0572x + 0,2648$), onde se pode constatar um decréscimo da conversão alimentar quando se adicionou prebiótico até o nível de 1,45 kg/t e 1,3 kg/t, respectivamente. A partir da adição de níveis mais altos que estes valores ocorreu uma piora no valor de CA das codornas japonesas (Figura 19 e 20).

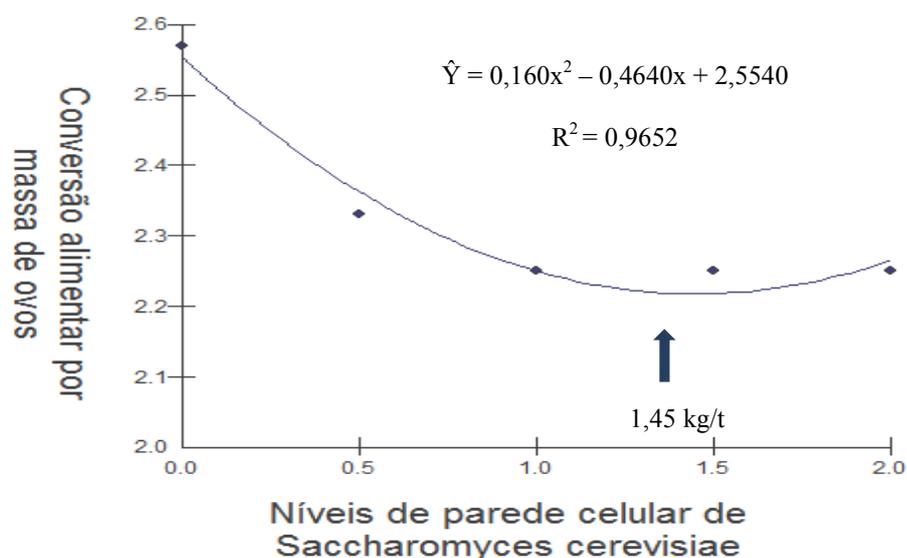


Figura 19 – Conversão alimentar por massa de ovos em função dos níveis de parede celular de *Saccharomyces cerevisiae* em codornas japonesas.

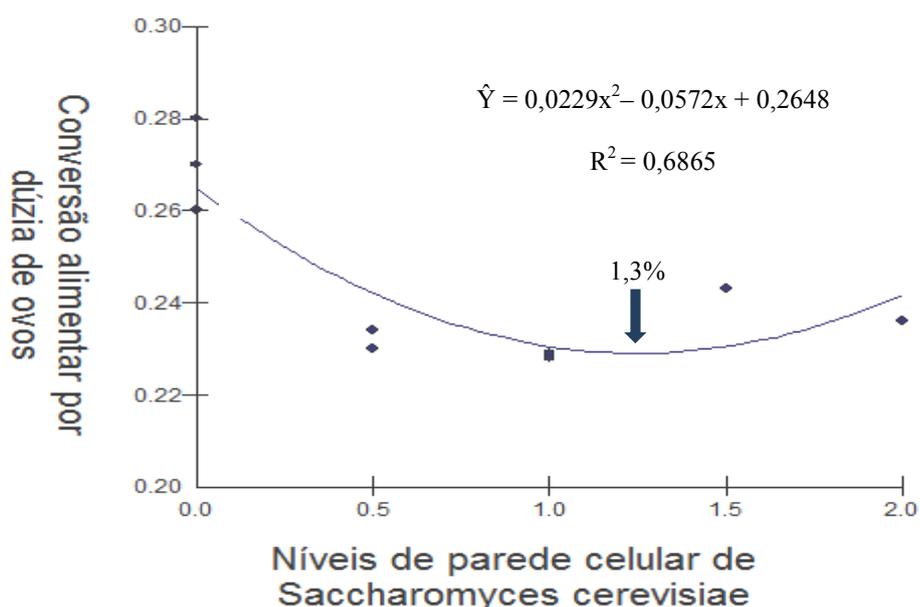


Figura 20 – Conversão alimentar por dúzia de ovos em função dos níveis de parede celular de *Saccharomyces cerevisiae* em codornas japonesas.

Resultados semelhantes foram encontrados por Bozkurt & Baser (2002), que notaram melhora na média de conversão alimentar de galinhas poedeiras com inclusão de MOS (1,0 kg/t) nas dietas; Garcia et al. (2004) que observaram que a adição de MOS (1,0 kg/t) melhorou a taxa de conversão alimentar (kg/kg) de galinhas poedeiras Isa Brown em relação ao controle sem prebióticos.

