

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA (UNESP)
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E TECNOLÓGICAS
CAMPUS DE DRACENA

Elis Omar Figueroa Castillo

Engenheiro Agrônomo

**EFEITO DE PREBIÓTICOS NA ALIMENTAÇÃO DE
GALINHAS POEDEIRAS SOBRE O DESEMPENHO,
QUALIDADE DE OVOS E HEMATOLOGIA**

Dracena

2021

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA (UNESP)
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E TECNOLÓGICAS
CAMPUS DE DRACENA

Elis Omar Figueroa Castillo

Engenheiro Agrônomo

**EFEITO DE PREBIÓTICOS NA ALIMENTAÇÃO DE
GALINHAS POEDEIRAS SOBRE O DESEMPENHO,
QUALIDADE DE OVOS E HEMATOLOGIA**

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas – Unesp, Câmpus de Dracena como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia Animal.

Orientador: Prof. Dr. Gustavo do Valle Polycarpo

Dracena

2021

FICHA CATALOGRÁFICA
Desenvolvida pela Seção Técnica de Biblioteca e Documentação
Campus de Dracena

C352e

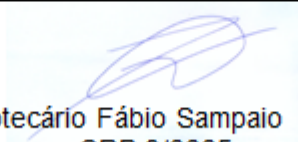
Castillo, Elis Omar Figueroa.

Efeito de prebióticos na alimentação de galinhas poedeiras sobre o desempenho, qualidade de ovos e hematologia / Elis Omar Figueroa Castillo. -- Dracena: [s.n.], 2021.
52 f. : il.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp). Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas de Dracena. Área do conhecimento: Produção Animal, 2021.

Orientador: Gustavo do Valle Polycarpo

1. Eritrócitos. 2. Galinhas. 3. Ovos produção. 4. Frutose. 5. Galactose I. Título.



Bibliotecário Fábio Sampaio Rosas
CRB 8/6665



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Dracena



CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: Efeito de prebióticos na alimentação de galinhas poedeiras sobre o desempenho, qualidade de ovos e hematologia

AUTOR: ELIS OMAR FIGUEROA CASTILLO

ORIENTADOR: GUSTAVO DO VALLE POLYCARPO

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em CIÊNCIA E TECNOLOGIA ANIMAL, área: Produção Animal pela Comissão Examinadora:

Prof. Dr. GUSTAVO DO VALLE POLYCARPO (Participação Virtual)
FCAT/UNESP / Dracena/SP

Profa. Dra. ROSEMEIRE DA SILVA FILARDI (Participação Virtual)
Departamento de Biologia e Zootecnia / Faculdade de Engenharia - UNESP - Câmpus de Ilha Solteira

Profa. Dra. MARIA FERNANDA DE CASTRO BURBARELLI (Participação Virtual)
Faculdade de Ciências Agrárias - Curso Zootecnia / Universidade Estadual da Grande Dourados

Dracena, 14 de maio de 2021

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

Elis Omar figueroa Castillo- nascido em Tegucigalpa- Honduras em 20/02/1994.Ingressou em 2012 na Faculdade Escola Agrícola Panamericano, El Zamorano campus valle del yeguaré, concluindo a graduação em Engenharia Agrônômica em 2015. No ano de 2019 ingressou no programa de Pós- Graduação, mestrado stricto Sensu em Ciência e Tecnologia Animal - UNESP, Campus de Dracena, sendo que em maio de 2021 submeteu sua dissertação á banca examinadora.

DEDICATÓRIA

Principalmente à Deus, já que ele abriu as portas para eu poder estudar fora do meu país.

Aos meus pais e irmãos que me dão apoio incondicional e fazem muito esforço para que eu possa me preparar bem para a vida.

Aos meus avós, que sempre me deram amor. Penso em vocês em todas as decisões que tomo, penso no mais maravilhoso amor, Vocês são uma grande benção de Deus.

Aos meus amigos, pois foi difícil estar em um novo país, mas tive sempre a ajuda de todos, em qualquer circunstância.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço à Deus, pela oportunidade de realizar um dos meus grandes sonhos, realizar um mestrado em um país estrangeiro, conhecendo uma cultura nova e tantas pessoas maravilhosas que me deram muito amor e me fizeram sentir em casa. Os fracassos são a escola da vida, pois entendi que na vida tudo tem um propósito, e a última palavra é a Dele. Minhas conquistas dedico honrosamente à Deus. Foram dois anos pedindo à Deus para poder estudar fora, e agora entendo a “demora” em me dar a resposta, pois foi no tempo certo que Ele me enviou ao melhor lugar, uma cidade chamada Dracena - SP, onde nos piores momentos de minha vida sempre aparecia alguém para me ajudar, e foi assim que conheci pessoas que valem ouro.

Agradeço do fundo do meu coração aos meus pais, Elis e Martha, por todos os sacrifícios que sempre fizeram por mim, com eles não existe um “não”, e sempre me falam: enquanto nós estivermos aqui, você estará bem. Essas foram as coisas que marcaram a minha vida. As vezes eles não podem prover algumas coisas, mas eles sempre procuram uma alternativa para me fazer feliz. Agradeço ao amor incondicional, a todo conselho e todo o apoio que eles me dão, pois são meu motor quando estou querendo “jogar a toalha” numa prova. Independente da idade que eu tenha SEMPRE VOU PRECISAR DE VOCÊS. Obrigado por todo sacrifício, por me ensinarem que tudo tem base em Deus, e pela boa educação, que foi a melhor herança que me deixaram. Obrigado pelos ensinamentos, pelo melhor ambiente familiar, por sempre me corrigirem com sabedoria, e me ensinar a ser honesto e trabalhador. Eu estive longe em muitos momentos especiais em que poderia estar com minha família, e quero que saibam que esses dias foram os mais difíceis, e a saudade apertava no meu coração, mas ainda teremos outros momentos juntos, e saibam que seu filho os ama.

Agradeço aos meus irmãos Jesus, Oscar e Paola, os quais sempre me apoiaram em minhas decisões, e obrigado por me ensinarem de que conhecimento se conquista com o tempo. Vocês contribuíram para formar a pessoa que sou hoje.

