

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE AGRONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

**USO DE ADITIVOS NA ALIMENTAÇÃO DE POEDEIRAS COMO
FERRAMENTAS MELHORADORAS DE DESEMPENHO, SAÚDE
INTESTINAL, BEM-ESTAR E QUALIDADE DE OVOS**

Camila Lopes Carvalho
Médica Veterinária / UFRGS

Dissertação apresentada como um dos requisitos à obtenção do Grau de Mestre em
Zootecnia, na Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Área de Concentração: Produção Animal

PORTO ALEGRE

2022

CIP - Catalogação na Publicação

Carvalho, Camila
Uso de aditivos na alimentação de poedeiras como
ferramentas melhoradoras de desempenho, saúde
intestinal, bem-estar e qualidade de ovos / Camila
Carvalho. -- 2022.
152 f.
Orientadora: Ines Andretta.

Coorientador: Raquel Melchior.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal do
Rio Grande do Sul, Faculdade de Agronomia, Programa de
Pós-Graduação em Zootecnia, Porto Alegre, BR-RS, 2022.

1. Desempenho. 2. Saúde intestinal. 3. Bem-estar
animal. 4. Qualidade de ovos. 5. Poedeiras. I.
Andretta, Ines, orient. II. Melchior, Raquel,
coorient. III. Título.

Camila Lopes Carvalho
Médica Veterinária

DISSERTAÇÃO

Submetida como parte dos requisitos
para obtenção do Grau de

MESTRE EM ZOOTECNIA

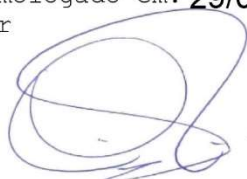
Programa de Pós-Graduação em Zootecnia
Faculdade de Agronomia
Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Porto Alegre (RS), Brasil

Aprovada em: 18.03.22
Pela Banca Examinadora

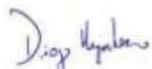
Homologado em: 29/03/2022
Por



INES ANDRETTA
PPG Zootecnia/UFRGS
Orientadora



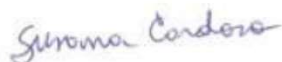
SERGIO LUIZ VIEIRA
Coordenador do Programa de
Pós-Graduação em Zootecnia



Diogo Magnabosco
UFRGS



Marcos Kipper da Silva
Elanco Saúde Animal



Susana Cardoso
UFRGS



CARLOS ALBERTO BISSANI
Diretor da Faculdade de Agronomia



U F R G S

UNIVERSIDADE FEDERAL
DO RIO GRANDE DO SUL

PRÓ-REITORIA DE PESQUISA

Comissão De Ética No Uso De Animais



CARTA DE APROVAÇÃO

Comissão De Ética No Uso De Animais analisou o projeto:

Número: 39783

Título: EFEITOS DA SUPLEMENTAÇÃO COM ADITIVO PROBIÓTICO E BETA-MANANASE NA QUALIDADE DE OVOS DURANTE O ARMAZENAMENTO, NO DESEMPENHO E NO BEM-ESTAR DE POEDEIRAS

Vigência: 01/11/2020 à 30/03/2022

Pesquisadores:

Equipe UFRGS:

FRANCIELE MABONI SIQUEIRA - coordenador desde 01/11/2020
INES ANDRETTA - coordenador desde 01/11/2020
CAMILA LOPES CARVALHO - desde 01/11/2020
Paula Gabriela da Silva Pires - pesquisador desde 01/11/2020
Raquel Melchior - Zootecnista desde 01/11/2020

Equipe Externa:

Marcos Kipper da Silva - pesquisador desde 01/11/2020

Comissão De Ética No Uso De Animais aprovou o mesmo , em reunião realizada em 07/12/2020 via Webconferência - Mconf UFRGS, em seus aspectos éticos e metodológicos, para a utilização de 600 aves, galinhas poedeiras, fêmeas provenientes de uma granja comercial, proprietária Ângela Petry Hardt (CPF 949617940.15) , de acordo com os preceitos das Diretrizes e Normas Nacionais e Internacionais, especialmente a Lei 11.794 de 08 de novembro de 2008, o Decreto 6899 de 15 de julho de 2009, e as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle da Experimentação Animal (CONCEA), que disciplinam a produção, manutenção e/ou utilização de animais do filo Chordata, subfilo Vertebrata (exceto o homem) em atividade de ensino ou pesquisa.

Porto Alegre, Sexta-Feira, 18 de Dezembro de 2020

ALEXANDRE TAVARES DUARTE DE OLIVEIRA
Coordenador da comissão de ética

AGRADECIMENTOS

Agradeço em especial minha mãe, Leila, por ser um exemplo de mãe e mulher, por sempre me apoiar em todas as escolhas da minha vida e ter me permitido chegar até aqui.

Ao meu pai Gladimir, meu irmão Murilo e aos meus avós, Laci e Antônio.

Ao meu marido, Henrique, por estar sempre disposto a me ajudar e ter amenizado o estresse da vida acadêmica.

À UFRGS, por ter me proporcionado aprendizado e oportunidades desde a graduação até a pós-graduação.

À minha orientadora Dr^a Ines Andretta, por ser esse exemplo de pesquisadora, mãe e mulher.

Aos amigos e colegas que fiz no laboratório LEZO, em especial a Gabriela Miotto Galli, Nathalia de Oliveira Telesca Camargo, Bruna de Souza Cony e Thais Bastos Stefanello, meu muito obrigada pela ajuda nos projetos, nas quintas-feiras “sagradas” com muitas conversas, risadas e um pouco de choro.

Aos amigos de longa data, Arthur Gonçalves, Dienifer de Cássia e Isadora Diogo, por me apoiarem fora dos portões da universidade.

E a todos aqueles que fizeram parte da minha caminhada durante a pós-graduação. Muito Obrigada!

**USO DE ADITIVOS NA ALIMENTAÇÃO DE POEDEIRAS COMO
FERRAMENTAS MELHORADORAS DE DESEMPENHO, SAÚDE
INTESTINAL, BEM-ESTAR E QUALIDADE DE OVOS¹.**