Ghosh et al. (2007) e Oliveira et al. (2009) trabalhando com codornas japonesas, observaram melhora na conversão alimentar (kg/dz) após inclusão de MOS na ração quando comparado com o tratamento controle. Porém Oguz & Parlat (2004), Costa et al. (2008) e

Bonos et al. (2010) não verificaram influência ($P>0,05$) na conversão alimentar com a inclusão de prebiótico na ração de codornas japonesas.

A inclusão de MOS nas dietas de galinhas poedeiras em níveis variando de 0,25 kg/t e 1,50 kg/t não influenciou a conversão alimentar em estudos realizados por Ayanwale et al. (2006), Yousefi & Karkoodi (2007) e Ribeiro et al. (2010).

4.3 Qualidade dos Ovos

4.3.1 Qualidade externa

Os resultados referentes à qualidade externa dos ovos produzidos pelas codornas japonesas obtidos para os diferentes níveis de inclusão da parede celular de *Saccharomyces cerevisiae* (PCSc) estão apresentados na tabela 6.

A inclusão de parede celular de *Saccharomyces cerevisiae* na ração de codornas japonesas melhorou a espessura da casca e aumentou a percentagem da casca em relação ao peso do ovo. O peso dos ovos não foi influenciado pela inclusão de PCSC na ração das codornas.

Tabela 6 – Peso dos ovos e qualidade externa dos ovos produzidos por codornas japonesas na fase de produção alimentadas com rações contendo diferentes níveis de parede celular de *Saccharomyces cerevisiae*.

Tratamentos	Peso do Ovo (g)	% casca	Espessura casca (mm)
Controle	12,595	8,69	0,214
PCSc0,5	12,447	8,33	0,220
PCSc1	12,083	9,091	0,227
PCSc1,5	12,253	9,470	0,228
PCSc2	12,582	9,231	0,227
Regressão	ns	L	Q
CV %	4,65	5,91	3,84

Q – efeito quadrático ($P<0,05$);

L – efeito linear ($P<0,05$);

ns - não significativo para análise de regressão ($P>0,05$);

PCSc – Parede Celular de *Saccharomyces cerevisiae*;

CV – coeficiente de variação.

Conforme os resultados da análise de regressão apresentados na Figura 21, observou-se comportamento expresso por uma função linear ($\hat{Y} = 0,3664x + 8,6740$), mostrando que a medida em que houve acréscimo de PCSc na dieta das codornas, a percentagem de casca dos ovos foi aumentando linearmente ($p<0,05$).

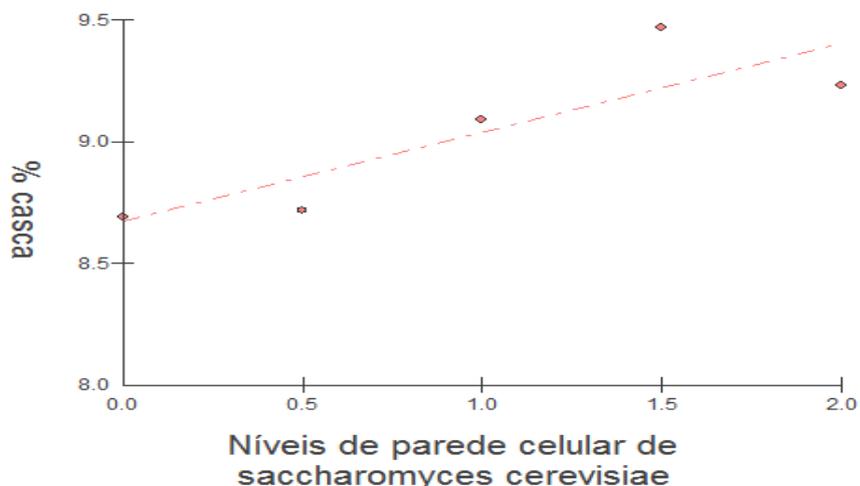


Figura 21 – Percentagem de casca dos ovos de codornas japonesas em função dos níveis de parede celular de *Saccharomyces cerevisiae*.