Agradeço aos meus avós Camilo e Virginia, pessoas que eu amo e que mudaram minha vida desde criança. São pessoas muito honestas, amáveis e trabalhadoras. Obrigado por todo amor que sempre me deram, e o mais importante:

obrigado por me apoiarem em todas as minhas escolhas e também pelos conselhos. Obrigado por me receberem em vossa casa sempre com amor, os avós são tão sábios e tão carinhosos que poderiam ser eternos, mas como não são, quero desfrutar ao máximo o tempo que tenho com vocês. Vocês têm um espaço muito grande no meu coração, e digo que a formação que vocês me deram me faz um homem melhor a cada dia.

Agradeço a minha adorada avó Juanita (*in memoriam*), obrigado grandemente pelos ensinamentos, por ser uma pessoa tão sábia e sempre me dar conselhos que até hoje me ajudam em minha vida. Lembro-me sempre daquele conselho que sempre falava: senão tem nada para fazer, durma, pois assim não atrapalhará ninguém. Obrigado por me ajudar a juntar moedas, guardando-as num pote para depois irmos comprar sorvete no McDonald's. No café de manhã sempre aqueles pães com margarina e café com leite que jamais ninguém me vai fazer de novo, em que seu propósito era sempre nos fazer feliz. Sempre irei admirar sua fé em Deus. Depois que você partiu refleti que você era muito para este mundo, e Deus a queria ao lado Dele. Te amo imensamente, você sempre irá morar e viver no meu coração e nas minhas lembranças.

Agradeço ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Animal por me conceder a oportunidade de realizar meu sonho que era estudar em um país estrangeiro, pois adquirimos experiências que possuem valor inestimável. Obrigado pelo apoio durante todo o período do meu curso.

Agradeço ao meu orientador Prof. Dr. Gustavo do Valle Polycarpo pelo tempo de amizade. Dois anos não é muito tempo, mas sei que tenho um amigo. Minha experiência no Brasil foi a melhor, nunca tive um orientador, e você é o primeiro. No começo tive um pouco de receio porque não entendia bem sua forma de trabalhar, mas com o passar do tempo fui aprendendo com a pessoa grandiosa que é. Vou levar no meu coração todas as motivações que me passou. Dizeres como “vamos trabalhar juntos” ou “vou te ajudar” são coisas que marcam as pessoas. Aprendi com você que tenho que valer-me por mim sozinho, correr atrás de resultados. Além disso, notei que você é uma pessoa que entende as situações das demais pessoas, pois percebia quando as coisas não estavam bem, e, com isso, sempre dava bons conselhos. Obrigado pela paciência. Obrigado Gustavo, por acrescentar coisas nas nossas vidas.

Agradeço à minha melhor amiga de Mestrado, Bruna Trevizan e tudo que sua família Trevizan (minha nova mãe e meu novo pai, tios, avós, Theo, Juliana, Caio e demais membros) por esses meses de amizade. Eu sei que dois anos não é muito tempo, mas os desafios da minha jornada foram muitos, devido ao contraste de cultura e idioma, onde nesse tempo muita gente não queria falar comigo. Mas você foi diferente: estendeu a mão nos momentos que mais precisei... e fez com que tudo ficasse bem. Quanto mais dias se passavam mais nossa amizade crescia, e com isso fui me dando conta que fazíamos tudo juntos (eu era sua sombra, e você era minha sombra). Forem os melhores dias da minha vida. Foi dando risada ao seu lado que tudo ia evoluindo. Com o passar do tempo chegou o dia esperado por nós, o dia de começar o projeto. Era tudo novo para mim, jamais em minha vida havia feito algo igual, mas juntos tornamos a execução do mesmo possível. Os dias passaram rápido. Mas como “nem tudo é flores”, tivemos uma briga... coisa do dia-a-dia... o que não foi suficiente para diminuir nossa amizade, pelo contrário, a deixou mais forte. Depois que acabou o nosso projeto senti saudade sua e acho que é algo que sempre vou sentir, pois você tinha se tornado parte das minhas rotinas diárias. Agora compreendo que o tempo de espera pelo mestrado, foi obra de Deus para colocar pessoas de ouro no meu caminho. Você e sua família estão marcados no meu coração, e com muita sinceridade gostaria de dizer: obrigado, amo vocês.

Agradeço à minha melhor amiga da graduação Monique dos Santos. Apesar do pouco tempo de amizade, mas intenso e verdadeiro, só tenho a agradecer. Obrigado pelo seu apoio em qualquer circunstância, tanto no projeto como em partes da minha vida pessoal. Obrigado por me abrir as portas. Lembro o primeiro dia em que você, sem receio algum, foi falar comigo. Na época eu ainda não falava nada de português, mas você sempre me impulsionou a trabalhar e dar tudo de mim com muito ânimo. Como dizemos, nossa frase sempre será: “amigos por sempre”.

Agradeço às meninas Mariana, Tainá, Thairine, Fernanda e toda a turma da avicultura. Obrigado pela confiança que sempre me deram e que me fez sentir em casa, mesmo nos momentos mais difíceis emocionalmente, como quando a saudade pegava mais forte. Era nesses momentos que estavam comigo para dar boas risadas. Jamais duvidarei que são as melhores pessoas e profissionais que já conheci.

Agradeço à República K-baret por me acolher no Mestrado. Agradeço a todos os moradores: Victor, Caio, Felipe, Lucas, Antonio, Taiano, Matheus, Evandro e

Victor. Obrigada por todo apoio, carinho e atenção. No princípio foi difícil, mas vocês sempre estavam perto de mim, e desse modo foram meus guarda-costas. Obrigado pelos ensinamentos nas diversas áreas de pesquisa durante nossas conversas na hora do almoço. Sentirei muita saudade. Me traz muita alegria lembrar daquela mesa lotada com todos vocês e das risadas que demos. Essa é uma república onde sempre seremos uma família.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

EPÍGRAFE

Labor Omnia Vincit

“O trabalho vence tudo”

Virgílio Geórgicas, (144 e 145).