Autora: Camila Lopes Carvalho

Orientadora: Ines Andretta; Raquel Melchior

O objetivo deste estudo foi avaliar se a suplementação de β -mannanase e probióticos podem influenciar o desempenho, bioquímica sérica, características morfométricas intestinais, qualidade de ovos frescos e armazenados e bem-estar animal de poedeiras. Poedeiras leves (36 semanas de idade) foram alojadas em 120 gaiolas (4 aves cada) atribuídas aleatoriamente a um dos quatro diferentes tratamentos, sendo eles: grupo controle, alimentados com dietas não suplementadas; dietas suplementadas com 300 g/ton de β -mannanase; dietas suplementadas com 50 g/ton de probiótico; ou dietas contendo 300 g/ton de β -mananase e 50 g/ton de probiótico. O desempenho e o bem-estar animal foram avaliados em todos os tratamentos, enquanto a qualidade dos ovos frescos e armazenados foi avaliada nos três primeiros tratamentos. O experimento teve duração de 182 dias, compreendendo três fases produtivas de 28 dias quando os tratamentos foram fornecidos aos animais e uma última fase sem suplementação. As médias foram comparadas por meio de análise de variância seguida do teste de Tukey considerando diferenças de 5 e 10%. A β -mannanase aumentou a taxa de postura em 11% ($P < 0,05$), enquanto os probióticos aumentaram essa resposta em 7% ($P < 0,05$), e os aditivos combinados aumentaram a taxa de postura em 11,5% quando comparados ao tratamento controle. O peso dos ovos frescos aumentou com o uso de todos os aditivos durante o período de suplementação ($P < 0,05$). A bioquímica sérica, morfometria intestinal e massas de ovos das aves alimentadas com dietas contendo ambos os aditivos apresentaram diferenças significativas em relação ao grupo controle como ácido úrico, colesterol total e triglicerídeos. β -mannanase e probiótico melhoraram a qualidade de ovos frescos ($P < 0,05$). Quanto à qualidade dos ovos armazenados, a β -mananase e o probiótico foram capazes de melhorar a qualidade dos ovos ($P < 0,05$), principalmente quando relacionados à cor da gema, além de apresentarem menores níveis de TBARS e pH ($P < 0,05$) quando comparados ao tratamento controle. Quanto ao bem-estar animal, a β -mannanase foi capaz de aumentar a frequência do comportamento alimentar em 49% ($P < 0,05$) e os probióticos em 39% ($P < 0,05$). O tempo gasto neste comportamento também foi maior nas aves suplementadas ($P < 0,05$). Todos os tratamentos foram

capazes de reduzir a bicagem ($P < 0,05$). Portanto, a adição de β -mannanase e probióticos às dietas de galinhas poedeiras é uma estratégia eficaz para melhorar o desempenho, a saúde, o bem-estar das aves, além de melhorar a qualidade em ovos frescos e armazenados.

Palavras chave: aditivos, alimento; saúde intestinal; comportamento animal; ovos.

USE OF ADDITIVES IN LAYERS FEEDINGS AS A TOOL TO IMPROVE PERFORMANCE, INTESTINAL HEALTH, WELFARE AND EGG QUALITY².

Author: Camila Lopes Carvalho

Supervisor: Ines Andretta; Raquel Melchior

The objective of this study was to evaluate whether β -mannanase and probiotic supplementation can influence the performance, serum biochemistry, gut morphometric traits, quality of fresh eggs and stored eggs, and animal welfare in laying hens. The light-weight laying hens (36 weeks old) were housed in 120 cages (4 birds each) randomly attributed to one of four different treatments, namely: control group, fed non-supplemented diets; diets supplemented with 300 g/ton of β -mannanase; diets supplemented with 50 g/ton of probiotic; or diets containing both 300 g/ton of β -mannanase and 50 g/ton of probiotic. Performance and animal welfare was evaluated in all treatments, while quality of fresh and stored eggs were assessed in the three first treatments. The trial lasted for 182 days, comprising three productive phases of 28 days when the treatments were provided to the animals and a last phase without supplementation. Means were compared using variance analysis followed by Tukey test considering differences at 5 and 10%. β -mannanase was able to improve laying rate by 11% ($P<0.05$), while probiotics improved this response by 7% ($P<0.05$), and combined additives increased laying rate by 11.5% when compared to control treatment. The weight of fresh eggs was improved by all the additives during the supplementation period ($P<0.05$). The serum biochemistry, gut morphometry, and egg masses of birds fed diets containing both additives showed significant differences compared to the control group like uric acid, total cholesterol, and triglycerides. β -mannanase and probiotic improved quality of fresh eggs ($P<0.05$). As for quality of stored eggs, β -mannanase and probiotic were able to improve egg quality ($P<0.05$), specially when related to yolk color, besides showed lower TBARS levels and reduced pH ($P<0.05$) when compared to control treatment. And as for animal welfare, β -mannanase was able to increase the frequency of feeding behaviour by 49% ($P<0.05$) and probiotics also enhanced it by 39% ($P<0.05$). The time spend in this behavior was also higher in supplemented birds ($P<0.05$). All the treatments were able to reduce pecking ($P<0.05$). Therefore, the addition of β -mannanase and probiotics to laying hen diets is an effective strategy to improve the bird performance, health status, welfare, and increase quality traits in fresh and stored eggs.

Keywords: additives; feeding; gut health; animal behavior; eggs.

SUMÁRIO

CAPÍTULO I	155
1. INTRODUÇÃO.....	166
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	199
2.1 Qualidade de ovos	199
2.2 Probióticos.....	199
2.3 β -mananase.....	21
2.4 Bem-estar animal.....	233
3. OBJETIVOS.....	255
CAPÍTULO II.....	266
Dietary supplementation with β -mannanase and probiotics as a strategy to improve laying hen performance and egg quality.....	Error! Bookmark not defined.7
Abstract.....	Error! Bookmark not defined.7
Introduction	Error! Bookmark not defined.8
Material and Methods.....	Error! Bookmark not defined.9
Results and Discussion.....	Error! Bookmark not defined.4
Conclusion.....	40
References	41
CAPÍTULO III	04
Dietary supplementation with β -mannanase and probiotics as a strategy to improve laying hen's welfare.....	Error! Bookmark not defined.5
Abstract.....	Error! Bookmark not defined.5
Introduction	Error! Bookmark not defined.6
Material and methods	Error! Bookmark not defined.7
Results	60
Discussion.....	Error! Bookmark not defined.2
Conclusion.....	Error! Bookmark not defined.5
References	Error! Bookmark not defined.6
CAPÍTULO IV.....	Error! Bookmark not defined.1
Effects of dietary β -mannanase supplementation on egg quality during storage	Error! Bookmark not defined.2
Abstract.....	Error! Bookmark not defined.2
Introduction	Error! Bookmark not defined.3

Material and Methods	Error! Bookmark not defined.	4
Results	Error! Bookmark not defined.	8
Discussion.....	Error! Bookmark not defined.	3
Conclusion.....	Error! Bookmark not defined.	6
References	Error! Bookmark not defined.	7
CAPÍTULO V		18
Effects of dietary probiotic supplementation on egg quality during storage.....	Error!	Bookmark not defined.
Abstract.....	Error! Bookmark not defined.	9
Introduction	Error! Bookmark not defined.	9
Material and Methods	Error! Bookmark not defined.	20
Results	Error! Bookmark not defined.	2
Discussion.....	Error! Bookmark not defined.	4
Conclusion.....	Error! Bookmark not defined.	5
References	Error! Bookmark not defined.	6
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS		26
REFERÊNCIAS		37

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO II

Table 1. Composition of control diet.....	45
Table 2. Performance of laying hens fed diets supplemented with β -mannanase (BMA) and/or probiotics (PRO).....	46
Table 3. Egg masses of laying hens fed diets supplemented with β -mannanase (BMA) and/or probiotics (PRO).....	47
Table 4. Serum biochemistry and intestinal morphometry of laying hens fed β -mannanase and/or probiotics.....	48
Table 5. Quality of fresh eggs from laying hens fed diets supplemented with β -mannanase (BMA) and/or probiotics (PRO).....	49