Quanto à análise de regressão para os valores de espessura de casca observou-se efeito quadrático ($\hat{Y} = - 0,0051x^2 + 0,0169x + 0,2144$), onde se pode constatar um aumento da espessura quando se adicionou prebiótico até o nível de 1,51 kg/t. A partir da adição de níveis mais altos que este valor ocorreu um decréscimo na espessura da casca dos ovos das codornas (Figura 22).

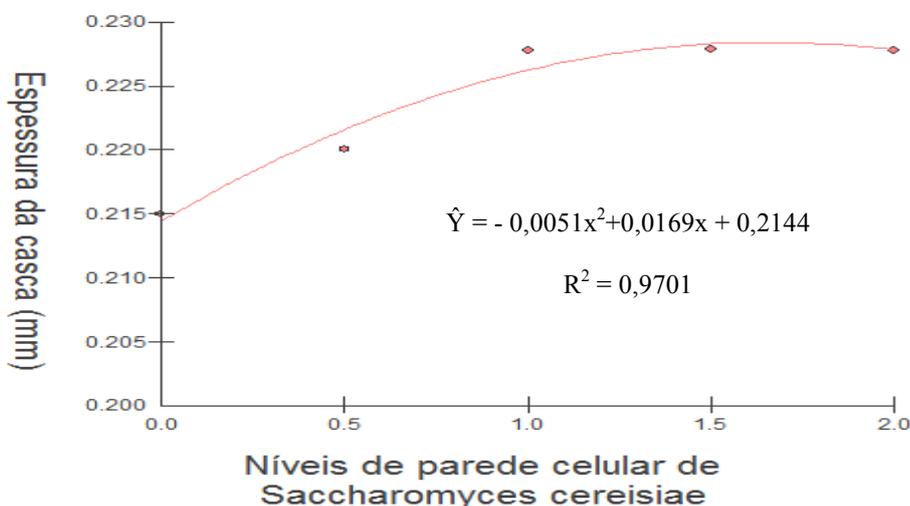


Figura 22 – Espessura de casca dos ovos de codornas japonesas em função dos níveis de parede celular de *Saccharomyces cereisiae*.

A melhor qualidade de casca observada no presente estudo nas codornas que receberam a PCSc, provavelmente esteja associada com a melhora na integridade da mucosa intestinal verificada nesse estudo (tabela 4) pela inclusão do prebiótico PCSc na ração das codornas japonesas, o que pode ter contribuído para uma maior absorção de nutrientes (FERKET, 2004). Especialmente o cálcio, pois de acordo com Kruger et al. (2003) e Zafar et al. (2004) quando o MOS alcança o intestino grosso ele é fermentado pela microflora intestinal e convertido em AGCC, que diminuem o pH luminal, solubilizando o cálcio e favorecendo a sua absorção. Os AGCC também causam hipertrofia das células da mucosa

intestinal, aumentando a superfície de absorção. Suzuki & Hara (2004) relataram que os oligossacarídeos podem, igualmente, aumentar a absorção de cálcio no intestino delgado pela via paracelular, por meio de estímulo direto sobre o epitélio do intestino delgado.

Resultados semelhantes aos do presente estudo foram encontrados por Ayanwale et al. (2006) que observaram melhora na qualidade da casca de ovos produzidos por galinhas poedeiras com inclusão de 0,75 kg/t de prebiótico a base de *Saccharomyces cerevisiae*.

Yousefi & Karkoodi (2007) também observaram melhora no peso da casca em ovos produzidos por poedeiras Hy-Line após adição de MOS (1,0 kg/t e 1,5 kg/t) e Oliveira et al. (2009) ao trabalharem com codornas japonesas, observaram melhora na espessura da casca ($P < 0,05$) após inclusão de 0,1 % de MOS às dietas. No entanto Costa et al. (2008) não observaram efeito significativo ($P > 0,05$) da inclusão de Bio-Mos na dieta de codornas japonesas nos parâmetros de qualidade da casca. Ribeiro et al. (2010) também não observaram efeito significativo na percentagem de casca após a inclusão de 0,05% de MOS à dieta de poedeiras Isa Brown.

4.3.2 Qualidade interna

Os resultados referentes à qualidade interna dos ovos produzidos pelas codornas japonesas obtidos para os diferentes níveis de inclusão da parede celular de *Saccharomyces cerevisiae* (PCSc) estão apresentados na tabela 7.

Tabela 7 - Qualidade interna dos ovos produzidos por codornas japonesas na fase de produção alimentadas com rações contendo diferentes níveis de parede celular de *Saccharomyces cerevisiae*.