CERTIFICADO DA COMISSÃO DE ÉTICA



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Câmpus de Dracena



Comissão de Ética no Uso de Animais

Certificado

Certificamos que a proposta intitulada "Efeito de prebióticos na alimentação de galinhas poedeiras sobre o desempenho, qualidade de ovos e imunidade" (Effect of prebiotics in the feeding of laying hens on performance, egg quality and immunity), registrada com o nº 11/2019.R1 – CEUA, sob a responsabilidade do(a) Prof(a). Dr(a). Gustavo do Valle Polycarpo – que envolve a produção, manutenção ou utilização de animais pertencentes ao filo Chordata, subfilo Vertebrata (exceto humanos), para fins de **pesquisa científica** – encontra-se de acordo com os preceitos da Lei nº 11.794, de 8 de outubro de 2008, do Decreto nº 6.899, de 15 de julho de 2009, e com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal (CONCEA), e foi aprovada pela COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS – CEUA da Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas da UNESP - Câmpus de Dracena, em reunião de 30/07/2019.

Dracena, 30 de julho de 2019.

Profa. Dra. Jaqueline Dalbello Biller

Vice-Presidente da Comissão de Ética no Uso de Animais

Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas - DTA

Rod. Cmto. João Ribeiro de Barros, km 651- Bairro das Antas – CEP: 17900-000 – Dracena/SP - Brasil
Tel. (18) 3821-8200 – www.dracena.unesp.br - academico@dracena.unesp.br

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar se dietas suplementadas com os prebióticos frutooligossacarídeos e levedura *Saccharomyces cerevisia* (FOS) e galactooligossacarídeos e levedura seca *Saccharomyces cerevisia* (GOS), isolados ou associados, influenciam o desempenho, qualidade de ovos e variáveis hematológicas de galinhas poedeiras. Foram utilizadas 96 galinhas poedeiras da linhagem *Hy-line* com 80 semanas de idade, avaliadas por um período de 84 dias (três ciclos de 28 dias). As aves foram distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado, com quatro tratamentos e seis repetições. Os tratamentos foram organizados em esquema fatorial 4 x 3, ração basal (RB) a base de milho e farelo de soja; RB com inclusão de FOS; RB com inclusão de GOS; RB com inclusão de FOS + GOS, e os 3 ciclos de produção. Não foi possível mostrar uma diferença dos prebióticos testados, não ocasionaram alterações no desempenho, qualidade dos ovos e variáveis hematológicas. Considerando as variáveis hematológicas, as aves dos ciclos 1 e 2 apresentaram melhores condições fisiológicas, uma vez que apresentaram maiores contagens de eritrócitos, leucócitos totais, linfócitos, basófilos e trombócitos.

Palavras-chave: Eritrócitos. Galinhas. Ovos produção. Frutose. Galactose.

ABSTRACT

The objective of this work was to evaluate diets supplemented with FOS prebiotics (fructooligosaccharides and yeast *Saccharomyces cerevisiae*) and GOS (galactooligosaccharides and dry yeast *Saccharomyces cerevisiae*), isolated or associated, for laying hens on performance variables, egg quality and hematological variables. 96 laying hens of the Hy-line lineage with 80 weeks of age were used, evaluated for a period of 84 days (three cycles of 28 days). The birds were distributed in a completely randomized design, with four treatments and six replications. The treatments were organized in a 4 x 3 factorial scheme, basal ration (RB) based on corn and soybean meal; RB with inclusion of FOS; RB with inclusion of GOS; RB with inclusion of FOS + GOS and the second factor is the 3 production cycles. It was not possible to show a difference in the prebiotics tested, they did not cause changes in performance, quality of eggs and hematological variables. Considering the hematological variables, birds from cycles 1 and 2 had better physiological conditions, since they had higher counts of erythrocytes, total leukocytes, lymphocytes, basophils and thrombocytes.

Keywords: Erythrocytes. Hens. Egg production. Fructose. Galactose.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 Vista interna do galpão de galinhas poedeiras.....	34
Figura 2 Embalagem de GOS	35
Figura 3 Embalagem de FOS.....	35
Figura 4 Pesagem diária dos ovos.	36
Figura 5 Pesagem do ovo	37
Figura 6 Análise do ovo.....	38
Figura 7 Aferição do diâmetro	39
Figura 8 altura da gema	39
Figura 9 Aferição do diâmetro do albúmen	39
Figura 10 Avaliação da espessura da casca.....	40

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Desempenho de galinhas poedeiras alimentadas com diferentes prebióticos em três ciclos de 28 dias de produção.	48
Tabela 2	Qualidade de ovos de galinhas poedeiras alimentadas com diferentes prebióticos em três ciclos de 28 dias de produção.	49
Tabela 3	Variáveis hematológicas, bioquímicas de galinhas poedeiras suplementadas com diferentes prebióticos em três ciclos de 28 dias de produção.	50
Tabela 4	Efeito da interação da dieta em galinhas poedeiras com diferentes prebióticos em ciclos de 28 dias na concentração de heterófilos.	51

SUMÁRIO

CAPÍTULO I – CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	18
1 INTRODUÇÃO	18
2 REVISÃO DE LITERATURA	20
2.1 Aditivos disponíveis para galinhas	20
2.2 Prebióticos (carboidratos solúveis e oligosacarídeos)	20
2.3 Fructoligosacarídeos (FOS)	22
2.4 Galactoligosacarídeos (GOS).....	23
2.5 Hematologia em aves	24
3REFERÊNCIAS	26
CAPÍTULO 2 –	30
EFEITO DE PREBIÓTICOS NA ALIMENTAÇÃO DE GALINHAS POEDEIRAS SOBRE O DESEMPENHO, QUALIDADE DE OVOS E HEMATOLOGIA	30
1 INTRODUÇÃO	31
2 OBJETIVO	32
3 HIPÓTESE.....	32
4 MATERIAL E MÉTODOS	32
4.1 Aves e Tratamentos	33
4.2 Rações Experimentais	34
4.3 Características Avaliadas.....	35
4.4.1 Desempenho.....	35
4.4.2 Qualidade dos ovos.....	36
4.4.3.1 Peso médio dos ovos (W)	36
4.4.3.2 Gravidade específica.....	37
4.4.3.3 Altura do albúmen (H)	37
4.4.3.4 Unidade Haugh (UH).....	38
4.4.3.5 Índice de gema.....	38
4.4.3.6 Índice de albúmen	39
4.4.3.7 Espessura e peso da casca	40
4.4 Variáveis hematológicas: hematócrito, hemoglobina e índices de Wintrobe, número de eritrócitos, contagem total e diferencial das células de defesa	40
4.4.1 Contagem de diferencial de leucócitos	41
4.5 Análise Estatística	41
5 RESULTADOS	41
5.1 Desempenho.....	41
5.2 Qualidade	42