CAPÍTULO III

Table 1. Composition of control diet.....	72
Table 2. Frequency of the main behaviours ¹ observed in laying hens fed β -mannanase (β M) and/or probiotics (PB).....	73
Table 3. Time expended (minutes/bird) ¹ in each of the main behaviours by laying hens fed β -mannanase and/or probiotics.....	74
Table 4. Time expended (minutes/bird) ¹ in other behaviours by laying hens fed β -mannanase and/or probiotics.....	75
Table 5. Frequency (%) of birds with lesions (disregarding the score) observed in groups of laying hens fed β -mannanase and/or probiotics.....	76
Table 6. Lesion score observed in laying hens fed β -mannanase and/or probiotics.....	77

CAPÍTULO IV

Table 1. Composition of control diet.....	100
Table 2. Overall assessment of egg quality from laying hens fed diets supplemented with β -mannanase (BMA) during three phases and evaluated during a storage period of 42 days.....	101
Table 3. Albumen weight (g) of eggs from laying hens fed β -mannanase (BMA) depending on the storage time.....	102

Table 4. Yolk pH of eggs from Laying hens fed β -mannanase (BMA) depending on the storage time.....	103
Table 5. Yolk color score (palette) of eggs from laying hens fed β -mannanase (BMA) depending on the storage time.....	104
Table 6. Yolk lightness (L^* color) of eggs from laying hens fed β -mannanase (BMA) depending on the storage time.....	105
Table 7. Yolk redness (a^* color) of eggs from laying hens fed β -mannanase (BMA) depending on the storage time.....	106
Table 8. Yolk yellowness (b^* color) of eggs from laying hens fed β -mannanase (BMA) depending on the storage time.....	107
Table 9. Shell weight (mm) of eggs from laying hens fed β -mannanase (BMA) depending on the storage time.....	108
Table 10. Thiobarbituric acid reactive substances in eggs from laying hens fed β -mannanase (BMA) depending on the storage time.....	109
Table S1. Weight loss (g) of eggs from laying hens fed β -mannanase (BMA) depending on the storage time.....	110
Table S2. Albumen height of eggs from laying hens fed β -mannanase (BMA) depending on the storage time.....	111
Table S3. Yolk length (mm) of eggs from laying hens fed β -mannanase (BMA) depending on the storage time.....	112
Table S4. Yolk weight (g) of eggs from laying hens fed β -mannanase (BMA) depending on the storage time.....	113
Table S5. Total solids of eggs from laying hens fed β -mannanase (BMA).....	114

CAPÍTULO V

Table 1. Composition of control diet.....	127
Table 2. Quality of eggs from laying hens fed diets supplemented with probiotic (PRO).....	128
Table 3. Albumen weight (g) of eggs from laying hens fed with probiotics depending on storage time.....	129
Table 4. Yolk height (mm) of eggs from laying hens fed with probiotics depending on storage time.....	130
Table 5. Yolk length of eggs (mm) from laying hens fed with probiotics depending on storage time.....	131

Table 6. Yolk index of eggs from laying hens fed with probiotics depending on storage time.....	132
Table 7. Yolk pH of eggs from laying hens fed with probiotics depending on storage time.....	133
Table 8. Yolk color score (palette) of eggs from laying hens fed with probiotics depending on storage time.....	134
Table 9. Yolk lightness (L* color) of eggs from laying hens fed with probiotics depending on storage time.....	135
Table 10. Yolk redness (a* color) of eggs from laying hens fed with probiotics depending on storage time.....	136
Table 11. Yolk yellowness (b* color) of eggs from laying hens fed with probiotics depending on storage time.....	137
Table 12. Thiobarbituric acid reactive substances in eggs from laying hens fed probiotics.....	138
Table S1. Weight loss (g) of eggs from laying hens fed with probiotics depending on storage time.....	139
Table S2. Haugh unit of eggs from laying hens fed with probiotics depending on storage time.....	140
Table S3. Yolk weight (g) of eggs from laying hens fed with probiotics depending on storage time.....	141
Table S4. Shell weight (g) of eggs from laying hens fed with probiotics depending on storage time.....	142
Table S5. Total solids of eggs from laying hens fed probiotics depending on storage time.....	143

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO II

- Figure 1. Occurrence of clean eggs or minor/major presence of feces (%) in eggs from laying hens fed β -mannanase and/or probiotics**Error! Bookmark not defined.**
- Figure 2. Frequency of different Chroma indexes in egg yolks from laying hens fed β -mannanase and/or probiotics.....51

CAPÍTULO III

- Figure 1. Behavioural ethogram for laying hens in a cage system **Error! Bookmark not defined.**

CAPÍTULO IV

- Figure 1. Yolk redness (a^*), yellowness ($*L$), and lightness (L^* color) of eggs from laying hens fed β -mannanase (dark gray bars) or control treatment (light gray bars)...115

CAPÍTULO I

1. INTRODUÇÃO

O ovo é considerado como sendo ovo de galinha em casca, sendo os demais ovos acompanhados de designação de espécie (BRASIL, 1990). E é através da eficiente transformação biológica realizada pela ave de postura, a qual possui a capacidade de transformar recursos alimentares de menor valor biológico em produtos com alta qualidade nutricional para o consumo humano, que o ovo ganha cada dia mais espaço na mesa dos brasileiros (BERTECHINI, 2004). Ao possuir minerais como fósforo, ferro, selênio e zinco; vitaminas do complexo A, B, E, K; carotenoides como zeaxantina e luteína e gorduras; além de outros nutrientes benéficos à saúde, que agem na modulação do sistema imunológico com antivirais e antibacterianos, o ovo é considerado um representativo do modelo de proteína ideal (AMARAL et al., 2016; FIGUEIREDO, 2012).

Segundo a Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura (FAO), o Brasil é o sexto maior produtor de ovos do mundo (FAO, 2017). Em 2020 cerca de 124 milhões de aves comerciais de postura foram alojadas e a produção superou 53 bilhões de ovos, com um aumento de cerca de 8% quando comparado ao ano anterior (ABPA, 2021). Sendo o estado de São Paulo o maior produtor e o estado do Rio Grande do Sul o maior exportador (EMBRAPA, 2019). Também vale ressaltar o aumento significativo do consumo per capita de ovos nos últimos anos, chegando em 2020 a 251 ovos consumidos por habitante ao ano no Brasil (ABPA, 2021).