Tratamentos	UH	IG	% gema	% Albúmen
Controle	92,984	0,469	29,539	61,770
PCSc0,5	92,732	0,476	30,661	61,018
PCSc1	94,097	0,475	30,743	60,170
PCSc1,5	93,989	0,473	30,719	59,534
PCSc2	94,173	0,471	30,553	60,503
Regressão	ns	ns	ns	ns
CV %	3,86	5,87	3,98	6,74

ns - não significativo para análise de regressão ($P > 0,05$);

PCSc – Parede Celular de *Saccharomyces cerevisiae*;

CV – coeficiente de variação.

A inclusão de parede celular de *Saccharomyces cerevisiae* nas dietas para codornas japonesas não afetou a unidade Haugh, o índice de gema e as percentagens de gema e de albumen dos ovos.

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

Semelhante ao encontrado no presente estudo Potença et al. (2007) utilizaram níveis de parede de levedura com variação entre 0,5 e 1,5% em dietas para codornas, também não verificaram diferença na unidade Haugh dos ovos de codornas. Costa et al. (2008) testando níveis 0,05% e 0,1% de Bio-Mos e Bioplex para codornas japonesas, não observaram diferenças significativas para percentagem de albumen entre o tratamento controle negativo e tratamento com prebiótico. Oliveira et al. (2009) não observaram efeito da inclusão de 0,1% de MOS na dieta de codornas japonesas sobre as percentagens de gema e albumen.

Zaghini et al. (2005), avaliando o efeito da inclusão de MOS e micotoxina em dietas para poedeiras, encontraram diferenças significativas para UH quando foram comparados tratamento controle (sem adição de MOS) e tratamento com inclusão de MOS, a melhora na unidade Haugh foi relacionada com provável aumento de porcentagem de proteína do albúmen devido aos efeitos do MOS na melhora da absorção intestinal.

5 CONCLUSÃO

A inclusão de 1,5 kg/t de parede celular de *Saccharomyces cerevisiae* na dieta de codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*) na fase de produção promoveu melhora na integridade do epitélio intestinal, além de melhorar a qualidade externa dos ovos e a inclusão de 1,45 kg/t promoveu uma maior produção de ovos e melhor conversão alimentar. Sendo necessária a realização de outras avaliações com o objetivo de ponderar a viabilidade econômica de sua inclusão.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AUSTIC, R.E.; NESHEIM, M.C. **Poultry production**. 13. ed. London: Lea & Febiger, 1990. 325p.
- AYANWALE, B.A.; KPE, M.; AYANWALE, V.A. The Effect of Supplementing *Saccharomyces cerevisiae* in the Diets on Egg Laying and Egg Quality Characteristics of Pullets. **International Journal of Poultry Science**, v.5, n.8, p.759-763, 2006.
- BAIÃO, N.C.; CANÇADO, S.V. **Fatores que afetam a qualidade da casca do ovo**. Cad.Téc.Esc. Vet. UFMG, Belo Horizonte, n. 21, p. 43-59, 1997.
- BELYIAVIN, C. G.; MARANGOS, A. G. Natural products for egg yolk pigmentation. In: COLE, D.J.A., HARESIGN, W. (Eds.) **Recent developments in poultry nutrition**. London: Butterworths, p. 239-260, 1988.
- BIAGI, J.D. **Estudo sobre a variação da qualidade de ovos armazenados a várias temperaturas**. 1982. 182 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola). Unicamp, 1982.
- 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.
- BONOS, E.M.; CHRISTAKI, E.V.; FLOROU-PANERI, P.C. Performance and carcass characteristics of japanese quail as affected by sex or mannan oligosaccharides and calcium propionate. **South African Journal of Animal Science**, v.40, n.3, p.173-184, 2010.
- BOZKURT, M.; BASER, K.H.C. **The effect of antibiotic, mannan oligosaccharide and essencial oil mixture in the laying hen performance**. In: I European Symposium Bioactive Secondary plant Products in Veterinary Medicine. Vienna, Austria, 2002.
- CARD, L. E.; NESHEIM, M. C. **Poultry Production**. Philadelphia: Lea & Febiger, 1966. 399p.
- CARVALHO, F.B.; STRINGHINI, J.H.; LEANDRO, N.S.M.; JARDIM FILHO, R.M.; CAFÉ, M.B.; DEUS, H.A.S.B. Qualidade interna e da casca para ovos de poedeiras comerciais de diferentes linhagens e idades. **Ciência Animal Brasileira**, v.8, n.1, p.25-29, 2007.
- COMPENDIO BRASILEIRO DE ALIMENTAÇÃO ANIMAL. Sumario: **Guia de aditivos**. São Paulo, 2009. 13 p.
- 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.
- CRISTOVAM, M. **Globo Ciência**, Editora Globo, n. 48, p.16, 1995.