5.3 Hematologia.....	42
6 DISCUSSÃO	47
7 CONCLUSÃO.....	50
8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	50

CAPÍTULO I – CONSIDERAÇÕES GERAIS

1 INTRODUÇÃO

A avicultura brasileira se destaca mundialmente, pois o Brasil é um dos maiores produtores de ovos mais a maioria da produção fica em consumo interno. A ABPA (Associação Brasileira de Proteína Animal) apresentam exportações para 2021 uma produção de ovos de 3,177 mil toneladas no primeiro bimestre, valor 150,6% superior ao registrado no ano anterior de 1,267 mil toneladas, onde as vendas dos ovos chegaram a US\$ 4,128 milhões em nos primeiros meses de este ano (ABPA, 2021). Entende-se que para atender as demandas do mercado é preciso aumentar a produtividade e qualidade do produto final superando os desafios enfrentados pela indústria avícola. “Para poder atingir os desafios enfrentados pela industria avicola podemos nos ajudar com prebióticos que são compostos não digeríveis pelo trato gastrointestinal (TGI) que, através de sua metabolização por microrganismos no intestino, modulam a composição e / ou atividade da microbiota intestinal, atribuindo assim um resultado fisiológico benéfico no hospedeiro” (BINDELS *et al.*, 2015).

“São substâncias não hidrolisada noTGI, com ação seletiva sobre um número limitado de bactérias benéficas comensais, as quais terão seu crescimento e metabolismo estimulados, favorecendo a microbiota intestinal, podendo assim, resultar numa melhor nutrição” (MOOKIAH *et al.*, 2014). “Além da modulação da microbiota os prebióticos aumentam o número de bactérias probióticas específicas, incluindo os lactobacilos e bifidobactérias, mas agora com os métodos baseados em uma ampla gama de comunidades de microbiota intestinal podem utilizar alguns substratos de prebióticos, o qual pode variar dependendo do ecossistema e o hospedeiro” (RICKE, 2018). “Além disso, osprebióticos ajudam a combater bactérias como Salmonella” (ADHIKARI *et al.*, 2018), e Campylobacter (PARK *et al.*, 2014).

Os prebióticos mais utilizados são oligossacarídeos como os fructooligossacarídeos (FOS) e o galactooligossacarídeos (GOS) que são metabolizados preferencialmente por bifidobactérias, fato devido sua estrutura que pode ser imediatamente degradada pelas enzimas β -frutanosidase e β -galactosidase, respectivamente, que são prevalentes em bifidobactérias (RICKE, 2018).

“FOS são fibras solúveis fermentáveis que promovem a proteção da mucosa intestinal do hospedeiro e propicia um ambiente estável para a propagação de bactérias benéficas, e atuam na eliminação de bactérias como a salmonela” (PRATIMA *et al.*, 2018; RICKE, 2018).

Park *et al.* (2017), “Relataram que algumas bactérias benéficas tendem a escolher as cadeias curtas de frutanos, mais independente do tamanho da cadeia mostrou um crescimento da microflora intestinal em comparação com o tratamento controle”. “No entanto estudaram a suplementação com prebióticos em dietas para galinhas poedeiras e observaram melhora no consumo de ração e produção de ovos de 20 a 36 semanas de idade da ave, e na conversão alimentar, peso do ovo, massa de ovo de 20 a 52 semanas de idade da ave”. (TANG *et al.*, 2017)

“Segundo Varasteh e Yousaf, o GOS é um prebiótico para aves e sua adição é um precursor de bactérias benéficas como lactobacilos e bifidobactérias, demonstrando outros efeitos potencialmente benéficos, como diminuição do estresse por calor, e também melhora nas células de imunidade. Slawinska *et al.* (2019) mostraram que a inoculação de GOS no ovo durante a incubação promoveu aumento de bactérias benéficas no jejuno e ceco de frangos aos 42 dias de idade, além de mudar a expressão gênica relacionada às repostas imunes intestinais” (VARASTEH *et al.*, 2015; YOUSAF *et al.*, 2017)

“Em estudos com frangos de corte, Pourabedin e Rajan verificaram que o uso de MOS influenciou positivamente o número e comprimento das vilosidades do intestinais, o que determino melhor absorção de nutriente e, portanto, um melhor estado de saúde” (POURABEDIN *et al.*, 2014; RAJAN *et al.*, 2016).

“Para poedeiras comerciais os efeitos da utilização de prebióticos são controversos. Mohebbifar não verificaram efeito da utilização de MOS no desempenho, parâmetros sanguíneos e a qualidade do ovo de galinhas poedeiras” (MOHEBBIFAR *et al.*, 2013).

A escassez de informações sobre a influencia da utilização de prebióticos isolados ou associados, sobre características produtivas na produção de ovos, perfil hematológico em galinhas poedeiras, faz com que haja necessidade de investigar, mais a fundo o tema e assim encontrar resultados que possam contribuir para a melhora da produção.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Aditivos Disponíveis para Galinhas

A dieta na avicultura de postura, utilizada com propósito de fornecer nutrientes para manutenção das aves e produção de ovos, representa em torno de 70% do total dos custos com a produção. Com isso, um dos desafios para a indústria avícola é fornecer uma dieta que atenda às necessidades nutricionais das aves de postura, para se produzir um ovo de qualidade.

De acordo com Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), o aditivo é definido como uma substância, microrganismo ou produto formulado, adicionado intencionalmente aos produtos. Serve para melhorar as características dos produtos destinados à alimentação animal, melhorar o desempenho dos animais sadios ou atender as necessidades nutricionais. Normalmente os aditivos são classificados de acordo com sua categoria: 1- Nutricionais: ajudam a manter as propriedades nutricionais dos alimentos. 2- Tecnológicos: melhoram os processos tecnológicos da produção dos alimentos, como: adsorvente, aglomerante, antiaglomerante, antioxidante, antiumectante, conservante, emulsificante, estabilizante, espessantes, gelificantes, regulador da acidez, umectante. 3- Sensoriais: transformam as propriedades organolépticas do produto como por exemplo: corante e pigmentantes, aromatizante, palatilizante. 4- Anticoccidianos: interrompem o crescimento de protozoários. 5- Zootécnicos: auxiliam positivamente na melhora do desempenho de animais e ajudam favoravelmente do meio ambiente como por exemplo: digestivo, equilibradores da microbiota, probióticos, prebióticos, acidificantes, melhoradores de desempenho.