Além da produtividade, um tópico amplamente discutido no setor de avicultura de postura é a segurança alimentar. Este é um tema estratégico para a humanidade, sendo incorporado as políticas agrícolas, as políticas socioeconômicas, à pesquisa, ao desenvolvimento agroindustrial, a vigilância sanitária, à saúde pública e em debates acerca dos direitos dos consumidores. A segurança alimentar possui dois conceitos, um deles é utilizado quando se diz respeito ao seu acesso, sendo este regular e permanente para cada indivíduo (CONSEA, 2004). Já o outro conceito se refere aos aspectos relacionados à sua qualidade, a qual garante ao consumidor a aquisição de alimentos com características nutricionais e sanitárias adequadas (ORTEGA & BORGES, 2012). Com ovos, a discussão permanece a mesma, visto que fatores podem influenciar a qualidade dos ovos. Entre eles, a alimentação das aves, que afeta as características internas e externas dos ovos, e pode gerar alterações físico-químicas do albúmen e da

gema, o que resulta em alterações na palatabilidade, no frescor e no sabor (OLIVEIRA; OLIVEIRA, 2013).

O uso de aditivos alimentares é uma das formas de modular a qualidade dos ovos, o desempenho e o bem-estar das aves. Probiótico é um desses aditivos, o qual é definido como suplemento alimentar constituído de micro-organismos (FULLER, 1989) que possui a capacidade de estabilizar e manter certas populações bacterianas no trato digestório sem interferir na sanidade de forma negativa (RAMOS et al., 2014). Segundo Ibrahim et al. (2018), além de melhorar o balanço da microbiota intestinal, o uso de suplementação com probióticos também pode melhorar o bem-estar das aves.

Outra forma de aumentar a produção de bactérias benéficas é através do uso de enzimas exógenas. A β -mannanase auxilia na liberação de açúcares como fonte de energia, melhora a imunidade, a digestão e a absorção de nutrientes, além de limitar o crescimento de bactérias patogênicas (MOHAYAYEE; RIMI, 2012; O'NEILL; SMITH; SAEED et al., 2019). Tais fatores ocorrem devido ao poder de hidrólise dos β -mananos frente aos mananos. Os mananos são encontrados na parede celular das plantas, como a soja, que é um ingrediente muito utilizado na ração animal (JACKSON, 2001; JANI et al., 2009), entretanto, possui efeitos antinutricionais (DELMASCHIO, 2018).

O uso de aditivos alimentares além de alterar a microbiota intestinal dos animais, também pode impactar no bem-estar das aves de postura. A ciência do bem-estar animal vem sendo muito discutida nos últimos anos e segundo Carvalho (2019), a evolução da avicultura de postura afetou negativamente aspectos ligados ao bem-estar animal, visto que nestes sistemas, no qual os animais são criados principalmente em gaiolas, as aves são impedidas de realizar a maior parte de seus comportamentos naturais. Tais fatores geram preocupação da sociedade acerca do bem-estar animal, gerando reflexos em diversos âmbitos, entre eles econômicos, culturais, científicos e legais. Assim, os consumidores se apresentam preocupados com a origem dos produtos que consomem e demandam mudanças da indústria para que estas melhorem seus padrões de bem-estar animal. Porém, alterações muito impactantes nos sistemas produtivos (como mudança nos sistemas de alojamento) são mais difíceis de serem promovidas e podem não ser amplamente implementadas em curto período de tempo. Nesse sentido, pequenas alterações que possam beneficiar a saúde e o bem-estar dos animais também merecem ser estudadas e validadas.

Como já exposto, o ovo se destaca atualmente como sendo uma das principais fontes de proteína na alimentação da população. E o uso de suplementação nas dietas com aditivos se mostra promissor em vários aspectos. Apesar destes aditivos já serem descritos em outros estudos, muito foram realizadas em outras espécies, como suínos e frangos de corte. Ademais, tais aditivos utilizados de forma sinérgica, ao nosso conhecimento, ainda não foram descritos na literatura. Assim, este trabalho foi desenvolvido a fim de avaliar se a utilização de β -mannanase e probióticos sozinhos, ou de forma conjunta, podem melhorar o desempenho, a qualidade dos ovos e o bem-estar de poedeiras. Neste contexto, uma revisão bibliográfica, quatro artigos científicos, considerações finais e conclusão serão apresentados nesta dissertação.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Qualidade de ovos

Um dos maiores atrativos observados pelos consumidores de ovos está na sua qualidade física, a qual engloba diferentes aspectos, e possui três componentes principais: a gema, que representa em torno de 30% do ovo; o albúmen, que representa cerca de 60% e a casca com aproximadamente 10%. Inúmeros fatores definem a qualidade do ovo, entre eles podemos citar: a espessura e a resistência da casca, peso, altura da câmara de ar, índice de gema, espessura do albúmen e unidade haugh (LAGHI *et al.*, 2005; OLIVEIRA; OLIVEIRA, 2013; QUEIROZ *et al.*, 2016; STADELMAN, 1977). Além da qualidade, outro fator que chama a atenção do consumidor é seu preço, quando este é comparado a outras fontes de proteína (OLIVEIRA; OLIVEIRA, 2013).

Fatores extrínsecos as aves influenciam nas características do ovo, sendo eles: temperatura, umidade relativa do ar, duração e condições de estocagem. Já em relação aos fatores intrínsecos as aves, podemos citar: linhagem, idade da poedeira, condição nutricional e sanitária do animal (LANA *et al.*, 2008. OLIVEIRA; OLIVEIRA, 2013). Assim, a qualidade dos ovos é um motivo de preocupação para consumidores e produtores, pois além de perdas econômicas, os defeitos na qualidade podem ocasionar problemas para a saúde pública (KRAEMER *et al.*, 2003).

Um dos fatores que tem extrema influência na qualidade dos ovos é a nutrição das aves. Os nutrientes que mais influenciam são minerais como o cálcio, o fósforo, o zinco e o manganês, além das vitaminas D e C. O desequilíbrio desses nutrientes pode ocasionar problemas na qualidade da casca (GHERARDI; VIEIRA, 2018). A capacidade de transporte e utilização de nutrientes pelas aves, os quais podem ser alterados conforme a dieta, geram alterações na qualidade da gema e do albúmen, assim como particularidades na cor, no tamanho e na forma dos ovos (CARVALHO; FERNANDES, 2012). Assim, inúmeros estudos relacionam o uso de aditivos na ração das aves para tentar alterar a qualidade dos ovos (SANTOS *et al.*, 2020; GONG *et al.*, 2021; MACIT *et al.*, 2021; RAMIREZ *et al.*, 2021).

2.2 Probióticos

A Organização Mundial da Saúde (OMS) lançou no dia 18 de junho de 2019 uma campanha que convoca governos a adotarem medidas para conter a resistência

antimicrobiana. O uso inadequado de antibióticos tanto na medicina humana quanto na produção animal tornou-se um problema de saúde pública, o qual vem se agravando (IAGG, 2019). Na mesma esteira o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), publica a Instrução Normativa N° 1, de 13 de janeiro de 2020, a qual proíbe a importação, fabricação e comercialização de alguns antibióticos comumente utilizados como promotores de crescimento na alimentação animal (BRASIL, 2020). O uso de antibióticos é menos frequente na avicultura de postura em relação a outras atividades de produção animal, como avicultura de corte ou suinocultura. Essa diferença se deve principalmente a possibilidade de resíduos nos ovos. Em decorrência disto, alternativas têm sido estudadas para substituir o emprego de antibióticos através do uso de probióticos, prebióticos, ácidos orgânicos, entre outros. Estes aditivos podem ser uma ferramenta importante também para os produtores de ovos.