DELZENNE, N.M. Oligosaccharides: state of the art. **Proceedings of Nutrition Society**, v.62, p.177-182, 2003.

DI FIORI, M.S.H. **Diagnóstico Histológico**. Tomo I. 7rd. Buenos Aires: Libreria El Ateneo, 591, 1975.

DIMOVELIS, P.; CHRISTAKE, E.; TSEVERINI-GOUSSI, A.; SPAIS, A.B. **Effect of Bio-Mos on growth, egg production and egg quality of Lohmann brown layers**. In: Alltech's 19th Annual nutritional Biotechnology in the Feed and Food Industries. Lexington, Ky, 2003.

ESTRADA, A.; WILKIE, D.C.; DREW, M. Administration of Bifidobacterium to chicken broilers reduces the number of carcass condensations for cellulitis at the abattoir. **Journal Applied Poultry Research**, v.10, p.329-334, 2001.

FERKET, P.R. Alternatives to antibiotics in poultry production: responses, practical experience and recommendations. **Proceedings of Alltech's Annual Symposium**, Lexington, USA, p. 54-67, 2004.

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.

FLICKINGER, E.A.; VAN LOO, J.; FAHEY JR., G.C. Nutritional responses 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.

FUJIKURA, W.S. Situações e perspectivas da coturnicultura no Brasil. In: Simpósio internacional de coturnicultura, 1., 2002, **Anais...** Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2002. P. 1-10. 2002

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.

FURTADO, I.M.; OLIVEIRA, A. I.G.; FERREIRA, D.F.; OLIVEIRA, B.L.; RODRIGUES, P.B. Correlação entre medidas da qualidade de casca e perda de ovos no segundo ciclo de produção. **Ciência Agrotécnica**. v.25, n.3, p.654-660, 2001.

GARCIA, N.L.; CACHALDORA, P.; TUCKER, L. BAUCCELLS, F.; NEDEL, P. Effect of mannanoligosaccharides supplementation to laying hen diets. **Poultry Science**, n.83, Supplement 1, p.397, 2004.

GIBSON, G.R.; ROBERFROID M.B. Dietary modulation of the human colonic microbiota: introducing the concept of prebiotics. **Journal of Nutrition**, v.125, n.6, p.1401-1412, 1995.

GONÇALVES, B.N.; MACHADO, M.G.; PAULA, A.P.; ASSIS, F.A.; PÁDUA, G.T.; OLIVEIRA, M.C. Efeito dos níveis de Ca e prebiótico sobre características de ovos de codornas. 35º Conbravet - Congresso Brasileiro de Medicina Veterinária, **Anais....** 35º Conbravet, 2008.

GOSH, H.K.; HALDER, G.; SAMANTA, G.; PAUL, S.K.; PYNE, S.K. Effect of dietary supplementation of organic acid and mannanoligosaccharide on the performance and gut health of japanese quail (*Coturnixcoturnix japonica*). **Asian Journal of Poultry Science**, v.1, n.1, p.1-7, 2007.

HAUGH, R.R. TheHaugh unit for measuring egg quality. **United States Egg Poultry Magazine**, v.43, p.552-555, 1937.

HOFSTAD, M.S. **Diseases of poultry**. 6 ed. Hofstad, M.S. (ed). Ames: The Iowa State University Press, 1176 f., 1972.

HOSSEINI, S.A.; LOTFOLLAHIAN, H.; KAMYABAND, A.; MADHAVI, A. Study on the effect of yeast (*Saccharomyces cerevisiae* SC47) utilization on the commercial layer hen's performance. **Pakistan Journal of Biological Sciences**, n.9, vol.12, p.2346-2349, 2006.

HULET, R.M. **Comparación de las respuestas de oligosacáridos mananos y antibióticos: efectos sobre el rendimiento de la pava reproductora**, 2007. Disponível em: <http://www.engormix.com/comparacion_respuestas_oligosacaridos_mananos_articulo170_AVG.htm> Acesso em: 20 ago. 2010.