2.2 Prebióticos (Carboidratos Solúveis e Oligosacarídeos)

“O prebiótico é classificado como um aditivo zootécnico, que não deve ser digerido no TGI das aves, com o propósito de alimentar as bactérias benéficas para maior colonização do intestino e do colón” (SILVA; NÖRNBERG, 2003). “São produtos naturais, agem como melhoradores da saúde intestinal, alterando a microflora intestinal, inibindo bactérias patogênicas como a *Escherichia coli* e *Salmonella* spp. (XU *et al.*, 2003), “além de atuarem como antagonistas aos

patógenos, estimulam reações enzimáticas, diminuem a produção de amônia e fenol e aumentam a resistência à colonização” (SILVA *et al.*, 2013).

“Os prebióticos induzem efeitos benéficos no intestino, pois alteram a microbiota intestinal ao promoverem a colonização desta por meio das bactérias benéficas permitindo a passagem de nutrientes na mucosa intestinal, e formam uma barreira imunológica, devido a proteção do intestino contra bactérias patogênicas e suas toxinas” (SCHREZENMEIR DE VRESE, 2001; DIONÍZIO *et al.*, 2002; MANDERSON *et al.*, 2005). “A inclusão de prebióticos auxilia na diminuição de bactérias patogênicas e não são as únicas substâncias que podem afetar a microbiota, também existem outras bactérias benéficas que a inclusão de prebióticos beneficiam, como a *Faecalibacterium prausnitzii*, *Eubacterium rectale* e *Roseburia spp*, tanto que seu crescimento se fixa na mucosa intestinal” (GIBSON *et al.*, 2017).

“Os resultados dos produtos da fermentação bacteriana como substrato os prebióticos são os ácidos graxos de cadeia curta (AGCC), acetato, butirato e propionato” (DAVANI-DAVARI *et al.*, 2019). Os compostos anteriormente mencionados são aproveitados pela microbiota intestinal ou liberados no lúmen, onde apresentam uma interação com as células do epitélio, células do sistema imune inato é adaptativo (Brosseau *et al.*, 2019). O mecanismo de ação dos prebióticos, falando indiretamente eles afetam o epitélio intestinal, além disso, via sistema imune na produção de AGCC. “Em tanto no mecanismo direto é mediante na interação os prebióticos com a mucosa intestinal, atuando nos receptores do epitélio que reconhecem os prebióticos” (BROSSEAU *et al.*, 2019).

O trato intestinal é o órgão de máxima responsabilidade na evolução e desenvolvimento da imunidade geral inespecífica das aves, e se diferencia pelo fato das aves não apresentarem linfonodos, porém existem órgãos linfóides que estão distribuídos ao longo do trato intestinal, como as tonsilas, placas de peyer, cecais, inclusive a bolsa de fabricius (uma invaginação da parte final do trato digestivo). “Os mesmos recolhem antígenos que estão no trato digestivo que estimulam as células “ β ”, precursoras de imunoglobulinas “A” (IgA) e células “T”, colaboradoras das placas de peyer, para o desenvolvimento de imunidade geral e inespecífica” (JIN *et al.*, 1997; BREDA *et al.*, 2010).

“Em alguns estudos a inclusão de prebióticos na dieta das aves melhorou o desempenho, o que pode estar relacionado a capacidade dos prebióticos em estimular o sistema imunológico” (RICKE *et al.*, 2017; 2018). “Segundo Chen, a suplementação com prebióticos também afetou o desenvolvimento das aves e sua capacidade de absorção dos nutrientes, melhorando a conversão alimentar” (CHEN *et al.*, 2005).

De acordo com Sheoran a inclusão de 1g e 2g/kg de prebióticos na dieta de galinhas poedeiras melhorou a conversão alimentar em 3,83 e 6,86% respectivamente, com maior de massa de ovos na inclusão de 2g/kg (SHEORAN *et al.*, 2018). Os autores também observaram que o estado imune da ave foi melhorado, devido ao aumento da resposta imune mediada por células T, protegendo as aves de doenças sem afetar a produção.

“Um dos objetivo do uso de prebióticos é aumentar a quantidade de carboidratos que chegam ao colon, pois aumentam a quantidade de fermentação sacarolítica por todo o intestino e reduzem a proteólise” (GIBSON *et al.*, 2003). Os principais produtos finais da fermentação sacarolítica são os ácidos graxos de cadeias curtas: acetato, propionato e butirato, que devido à natureza ácida são mais favoráveis que a fermentação proteolítica. “Os produtos finais da fermentação proteolítica, por outro lado, incluem os metabólitos nitrogenados, tais como compostos fenólicos, aminas e amônia” (GIBSON *et al.*, 2003). “Assim, quando há fermentação sacarolítica, essas bactérias não usam tanta proteína para energia, podendo resultar em menos aminas, amônia e ácidos graxos de cadeia ramificada” (HAHATI *et al.*, 2010).

2.3 Fructoligosacarídeos (FOS)

Segundo Seminario *et al.*, (2003), FOS são oligossacarídeos de cadeia curta de açúcares simples, variando entre 2 a 10 moléculas de frutose e do ponto de vista comercial são divididos em 2 grupos: obtidos a partir da hidrólise enzimática de inulina, ou preparado por reação enzimática de transfrutossilacção em resíduos de sacarose. “A inulina é um nutriente composto de frutose presente naturalmente em algumas plantas, como a chicória, sendo fibras não solúveis para as enzimas

gástricas e ao atingirem o intestino, melhoram o crescimento de bactérias benéficas” (KNUDSEN; HESSOV, 1995),apresentando uma estimulação de bactérias ácido-lacticas (SCOTT *et al.*, 2014)

“O FOS tem resistência á degradação enzimática e á absorção no trato gastrointestinal, passando direto ao ceco, onde ocorre a maior parte da fermentação para ser aproveitado pelas bactérias benéficas “(GIBSON *et al.*, 2017).