Probióticos foram definidos como um suplemento alimentar constituído de micro-organismos vivos que beneficiam o hospedeiro e melhoram o seu equilíbrio microbiano intestinal, sendo esses utilizados para prevenção e tratamento de desordens gastrointestinais (FULLER, 1989). Para serem considerados probióticos eficientes, eles devem ser capazes de: exercer benefícios ao animal hospedeiro; estar presentes como células viáveis; sobreviver e metabolizar no ambiente intestinal; serem estáveis e capazes de permanecer viáveis por períodos de armazenamento; serem produzidos em larga escala; serem espécie-específica com o hospedeiro; devem ser identificados genotípica e fenotipicamente e não podem ser tóxicos ou patogênicos (FAO/WHO, 2002; FULLER, 1992).

Os mecanismos de ação dos probióticos ocorrem através de diferentes processos (CALLAWAY *et al.*, 2008; DUGGAN *et al.*, 2002; STAHL *et al.*, 2004; WU *et al.*, 2008), podendo estar associados ou não, sendo eles:

-Efeito físico: ocorre através da exclusão competitiva ou competição por sítio de ligação, ao competir pelo mesmo sítio de ligação da mucosa intestinal, as bactérias benéficas contidas nos probióticos formam uma barreira física aos patógenos oportunistas, colonizam, assim, os segmentos intestinais e providenciam um melhor sistema imunológico ao trato intestinal.

-Efeito biológico: as bactérias anaeróbicas contidas no probiótico promovem um ambiente de baixa tensão de oxigênio e inibem assim o crescimento de patógenos.

-Efeito químico: produção de bacteriocinas.

-Efeito nutricional: as bactérias do probiótico competem com os patógenos por nutrientes e assim diminuem sua colonização no intestino.

Os probióticos mais comumente utilizados na alimentação animal possuem as seguintes bactérias: *Lactobacillus bulgaricus*, *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus helveticus*, *Lactobacillus lactis*, *Lactobacillus salivarius*, *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus subtilis*, *Enterococcus faecalis*, *Enterococcus faecium*, *Bifidobacterium spp.*, *Streptococcus*, *Enterococcus*, *Lactococcus*, *Escherichia coli*. Alguns probióticos também constam em sua composição fungos e leveduras, como *Aspergillus oryzae* e *Saccharomyces cerevisiae* (HUANG *et al.*, 2004).

Essas bactérias são utilizadas na alimentação animal na forma de aditivos e administradas de diversas formas, sendo essas adicionadas na ração, na água de beber, através da pulverização nas aves ou na cama das aves, através da inoculação em ovos embrionados ou introduzidos por via intra?-esofagiana (PETRI, 2000).

Os benefícios dos probióticos ocorrem através do ganho de peso do animal, melhora na conversão alimentar, aumento da produtividade, eliminação de patógenos, melhores índices zootécnicos e econômicos, prevenção de infecções, e redução de mortalidade (ADHIKARI *et al.*, 2017; DUARTE *et al.*, 2014; SILVA, 2000).

2.3 β -mananase

É importante conhecer e identificar os fatores responsáveis pelos efeitos adversos que ocorrem na utilização de nutrientes na dieta de aves para que assim se obtenha uma boa produtividade. Os polissacarídeos não amiláceos, mais especificamente hemiceluloses, podem reduzir a digestibilidade dos nutrientes (SAEED, *et al.*, 2019). Eles são componentes formadores da parede celular das plantas e estão presentes em muitos ingredientes encontrados na ração animal, como na soja. Dentre as principais hemiceluloses encontradas na parede celular das plantas está a manana. Tal manana pode ser subdividida em diversas formas, entre elas: galactomanana, glucomanana e glucogalactomanana (JACKSON, 2001; JANI *et al.*, 2009).

Já os beta-mananos ocorrem nas formas de glucomanana e glucogalactomanana, as quais além de serem encontrados na parede celular das plantas, também são encontrados na superfície de bactérias, fungos e vírus. Deste modo, o sistema imune inato do animal é acionado quando são ingeridos alimentos que possuem beta-mananos, o qual responde com proliferação de monócitos, macrófagos, células dendríticas e

elevação na produção de citocinas. Tais fatores geram um gasto de energia ao animal, além do aumento da resposta inflamatória (HSIAO *et al.*, 2006; KORVER, 2006).

Os efeitos negativos dos beta-mananos ocorrem principalmente pelo aumento da viscosidade intestinal, o que gera diminuição na velocidade da passagem dos alimentos pelo trato intestinal, interfere na difusão ou transporte de nutrientes, diminui o aproveitamento de gorduras e piora a conversão alimentar (CHOCT *et al.*, 2004; KRABBE e LORANDI, 2014; MOHAYAYEE e KRIMI, 2012). Além disso, os beta-mananos podem alterar o perfil da microbiota intestinal, fornecendo substrato para a fermentação de bactérias potencialmente patogênicas como *Escherichia coli* e *Clostridium* spp. (HOPWOOD, PETHICK, HAMPSON, 2002). Segundo Dhawan e Kaur (2007), beta mananos estão presentes em altas concentrações no farelo de soja e nos grãos secos de destilaria.

O desenvolvimento de aditivos utilizando enzimas exógenas tem crescido devido ao elevado preço dos ingredientes base utilizados na ração de aves, a fim de aproveitar melhor os nutrientes encontrados nos alimentos vegetais e reduzir os efeitos antinutricionais (DELMASCHIO, 2018; OBA *et al.*, 2013). A β -mananase é uma enzima produzida através da fermentação do *Bacillus lentus*, responsável pela hidrólise dos beta-mananos. Sua ação pode favorecer diversos fatores como: a população de bactérias benéficas, a liberação de açúcares como fonte de energia, a digestibilidade de mananos, a imunidade, a digestão e absorção de nutrientes e assim diminuir a poluição ambiental resultado dos excrementos das aves, além de limitar a proliferação de bactérias potencialmente patogênicas no intestino (MOHAYAYEE e KRIMI, 2012; O'NEILL; SMITH; BEDFORD, 2014; SAEED *et al.*, 2019).

Pesquisas recentes demonstram os malefícios de uma dieta com altos índices de β -mananos e os efeitos benéficos que a suplementação que a β -mananase pode trazer quando esta é adicionada na dieta de aves poedeiras. Zheng *et al.* (2020), demonstrou aumento na produção de ovos em dietas de baixa energia e aumento da massa de ovos em dietas de baixa e alta energia, além de diminuição na concentração de amônia. Já Calislar (2020) demonstrou que quanto maior a concentração de β -mannanos na dieta de aves, maiores são as perdas em diversos fatores na produção de ovos, como: diminuição do peso corporal final, piora na eficiência alimentar, diminuição na produção de ovos e menor peso dos ovos.