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**, 2009. Disponível em: <<http://www.Ibge.com.br>>. Acesso em: 30 de novembro de 2010.

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.

IJI, P.A.; SAKI, A.A.; TIVEY, D.R. Intestinal structure and function of broiler chickens on diets supplemented with a mannanoligosaccharide. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 81, n. 12, p. 1181-1192, 2001.

IMMERSEEL F.V.; CAUWERTS K.; DEVRIESE L.A.; HAESBROUCK F.; DUCATELLE R. Feed additives to control salmonella in poultry. **World Poultry Science Journal**, v. 58, p.501-513, 2004.

IMNC. Instituto Mexicano de Normalización y Certificación, A.C. 2004. **Apéndices normativos: métodos de medición para determinar el grado de clasificación del huevo**. Pp 25-26. In: Productosavícolas –huevo fresco de gallina– especificaciones y métodos de prueba. (NMX-FF-079-SCFI-2004). Secretaria de Economía. Ciudad de México. Disponível:

<http://www.uady.mx/~veterina/Modulos/ModuloSP/Documentos/anexos/documentosanexosunidadIV/nmx-ff-079-scfi-2004.pdf>. Acessodia: 08/05/2010

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**, v.2, p. 131-135, 2002.

KOGAN, G.; KOCHER, A. Role of yeast cell wall polysaccharides in pig nutrition and health protection. **Livestock Science**, v.109, p.161-165, 2007.

KRAEMER, F.B.; HUTTEN, G.C.; TEIXEIRA, C.E.; PARDI, H.S.; MANO, S. Avaliação da qualidade interna de ovos em função da variação da temperatura de armazenamento. **Revista Brasileira de Ciência Veterinária**, v. 10, n. 3, p. 145-151, 2003.

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.

LÁZARO, L. **Cría rentable de codornices: manual teórico-práctico para sua producción y comercialización**. 1ª ed. Buenos Aires: Continente (ed), 2006.

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

LIN, H.; MERTENS, K.; KEMPS, B.; GOVAERTS, T.; DE KETELAERE, B.; DE BAERDEMAEKER, J.; DECUYPERE, E.; BUYSE, J. New approach of testing the effect of heat stress on eggshell quality: mechanical and material properties of eggshell and membrane. **British Poultry Science**, v.45, n. 4, p. 476-482, 2004.

LODDI, 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 "Júlio de Mesquita Filho", Jaboticabal, 2003.

LUCOTTE, G. **La codorniz cria y explotación**. EdicionesMundi-Prensa, Madrid. 1976. 111p.

MACARI, M. **A fisiologia do sistema digestivo das aves (I)**. Aves e ovos, São Paulo, v. 15, n. 8/9, p.12-20, 1999.

MACARI, M.; MAIORKA, A. Função gastrointestinal 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.

MACARI, M.; FURLAN, R.L.; GONZÁLES, E. **Ingestão de alimentos: Mecanismos regulatórios**. Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte. Ed. Funep/UNESP. Jaboticabal, SP. 2: 187-192, 2002.

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

MACFARLANE, G.T.; CUMMINGS, J.H. Probiotics and prebiotics: can regulating the activities of intestinal bacteria benefit health? **British Medical Journal**, v.18, p.999-1003, 1999.

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

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.

MATHEW, A. G. Nutritional influences on gut microbiology and enteric diseases. **Proceedings of Alltech`s Annual Symposium**, Lexington, USA, p. 49-64, 2001.

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.

MORAIS, C.F.A.; CAMPOS, E.J.; SILVA, T.J.P. Qualidade interna de ovos comercializados em diferentes supermercados na cidade de Uberlândia. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.49, p.365-373, 1997.

MOSENTHIN, R.; BAUER, E. The potential use of prebiotics in pig nutrition. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON RECENT ADVANCES IN ANIMAL NUTRITION, 2000, Seoul. **Proceedings...Seoul** : Seoul National University, p.515–528. 2000.

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

MURAKAMI, A.E. Novas tecnologias no sistema de criação de codornas. In: II CONGRESSO LATINO AMERICANO DE NUTRIÇÃO ANIMAL (CLANA), Campinas – SP, 2006. **Anais...Campinas – SP, CLANA**, 2006.