“O tempo de adaptação e exposição dos microrganismos do TGI ao FOS têm um papel importante nas respostas das aves. Quando FOS é suplementado na dieta por um periodo mais longo, produz melhores resultados na altura das vilosidades e a profundidade das criptas do intestino e também incrementa os níveis de acetato, propionato, ácidos graxos voláteis e as concentrações de ácido láctico” (HANNING *et al.*, 2012).

“O consumo desses carboidratos promete uma ação mais efetiva aos microrganismos benéficos melhorando o desempenho animal” (GIBSON; ROBERFROID *et al.*, 1995). “Segundo Adhikari, a suplementação com FOS altera parâmetros imunológicos nas galinhas poedeiras, aumentando o número de células produtoras de (imunoglobulinas Ig)”; (ADHIKARI *et al.*, 2018),. “Além disso, os FOS promovemaumento no peso corporal das aves, mas não alteraram a taxa de conversão alimentar” (PRUSZYNSKA-OSZMALEK *et al.*, 2015).

2.4 Galactoligossacarídeos (GOS)

“São oligossacarídeos compostos derivados da lactose através da ação da enzima β -galactosidase e derivados de galactose pela presença de várias moléculas de galactose” (TENG *et al.*, 2018). Esse prebiótico é digerido pelas espécies de Bifidobacterium, sendo substrato para estas; não é utilizável por espécies patogênicas, incluindo Clostridium e Salmonella, portanto ajuda no desenvolvimento de bactérias benéficas como as bifidobactérias, lactobacilos, enterobactérias, bacteroidetes e inibe a reprodução de bactérias patogênicas (SLAWINSKA *et al.*, 2019;LOUIS *et al.*, 2016)

“Um dos principais mecanismos dos prebióticos é a produção de ácidos graxos de cadeia curta (AGCC), a redução da enterite e a acidificação do pH

intestinal, favorecendo a ação das enzimas digestivas resultando em melhor absorção dos nutrientes da dieta, principalmente butirato, propionato e acetato como parte do processo fermentativo” (POURABEDIN *et al.*, 2014; DE MAESSCHALCK *et al.*, 2015). “Os AGCC baixam o pH do lúmen do intestino causando uma exclusão competitiva pela acidificação do ambiente intestinal e fornecem energia às células epiteliais. Esse quadro modula a inflamação e regula as funções metabólicas” (POURABEDIN *et al.*, 2014).

2.5 Hematologia em Aves

“Hematologia é a área específica que trata o estudo da detecção antecipada de doenças em aves como a descoberta de possíveis anemias”; (ETUK *et al.*, 2014), além disto ajuda na avaliação em conjunto na saúde de uma população, assim pode oferecer uma solução de tratamento da problemática e também estudar os órgãos onde são produzidas as células de imunidade.

Na avicultura, defende-se a prevenção de doenças virais e bacterianas, que sempre são uma ameaça na produção. Uma das ferramentas é a imunonutrição, fortalecimento do sistema imunológico contra resistência de microrganismos e doenças, com a utilização de nutrientes que tenham “propriedades imunomoduladoras” (SILVA *et al.*, 2013).

Um dos mecanismos de resposta do sistema imunológico é naturalmente composto por células fagocíticas que dependem do ambiente em que se encontram, da nutrição e da idade da ave, apresentando defesas inatas que são aquelas que fortalecem o hospedeiro, as quais são dedicadas para fornecer uma resposta estável a infecções em um nível que pode desenvolver mecanismos imunológicos adquiridos. Entre eles está a imunidade inata, que é o início da linha de defesa e a ativação de uma resposta adaptativa do hospedeiro que apresenta uma série de processos que reconhecem imediatamente o patógeno, o que cria uma ação imunológica. “Existem três características principais das respostas imunes inatas: 1. agem rapidamente e não aumentam com a exposição repetida a patógenos, 2. especificidade limitada: não discriminam patógenos; 3. a capacidade de aumentar a proteção ou tratamento de infecções” (KIM *et al.*, 2019)

“A Resposta Imunológica Adaptativa é definida como uma defesa induzida (modulada) no organismo que possui um reconhecimento microbiano específico, uma velocidade de ativação do sistema imunológico e que dá uma memória ao sistema de defesa, caso o patógeno tente atacar o organismo novamente. organismo hospedeiro” (KAMADA *et al.*, 2013). “Destaca-se a importantíssima cooperação entre os linfócitos T e B, células de defesa que possuem anticorpos e antígenos que resultam em resposta imune e especificidade (capacidade de anticorpos, moléculas, receptores de membrana e linfócitos T se ligarem ao antígeno específico” (BERGHOF *et al.*, 2018).