2.4 Bem-estar animal

A partir da escassez de alimentos sofrido pela Europa devido a segunda guerra mundial, sistemas intensivos de produção ganharam força (LUDKE et al., 2010). Entretanto, nestes sistemas, animais são abrigados em espaços menores e os questionamentos acerca do bem-estar animal começaram a ganhar espaço (HÖTZEL; NOGUEIRA; MACHADO FILHO, 2010).

A sciência dos animais ficou comprovada a partir de novas evidências científicas, o que significa que os animais têm a capacidade de sentir, não apenas sensações dolorosas, mas sentimentos também (DAWKINS, 1997, 1978; ABREU; MAZUCO; SILVA, 2017). As cinco liberdades do bem-estar animal passaram a ser amplamente disseminadas, e hoje são utilizadas como referência no meio científico pois são compostas de instrumentos de diagnóstico que abrangem os principais aspectos que influenciam na qualidade de vida dos animais. As cinco liberdades podem ser expressas como: liberdade nutricional (disponibilidade de alimento e água de qualidade, além de frequência e quantidade adequada), liberdade sanitária (saúde física como ausência de doenças e ferimentos), liberdade ambiental (instalações adequadas a raça e com abrigo das intempéries, além de conforto e temperatura adequada), liberdade comportamental (ambiente similar ao natural para semelhante comportamento da espécie) e a liberdade psicológica (ausência de medo e estresse; OIE, 2019; MOLENTO, 2006).

Em relação ao bem-estar animal de galinhas poedeiras, suas bases científicas são fundamentadas através do conhecimento sobre a etologia, a saúde, e a fisiologia dos animais. Parâmetros zootécnicos podem ser utilizados para expressar índices de produtividade, que auxiliam na avaliação da influência do bem-estar animal sobre os métodos de manejo. Fatores relacionados diretamente às cinco liberdades dos animais, como alimento e água de qualidade, instalações, equipamentos, ambiência, biossegurança e programas de luz adequados geram benefícios ao bem-estar das aves visto que respeitam a biologia animal e de tal modo o animal consegue manifestar suas potencialidades. Também, aconselha-se evitar práticas de manejo estressantes como a muda forçada e debicagem em poedeiras. (MENDEZ *et al.*, 2008). Portanto, a avaliação do bem-estar animal é um processo multidisciplinar, no qual inúmeros parâmetros podem ser avaliados para se possa obter uma melhor compreensão sobre o bem-estar animal em qualquer sistema de criação.

Inúmeros estudos evidenciam o uso da nutrição na promoção do bem-estar animal. Sabe-se que o estresse possui efeitos negativos no balanço da microbiota

intestinal (SOHAIL *et al.*, 2010; GUARDIA *et al.*, 2011). Segundo Ibrahim (2018) uma forma de diminuir o estresse das aves e melhorar seu bem-estar ocorre através da utilização de aditivos na água e na comida das aves. Entre esses aditivos podemos citar os probióticos, os quais melhoram o balanço da microbiota intestinal, melhoram performance e imunidade e conseqüentemente o bem-estar (CENGIZ *et al.*, 2015; TEO & TAN, 2007; YU *et al.*, 2008; ZHANG & KIM, 2013). Ainda não existem estudos descritos na literatura sobre a influência da β -mannanase no comportamento dos animais, nem sobre o efeito sinérgico dos aditivos propostos neste estudo sobre o bem-estar.

3. OBJETIVOS

Esta pesquisa foi desenvolvida a fim de avaliar os efeitos da suplementação de dietas com probióticos e β -mannanase sobre o desempenho, a qualidade dos ovos e o bem-estar de poedeiras comerciais. A hipótese principal é que os aditivos podem melhorar o desempenho e a qualidade dos ovos, além de alterar com o comportamento das aves de forma positiva.

CAPÍTULO II¹

¹Artigo escrito nas normas da revista Poultry

CAPÍTULO III

¹Artigo escrito nas normas da revista Livestock Science.

CAPÍTULO IV¹

¹Artigo escrito nas normas da revista *Animal Feed Science and Technology*

CAPÍTULO V¹

¹Artigo escrito nas normas da revista *Frontiers in Veterinary Science*.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ovos são produtos de alta qualidade nutricional, entretanto, perdem sua qualidade rapidamente. Uma das formas de modular sua vida de prateleira é através do uso de aditivos na alimentação das aves, o que beneficia não só consumidores, mas produtores. Neste estudo, ao utilizar probióticos e β -mannanase na alimentação de poedeiras, demonstramos que seu uso é positivo, sendo eficiente principalmente em relação à cor da gema, além de apresentarem menores níveis de TBARS e pH quando comparados ao tratamento controle.

Em relação a taxa de postura das aves, observamos aumentos significativos com o uso dos aditivos, além do peso dos ovos frescos também aumentarem sob seus efeitos. Bioquímica sérica, morfometria intestinal e massas de ovos das aves alimentadas com dietas contendo ambos os aditivos também apresentaram melhoras. Já em relação ao bem-estar animal, os aditivos foram capazes de modular o comportamento das aves, as quais apresentaram maiores frequências e tempo gasto no comportamento alimentar, além de redução de comportamento negativos como a bicagem. Assim, podemos concluir que alta produtividade pode estar alinhada ao bem-estar animal.

Portanto, a adição de β -mannanase e probióticos às dietas de galinhas poedeiras é uma estratégia eficaz para melhorar o desempenho, o bem-estar das aves, além de melhorar a qualidade em ovos frescos e armazenados. Futuros estudos, como microbiota intestinal e expressão gênica podem esclarecer os resultados encontrados neste estudo.

REFERÊNCIAS

ABPA - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL. **Relatório anual 2020**. São Paulo: ABPA, 2020.

ABREU, V. M. N.; MAZZUCO, H.; SILVA, I. J. O. **Bem-estar animal: a ave não é uma máquina**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2017.

ADHIKARI, P. A.; KIM, W. K. Overview of prebiotics and probiotics: focus on performance, gut health and immunity – A review. **Annals of Animal Science**, Warsaw, v.17, n. 4, p. 949–966, 2017.

AMARAL, G. F. *et al.* **Avicultura de postura: estrutura da cadeia produtiva, panorama do setor no Brasil e no mundo e o apoio do BNDES**. Rio de Janeiro: BNDES Setorial, 2016.

BERTECHINI, A. G. **Nutrição de monogástricos**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2004. 181 p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Instrução Normativa nº 1, de 13 de janeiro de 2020. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, n. 16, p. 6, 23 jan. 2020.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria nº1, de 21 de fevereiro de 1990. Aprovar as Normas Gerais de Inspeção de Ovos e Derivados, propostas pela Divisão de Inspeção de Carnes e Derivados. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, 6 mar. 1990.

CALISLAR, S. Effects of dietary guar meal with or without beta-mannanase on performance and egg quality traits in laying hens. **Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences**, Ankara, v. 44, n. 3, p. 511-520, 2020.

CALLAWAY, T. R. *et al.* Probiotics, prebiotics and competitive exclusion for prophylaxis against bacterial disease. **Animal Health Research Reviews**, Wallingford, v. 9, n. 2, p. 217-225, 2008.