NEWMAN, K. Form follows function in picking MOS product. **Feedstuffs**, v.79, n.4, 2007.

NUMAZAKI, E.M. **Adição de mananoligossacarídeos e halquinol em dieta de poedeiras Bovans White**. 2008. 57f. Dissertação (Mestre em Ciências Agrárias) Universidade de Brasília (Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária), 2008.

NUNES, A.D.; VAZ, A.C.N.; RASPANTINI, L.E.; SILVA, E.M.; ALBUQUERQUE, R. Desempenho e morfologia intestinal de frangos de corte alimentados com rações contendo aditivos alternativos a antimicrobianos. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, vol.46, n.6, 2009.

OGUZ, H; PARLAT, S.S. Effects of dietary mannanoligosaccharide on performance of Japanese quail affected by aflatoxicosis. **South African Journal of Animal Science**, v. 34, p. 144-148, 2004.

OLIVEIRA, A.M. **Valores energéticos de alguns alimentos e exigências nutricionais de lisina para codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*) em postura.** 1998. 33p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia), Universidade Estadual de Maringá, 1998.

OLIVEIRA, B.L. Processamento e industrialização de ovos. In: SIMPÓSIO GOIANO DE AVICULTURA, 4., 2001, Goiânia. **Anais...** Goiânia: UFG/SEBRAE, p. 175-186., 2001.

OLIVEIRA, B.L. Manejo em granjas automatizadas de codornas de postura comercial. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE COTURNICULTURA, 3., 2007, Lavras. **Anais...** Lavras: Universidade Federal de Lavras, 232 p., 2007.

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 contêm 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.

OTUTUMI, L.K.; FURLAN, A.C.; NATALI, M.R.M.; MARTINS, E.N.M.; LODDI, M.M.; OLIVEIRA, A.F.G. Utilização de probiótico em rações com diferentes níveis de proteína sobre o comprimento e a morfometria do intestino delgado de codornas de corte. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 30, n. 3, p. 283-289, 2008.

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.; OBA, A.; NORKUS, E.A.; KODAWARA, L.M.; DE LIMA, T.M.A. Morfometria e Ultra-Estrutura da mucosa intestinal de frangos de corte alimentados com dietas contendo diferentes probióticos. **Revista Portuguesa de Ciência Veterinária**, v.98, n. 547, p. 125-134, 2003.

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 development in broilerchickens fed natural growth promoters. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**. v.7, n.4, 2005.

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.

PODOLSKY, D.K. Regulation of intestinal epithelial proliferation: a few answers, many questions. **Animal Journal Physiologic**, v.264, p. G179-G186, 1993.

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).

REZENDE, M.J.M.; FLAUZINA, L.P.; McMANUS, C. Desempenho produtivo e biometria das vísceras de codornas francesas alimentadas com diferentes níveis de energia metabolizável e proteína bruta. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v.26, n.3, p. 353-358, 2004.

RHAGAVAN, V. The natural alternative. **Food Safety Magazine**, n.2, p. 117-119, 2006.

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, n. 2, p. 292-300, 2010.

ROMANOFF, A.L.; ROMANOFF, A.J. **The avian egg**. New York: John Wiley, 1949, 918 p.

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, 2011, 252p.

SAAD, S.M.I. Probióticos e prebióticos: o estado da arte. **Revista Brasileira de Ciência Farmacológica**, v. 42, n.1, p. 53-69, 2006.

SANTIN, E.; MAIORKA, A.; MACARI, M.; GRECCO, M.; SANCHEZ, J. C.; OKADA, T. M.; MYASAKA, A. M. Performance and intestinal mucosa development of broiler chickens fed diets containing *Saccharomyces cerevisiae* cell wall. **Journal Applied Poultry Research**, v.10, p.236-244, 2001.

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.

SCHMID, I.; WECHSLER, B. Behaviour of Japanese quail (*Coturnix japonica*) kept in semi-natural aviaries. **Applied Animal Behaviour Science**, v.55, p.103-112, 1997.

SEIBEL, N. F.; SOUZA-SOARES, L. A. Avaliação física de ovos de codorna em diferentes períodos de armazenamento. **Vetor**, v. 13, p. 47-52, 2003.

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.

SHARP, P.F.; POWELL, C.K. Decrease in internal quality of hen's eggs during storage as by the yolk. **Industrial & Engineering Chemistry Research**, v.22, 909-910, 1930.