3 REFERÊNCIAS

- ADHIKARI, P.; COSBY, D. E.; COX, N. A.; FRANCA, M. S.; WILLIAMS, S. M.; GOGAL JR, R. M.; RITZ, C. W.; KIM, W. K. Effect of dietary fructooligosaccharide supplementation on internal organs Salmonella colonization, immune response, ileal morphology, and ileal immunohistochemistry in laying hens challenged with Salmonella enteritidis. **Poultry Science**, v.97 p.2525–2533, 2018.
- BERGHOF, T. V. L.; ARTS, J. A. J.; BOVENHUIS, H.; LAMMERS, A.; VAN DER POEL, J. J.; PARMENTIER, H. K. Antigen-dependent effects of divergent selective breeding based on natural antibodies on specific humoral immune responses in chickens. **Vaccine**, v. 36, n. 11, p. 1444-1452, 2018.
- BREDA, A. L.; PEREIRA, M. M.; OLIVEIRA, A. P.; BATISTA, P. B.; FARIAS, P. G.; DIAS, D. L. S.; MACÊDO, J. F.; LIMA, K. S.; BRANDÃO, R.K. C. Manipulação de microrganismos intestinais em monogástricos: Revisão de literatura. **PUBVET**, v. 4, n.1, ed.106, art. 714, 2010. Disponível em: <https://www.pubvet.com.br/uploads/a87fb4ab532c878a077bb520101d85c2.pdf>. Acesso em: 30 jun. 2021.
- BROSSEAU, C.; SELLE, A.; PALMER, D. J.; PRESCOTT, S. L.; BARBAROT, S.; BODINIER, M. Prebiotics: mechanisms and preventive effects in allergy. **Nutrients**, v.11, n.8, p. 1841, 2019.
- CAMPBELL, T.W.A. Avian hematology. *In*: CAMPBELL, T. W.A. **Avian hematology and cytology**. Iowa: Iowa State University Press/ AMES, 1998. p. 3-17. CHARLES NORIEGA, M.L.V.C. **Apuntes de hematología aviar**: material didático para curso de hematología aviária. México: Universidad Nacional Autónoma de México / Departamento de producción animal: Aves., 2000.p.70.
- CHEN, Y.C.; NAKTHONG, C.; CHEN, T.C. Improvement of laying hen performance by dietary prebiotic chicory oligofructose and inulin. **International Journal of Poultry Science**, v.4, p. 103-108, 2005.
- DAVANI-DAVARI, D.; NEGAHDARIPOUR, M.; KARIMZADEH, I.; SEIFAN, M.; MOHKAM, M.; MASOUMI, S. J.; BERENJIAN, A.; GHASEMI, Y. Prebiotics: definition, types, sources, mechanisms, and clinical applications. **Foods**, v. 8, n.3, p. 92, 2019.
- DE MAESSCHALCK, C.; EECKHAUT, V.; MAERTENS, L.; DE LANGE, L.; MARCHAL, L.; NEZER, C.; VAN I., F. The effects of xylo-oligosaccharides on performance and microbiota in broiler chickens. **Applied and environmental microbiology**, 2015.
- ETUK, E. B.; UGWU, C. C.; INYAMA, E.; UGORJI, C. Blood chemistry, haematology, carcass characteristics and organ weight of finisher broilers fed breadfruit (*Treculia africana*) hull (BFH) in their diet. **Comparative Clinical Pathology**, v. 23, n. 5, p. 1153-1158, 2014.
- GIBSON, G. R.; HUTKINS, R.; SANDERS, M. E.; PRESCOTT, S. L.; REIMER, R. A.; SALMINEN, S. J.; KAREN, S.; STANTON, C.; SWANSON, K.S.; CANIL, P.D.;

VERBEKE, K.; REID, G. Expert consensus document: The International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics (ISAPP) consensus statement on the definition and scope of prebiotics. **Nature Reviews Gastroenterology & Hepatology**, v. 14, n. 8, p. 491, 2017.

GIBSON, G. R.; RASTALL, R. A.; FULLER, R.. The health benefits of probiotics and prebiotics. *In*: FULLER, R.; PERDIGÓN, G. (ed.). **Gut flora, nutrition, immunity and health**. Oxford:Wiley- Blackwell, 2003.p. 52-53.

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

GOMES, M.O.S. **Efeito da adição de parede celular de levedura sobre a digestibilidade, microbiota fecal e parâmetros hematológicos e imunológicos de cães**. 2009. 79 f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) -. Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Jaboticabal, 2009.

HAHATI, H.;REZAEI,M. The application of prebiotics in poultry production. **Int. J. Poult. Sci.**, v. 9, p. 298-304, 2010.

HANNING, I.; CLEMENT, A.; OWENS, C.; PARK, S. H.; PENDLETON, S.; SCOTT, E. E.; ALMEIDA, G.; GONZALEZ GIL, F.; RICKE, S. C. Assessment of production performance in 2 breeds of broilers fed prebiotics as feed additives. **Poult. Sci.**, v.91, p. 3295-3299, 2012.

KAMADA, N.; SEO, S. U.; CHEN, G. Y.; NÚÑEZ, G.Role of the gut microbiota in immunity and inflammatory disease. **Nature Reviews Immunology**, v. 13, n. 5, p. 321-335, 2013.

KIM, WOO H.; LILLEHOJ, HYUN S. Immunity, immunomodulation, and antibiotic alternatives to maximize the genetic potential of poultry for growth and disease response. **Animal Feed Science and Technology**, v. 250, p. 41-50, 2019.

KNUDSEN, K.E.B.; HESSOV, I. Recovery of inulin from Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* L.) in the small intestine of man. **British Journal of Nutrition**, v.74, p.101-113, 1995.

LOUIS, P.; FLINT, H. J.; MICHEL, C. How to Manipulate the Microbiota: Prebiotics. **Advances in experimental medicine and biology**, v. 902, p.119–142, 2016.

MANDERSON, K.; PINART, M.; TUOHY, K. M.; GRACE, W. E.; HOTCHKISS, A. T.; WIDMER, W.; YADHAV, M. P.; GIBSON, G. R.; RASTALL, R. A. In vitro determination of prebiotic properties of oligosaccharides derived from an orange juice manufacturing by-product stream. **Applied and Environmental Microbiology**, Washington, v. 71, n. 12, p. 8383–8389, 2005.

MOOKIAH, S.; SIEO, C. C.; RAMASAMY, K.; ABDULLAH, N.; HO, Y. W. Effects of dietary prebiotics, probiotic and synbiotics on performance, caecal bacterial populations and caecal fermentation concentrations of broiler chickens. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 94, p.341-348, 2014.

PARK, S. H.; PERROTTA, A.; HANNING, I.; DIAZ-SANCHEZ, S.; PENDLETON, S.; ALM, E.; RICKE, S. C. Pasture flock chicken cecal microbiome responses to prebiotics and plum fiber feed amendments. **Poultry Science**, v. 96, n. 6, p. 1820-1830, 2017.

PARK, S.; GIBSON, K.; ALMEIDA, G.; RICKE, S. C. Assessment of gastrointestinal microflora in pasture raised chickens fed two commercial prebiotics. **J. Prob. Health**, v. 2, p. 122, 2014. DOI 10.4172/2329-8901.1000122.

POURABEDIN, M.; XU, Z.; BAURHOO, B.; CHEVAUX, E.; ZHAO, X. Effects of mannanoligosaccharide and virginiamycin on the cecal microbial community and intestinal morphology of chickens raised under suboptimal conditions. **Can. J. Microbiol.**, v. 60, p. 255-266, 2014.