CARVALHO, C. L. **Bem-estar animal em galinhas poedeiras**. 2019. 51 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Medicina Veterinária) - Faculdade de Veterinária, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2019.

CARVALHO, L. S. S.; FERNANDES, E. A. Formação e qualidade da casca de ovos de reprodutoras e poedeiras comerciais. **Medicina Veterinária**, Recife, v. 7, n. 1, p. 35-44, 2013.

CENGIZ, Ö. *et al.* Effect of dietary probiotic and high stocking density on the performance, carcass yield, gut microflora, and stress indicators of broilers. **Poultry Science**, Oxford, v. 94, n. 10, p. 2395-2403, 2015.

CHOCT, M. *et al.* A comparison of three xylanases on the nutritive value of two wheats for broiler chickens. **British Journal of Nutrition**, Wallingford, v. 92, n. 1, p. 53-61, 2004.

CONSEA – CONSELHO NACIONAL DE SEGURANÇA ALIMENTAR E NUTRICIONAL. **Princípios e diretrizes de uma política de segurança alimentar e nutricional**: Textos de referência da II conferência nacional de segurança alimentar e nutricional. Brasília: Editora Positiva, jul. 2004. Disponível em: https://www.ipea.gov.br/participacao/images/pdfs/conferencias/Seguranca_Alimentar_I/textos_referencia_2_conferencia_seguranca_alimentar.pdf. Acesso em: 24 mar. 2022.

DAWKINS, M. Do hens suffer in battery cages? Environmental preferences and welfare. **Animal Behaviour**, London, v. 25, n. 4, p. 1034-1046, 1997.

DAWKINS, M. Welfare and the structure of a battery cage: size and cage floor preferences in domestic hens. **Veterinary Journal**, London, v. 134, n. 5, p. 469-475, 1978.

DELMASCHIO, I. B. Enzimas na alimentação de animais monogástricos - Revisão de literatura. **Revista Científica de Medicina Veterinária-UNORP**, São José do Rio Preto, v. 2, n. 1, p. 6-20, 2018.

DHAWAN, S.; KAUR, J. Microbial mannanases: an overview of production and applications. **Critical Reviews in Biotechnology**, London, v. 27, n. 4, p. 197-216, 2007.

DUARTE, A. R. *et al.* Utilização de probióticos na avicultura. **Revista Eletrônica Nutritime**, Viçosa, MG, v. 11, n. 1, p. 3033-3044, 2014.

DUGGAN, C.; GANNON, J.; WALKER, W. A. Protective nutrients and functional foods for the gastrointestinal tract. **The American Journal of Clinical Nutrition**, Bethesda, v. 75, n. 5, p. 789–808, 2002.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Estatísticas**: desempenho da produção. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2019. Disponível em: <https://www.embrapa.br/suinos-e-aves/cias/estatisticas>. Acesso em: 27 ago. 2020.

FIGUEIREDO, T. C. **Influência das condições e do período de armazenamento nas características físico-químicas, microbiológicas e nos níveis de aminos bioativas em ovos para exportação**. 2012. 113 f. Tese (Doutorado em Ciência Animal) - Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2012.

FAO - FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATION. **Production livestock primary statistics**. Rome: FAO, 2017.

FAO/WHO - FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATION. WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Probiotics in food**: health and nutritional properties and guidelines for the evaluation. Rome: FAO, 2006. (Food and Nutrition Paper)..

- FULLER, R. **Probiotics: the scientific basis**. London: Chapman & Hall, 1992.
- FULLER, R. Probiotics in man and animals. **The Journal of Applied Bacteriology**, Oxford, v. 66, n. 5, p. 365-378, 1989.
- GHERARDI, S. R. M.; VIEIRA, R. P. Fatores que afetam a qualidade da casca do ovo: revisão de literatura. **Nutritime Revista Eletrônica**, Viçosa, MG, v. 15, n. 3, p. 8172-8181, 2018.
- GONG, H. *et al.* Effect of benzoic acid on production performance, egg quality, intestinal morphology and cecal microbial community of laying hens. **Poultry Science**, Oxford, v. 100, n. 1, [art.]196205, 2020.
- GUARDIA, S. Effects of stocking density on the growth performance and digestive microbiota of broiler chickens. **Poultry Science**, Champaign, v. 90, n. 9, p. 1878-1889, 2011.
- HOPWOOD, D. E.; PETHICK, D. W.; HAMPSON, D. J. Increasing the viscosity of the intestinal contents stimulates proliferation of enterotoxigenic *Escherichia coli* and *Brachyspira pilosicoli* in weaner pigs. **British Journal of Nutrition**, Wallingford, v. 88, n. 5, p. 523-532, 2002.
- HÖTZEL, M. J.; NOGUEIRA, S. S. C.; MACHADO FILHO, L. C. P. Bem-estar de animais de produção: das necessidades animais às possibilidades humanas. **Revista de Etologia**, São Paulo, v. 9, n. 2, p. 1-10, 2010.
- HSIAO, H.-Y.; ANDERSON, D. M.; DALE, N. M. Levels of β -mannan in soybean meal. **Poultry Science**, Champaign, v. 85, n. 8, p. 1430-1432, 2006.
- HUANG, M. K. *et al.* Effects of lactobacilli and acidophilic fungus on the production performance and immune responses in broiler chickens. **Poultry Science**, Champaign, v. 83, n. 5, p. 788-795, 2004.
- IAGG – INTERAGENCY COORDINATION GROUP ON ANTIMICROBIAL RESISTANCE. **No time to wait: securing the future from drug-resistance infections: report to the Secretary-General of the United Nations: summary of recommendations and key messages**. [S.l.]: IACG, Apr. 2019. Disponível em: https://www.who.int/antimicrobial-resistance/interagency-coordination-group/IACG_final_summary_EN.pdf?ua=1. Acesso em: 18 abr. 2020.
- IBRAHIM, R. R. Efficacy of probiotic in improving welfare and mitigating overcrowding stress in broilers. **Journal of Advanced Veterinary Research**, Assiut, v. 8, n. 4, p. 73-78, 2018.
- JACKSON, M. E. Mannanase, alpha-galactosidase, and pectinase. *In*: BEDFORD, M. R.; PARTRIDGE, G. G. (ed.). **Enzymes in farm animal nutrition**. Wallingford: CABI Publishing, 2001. p. 54-84.

JANI, G. K. *et al.* Gums and mucilages: versatile excipients for pharmaceutical formulations. **Asian Journal of Pharmaceutical Sciences**, Hong Kong, v. 4, n. 5, p. 309-323, 2009.

KORVER, D. R. Overview of the immune dynamics of the digestive system. **The Journal of Applied Poultry Research**, Oxford, v. 15, n. 1, p. 123-135, 2006.

KRABBE, E. L.; LORANDI, S. Atualidades e tendências no uso de enzimas na nutrição de aves. *In*: CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE NUTRIÇÃO ANIMAL, 6., 2014, São Paulo. **Anais**. Estância de São Pedro: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, 2014. p. 1-16.