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. **Passiflora na alimentação de codornas de postura**. 2009. 134f. Tese (Doutorado em Zootecnia) Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita filho” Faculdade de ciências agrárias e veterinária (câmpus de Jaboticabal), 2009.

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, A.P. **Níveis de cálcio e fósforo na dieta de codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*) em diferentes fases do ciclo de produção e seus efeitos sobre desempenho produtivo e qualidades dos ovos**. 2011. 47f. Dissertação (Mestre em Zootecnia) Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, campus de Botucatu, 2011.

SIMS, M. D.; DAWSON, K. A.; NEWMAN, ; K. E.; SPRING, P.; HOOGE, D. M. Effects of dietary mannan oligosaccharide, bacitracin methylene disalicylate, or both on the live performance and intestinal microbiology of turkeys. **Poultry Science**, v. 83, p.1148-1154, 2004.

SOLIS de LOS SANTOS F.; FARNELL M.B.; TE'LLEZ G.; BALOG J.M.; ANTHONY N.B.; TORRES-RODRIGUEZ A.; HIGGINS S.; HARGIS B.M.; DONOGHUE A.M. Effect of prebiotic on gut development and ascites incidence of broilers reared in a hypoxic environment. **Poultry Science**. v.84, p.1092-1100, 2005.

SOUZA, H.B.; SOUZA, P. Efeito da temperatura de estocagem sobre a qualidade interna de ovos de codornas armazenados durante 21 dias. **Alimentos e Nutrição**, n. 6, p. 7-13, 1995.

SPRING P., WENK C., DAWSON K. A., NEWMAN K. E. The effects of dietary mannanoligosaccharides on cecal parameters and the concentrations of enteric bacteria in the ceca of salmonella-challenged broiler chicks. **Poultry Science**, v.79, n.2, p.205-211, 2000.

STADELMAN, W.J.; COTTERILL, O.J. Egg science and technology. 4. ed. New York: **Food Products Press**, 1995.

SUN, X. **Broiler performance and intestinal alterations when fed drug-free diets**. 2004. Dissertation (Master of Science in Animal and Poultry Science) – Faculty of the Virginia Polytechnic Institute, Blacksburg, 2004. 59f.

SUZUKI, T.; HARA, H. Various non-digestible saccharides increase intracellular calcium ion concentration in rat small-intestinal enterocytes. **British Journal Nutrition**, v.92, p.751-755, 2004.

TACO – **Tabelas Brasileiras de Composição de Alimentos**. NEPA, Unicamp, Campinas, 2007.

TRINDADE, B.S. **Parede celular de *Saccharomyces cerevisiae* e Piperina na ração de frangos de corte**. 2011. 47f. Dissertação (Mestre em Zootecnia) Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2011.

USDA, 2000 USDA. United States Department of Agriculture. Egg grading manual. Disponível em: <<http://www.ams.usda.gov/poultry/pdfs/EggGrading%20manual.pdf>> Acesso em 12 abril 2007.

VISEK, W.J. The mode of Growth Promotion by Antibiotics. **Journal of Animal Science**, v. 46, n. 5, p. 1447-1469, 1978.

XAVIER, I.M.C.; CANÇADO, S.V.; FIGUEIREDO, T.C.; LARA, L.J.C.; LANA, A.M.Q.; SOUZA, M.R.; BAIÃO, N.C. Qualidade de ovos de consumo submetidos a diferentes condições de armazenamento. **Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 60, n. 4, 2008.

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

YANG, Y.; IJI, P.A.; KOCHER, A.; MIKKELSEN, L.L.; CHOCT, M. Effects of mannanoligosaccharide on growth performance, the development of gut microflora, and gut function of broiler chickens raised on new litter. **Journal Applied Poultry Research**, v. 16, p. 280–288, 2007.

YOUSEFI, M.; KARKOODI, K. Effect of probiotic Thepax^R and *Saccharomyces cerevisiae* supplementation on performance and egg quality of laying hens. **International Journal of Poultry Science**, v. 6, n.1, p. 52-54, 2007.

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.

ZAGHINI, A.; MARTELLI, G.; RONCADA, P.; SIMIOLI, M.; RIZZI, L. Mannanoligosaccharides and Aflatoxin B1 in feed for laying hens: effects on egg quality, Aflatoxins B1 and M1 residues in eggs, and Aflatoxin B1 levels in liver. **Poultry Science**, v. 84, p. 825-832, 2005.