KRAEMER, F. B. *et al.* Avaliação da qualidade interna de ovos em função da variação da temperatura de armazenamento. **Revista Brasileira de Ciência Veterinária**, Niterói, v. 10, n. 3, p. 145-151, 2003.

LAGHI, L. *et al.* A proton NMR relaxation study of hen egg quality. **Magnetic Resonance Imaging**, New York, v. 23, n. 3, p. 501-510, 2005.

LANA, S. R. V. *et al.* Qualidade de ovos de poedeiras comerciais armazenados em diferentes temperaturas e períodos de estocagem. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v. 18, n. 1, p. 140-151, 2017.

LUDKE, J. V. *et al.* **Abate humanitário de aves**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2010.

MACIT, M. *et al.* Effects of supplementation of dietary humate, probiotic, and their combination on performance, egg quality, and yolk fatty acid composition of laying hens. **Tropical Animal Health and Production**, Heidelberg, v. 53, n. 1, [art.] 63, 2021.

MENDEZ, A. A. *et al.* **Protocolo de bem-estar para aves poedeiras**. São Paulo: União Brasileira de Avicultura, 2008.

MOHAYAYEE, M.; KARIMI, K. The effect of guar meal (germ fraction) and B-mannanase enzyme on growth performance and plasma lipids in broiler chickens. **African Journal of Biotechnology**, Nairobi, v.11, n. 35, p. 8767-8773, 2012.

MOLENTO, C. F. M. **Repensando as cinco liberdades**. Curitiba: LABEA, 2006. Disponível em: <http://www.labea.ufpr.br/portal/wp-content/uploads/2013/10/MOLENTO-2006-REPENSANDO-AS-CINCO-LIBERDADES.pdf>. Acesso em: 28 abr. 2020.

OBA, A. *et al.* Características produtivas, qualitativas e microbiológicas de galinhas poedeiras alimentadas com diferentes níveis de complexo enzimático. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 34, n. 6, p. 4179-4186, 2013.

OIE - WORLD ORGANISATION FOR ANIMAL HEALTH. Introduction to the recommendations for animal welfare. *In*: OIE - WORLD ORGANISATION FOR ANIMAL HEALTH. **Terrestrial animal health code**. 27th ed. Paris: World Organization for Animal Health, 2019. v. 1, sec. 7, cap. 7.1, p. 333-335

OLIVEIRA, B. L.; OLIVEIRA, D. D. **Qualidade e tecnologia de ovos**. Lavras: UFLA, 2013.

O'NEILL, H. V. M.; SMITH, J. A.; BEDFORD, M. R. Multicarbohidrase enzymes for non-ruminants. **Asian-Australasian Journal of Animal Science**, Seoul, v. 27, n. 3, p. 290-301, 2014.

ORTEGA, A. C.; BORGES, M. S. *Codex Alimentarius*: a segurança alimentar sob a ótica da qualidade. **Segurança Alimentar e Nutricional**, Campinas, v. 19, n. 1, p. 71-81, 2012.

PETRI, R. Uso de exclusão competitiva na avicultura no Brasil. *In*: SIMPÓSIO DE SANIDADE AVÍCOLA, 2., 2000, Santa Maria. **Anais**. Santa Maria: UFSM, LCDPA, EMBRAPA, 2000. p. 41-44.

QUEIROZ, L. M. S. *et al.* Qualidade de ovos de sistemas convencional e cage-free armazenados sob temperatura ambiente. *In*: SIMPÓSIO DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA EM NUTRIÇÃO E PRODUÇÃO ANIMAL, 10., 2016, Pirassununga. **Anais**. Pirassununga: Editora 5D, 2016. p. 290-305.

RAMOS, L. S. N. *et al.* Aditivos alternativos a antibióticos para frangos de corte no período de 22 a 42 dias de idade. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v. 15, n. 4, p. 897-906, 2014.

RAMIREZ, S. Y.; PEÑUELA-SIERRA, L. M.; OSPINA, M. A. Effects of oregano (*Lippia origanoides*) essential oil supplementation on the performance, egg quality, and intestinal morphometry of Isa Brown laying hens. **Veterinary World**, Rajkot, v. 14, n. 3, p. 595-602, 2021.

SAEED, M. *et al.* The role of β -Mannanase (Hemicell) in improving poultry productivity, health and environment. **Brazilian Journal of Poultry Science**, Campinas, v. 21, n. 3, p. 1-8, 2019.

SANTOS, A. F. A. *et al.* Addition of yellow strawberry guava leaf extract in the diet of laying hens had antimicrobial and antioxidant effect capable of improving egg quality. **Biocatalysis and Agricultural Biotechnology**, Boca Raton, v. 29, [art.] 101788, 2020.

SILVA, E. N. Probióticos e prebióticos na alimentação de aves. *In*: CONFERÊNCIA APINCO E CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 2000, Campinas. **Anais**. Campinas: FACTA. 2000. p. 241-251.

SOHAIL, M. U. Alleviation of cyclic heat stress in broilers by dietary supplementation of mannan-oligosaccharide and *Lactobacillus*-based probiotic: dynamics of cortisol, thyroid hormones, cholesterol, C-reactive protein, and humoral immunity. **Poultry Science**, Champaign, v. 89, n. 9, p. 1934-1938, 2010.

STADELMAN, W. J.; COTTERILL, O. J. **Egg Science and technology**. Westport: The AVI Publishing, 1997.

STAHL, C. H. *et al.* In hibitory activities of colicins against *Escherichia coli* strains responsible for postweaning diarrhea and edema disease in swine. **Antimicrobial Agents and Chemotherapy**, Bethesda, v. 48, n. 8, p. 3119-3121, 2004.

TEO, A. Y.; TAN, H. M. Evaluation of the performance and intestinal gut microflora of broilers fed on corn-soy diets supplemented with *Bacillus subtilis* PB6 (CloSTAT). **The Journal of Applied Poultry Research**, Oxford, v. 16, n. 3, p. 296-303, 2007.

WU, X. *et al.* *Saccharomyces boulardii* ameliorates *Citrobacter rodentium*-induced colitis through actions on bacterial virulence factors. **American Journal of Physiology-Gastrointestinal and Liver**, Bethesda, v. 294, n. 1, p. 295-306, 2008.

YU, B. Evaluation of *Lactobacillus reuteri* Pg4 strain expressing heterologous β -glucanase as a probiotic in poultry diets based on barley. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 141, n. 1/2, p. 82-91, 2008.

ZHANG, Z. F.; KIM, I. H. Effects of probiotic supplementation in different energy and nutrient density diets on performance, egg quality, excreta microflora, excreta noxious gas emission, and serum cholesterol concentrations in laying hens. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 91, n. 10, p. 4781-4787, 2013.

ZHENG, L. *et al.* Effects of β -mannanase on egg production performance, egg quality, intestinal microbiota, viscosity, and ammonia concentration in laying hens. **Brazilian Journal of Poultry Science**, Campinas, v. 22, n. 1, p. 327-345, 2020.