PRUSZYNSKA-OSZMALEK, E.; KOŁODZIEJSKI, P. A.; STADNICKA, K.; SASSEK, M.; CHALUPKA, D.; KUSTON, B.; BEDNARCZYK, M. In ovo injection of prebiotics and symbiotics affects the digestive potency of the pancreas in growing chickens. **Poultry Science**, v. 94, n.8, p. 1909-1916, 2015.

RICKE, S. C. Impact of prebiotics on poultry production and food safety. **Yale J. Biol. Med.**, v. 91, p.151–159, 2018.

RICKE, S. C. Gastrointestinal ecology of salmonella enteritidis in laying hens and intervention by prebiotic and non-digestible carbohydrate dietary supplementation. In: RICKE, S. C.; GAST, R. R. K. **Producing safe eggs: microbial ecology of salmonella..** [S.l.]: Academic Press, 2017. p. 323-345.

SCHREZENMEIR, J.; DE VRESE, M. Probiotics, prebiotics and symbiotics: approaching a definition. **American Journal of Clinical Nutrition**, Bethesda, v. 73, n. 2, p. 361-364, 2001.

SCOTT, K. P.; MARTIN, J. C.; DUNCAN, S. H.; FLINT, H. J. Prebiotic stimulation of human colonic butyrate-producing bacteria and bifidobacteria, in vitro. **FEMS Microbiology Ecology**, v.87, n.1, p.30–40, 2014.

SEMINARIO, J.; VALDERRAMA, M.; MANRIQUE, I. **El yacon**: fundamentos para el aprovechamiento de un recurso promisorio. Lima, Peru: Centro Internacional de la Papa (CIP), Universidad Nacional de Cajamarca, Agência Suíza para el Desarrollo y la Cooperación (COSUDE), 2003. p. 60.

SHEORAN, N.; MAAN, S.; KUMAR, A.; BATRA, K.; CHAUDHARY, D.; SIHAG, S.; KUMAR, V.; MAAN, N.S. Probiotic and prebiotic supplementation improving the production performance and immune characteristics of laying hens. **Indian Journal of Animal Research**, v. 52, p. 1433-1439, 2018.

SILVA, L.P.; NORBERG, J.L. Prebióticos na nutrição de não ruminantes. **Ciência Rural**, v.33, n.5, p.983-990, 2003.

SILVA, S. R. G.; LOPES, B. J.; ALMENDRA, O. S. N.; COSTA, S. E. M. Fundamentos da imunonutrição em aves. **Revista Eletrônica Nutritime**, v. 10, n. 1, p. 2154 – 2172, 2013.

SLAWINSKA, A.; DUNISLAWSKA, A.; PLOWIEC, A.; RADOMSKA, M.; LACHMANSKA, J.; SIWEK, M.; TAVANIELLO, S.; MAIORANO, G. Modulation of microbial communities and mucosal gene expression in chicken intestines after galactooligosaccharides delivery In Ovo. **PLoS One**, v. 14, n. 2, p. e0212318, 2019.

TENG, P.; KIM, W. K. Roles of prebiotics in intestinal ecosystem of broilers. **Frontiers in veterinary science**, v. 5, p. 245, 2018.

VARASTEH, S.; BRABER, S.; AKBARI, P.; GARSSSEN, J.; FINK-GREMMELS, J. Differences in susceptibility to heat stress along the chicken intestine and the protective effects of galacto-oligosaccharides. **PloS ONE**, v. 10, e0138975, 2015. DOI 10.1371/journal.pone.0138975

YOUSAF, M. S.; AHMAD, I.; ASHRAF, K.; RASHID, M. A.; HAFEEZ, A.; AHMAD, A. Comparative effects of different dietary concentrations of b-galacto-oligosaccharides on serum biochemical metabolites, selected caecal microbiota and immune response in broilers. **JAPS**, v.27, p.98–105, 2017.

**CAPÍTULO 2 –EFEITO DE PREBIÓTICOS NA ALIMENTAÇÃO DE GALINHAS
POEDEIRAS SOBRE O DESEMPENHO, QUALIDADE DE OVOS E
HEMATOLOGIA**

1 INTRODUÇÃO

Um dos itens determinantes para a microbiota intestinal é a dieta, que permite a possibilidade de modelar a microbiota favorecendo a substituição das bactérias maléficas por benéficas sendo uma estratégia a inclusão de prebióticos (APAJALAHTI *et al.*, 2004) pag 223 a 232. Uma microbiota benéfica pode favorecer maior desenvolvimento das vilosidades intestinais e incremento na qualidade da casca dos ovos com prebióticos (LEMUS *et al.*, 2016).

Dentre os prebióticos que podem ser utilizados na suplementação alimentar, temos o frutooligossacarídeos (FOS) e o galactooligossacarídeos (GOS). GOS é um oligossacarídeo proveniente do produto de galactose, o qual é considerado como carboidratos não digeríveis. (TOMAL *et al.*, 2010, p. 41).

Já o FOS é um dos prebióticos mais usados e estudados na avicultura. Esse componente é caracterizado por uma estrutura de oligofrutose disponível para a fermentação da microbiota intestinal, onde promove a supressão de bactérias não desejáveis e evita a produção de substâncias nocivas (GIBSON *et al.*, 2017, p. 16)

“A diferença entre esses dois elementos está na forma de extração. Enquanto o GOS é extraído da parede celular de leveduras, o FOS resulta da polimerização da frutose” (TANG *et al.*, 2017). Ambos proporcionam estabilidade da microbiota, favorecem a saúde intestinal e geral, promovendo o crescimento de bactérias benéficas como lactobacilos e bifidobactérias.

Os prebióticos favorecem a reprodução de bactérias benéficas que se aderem na parede do intestino e dificultam a instalação de bactérias que causam condições patológicas. “De acordo com Nunes uma bactéria patogênica precisa se aderir à superfície epitelial do intestino para causar distúrbios” (NUNES *et al.*, 2008). Essa adesão ocorre através de glicoproteínas (lectinas ou fímbrias) que reconhecem determinados açúcares da superfície do epitélio intestinal. Dessa forma, quando bactérias patogênicas se ligam aos oligossacarídeos dietéticos e não à mucosa intestinal, são eliminadas com a digesta sem causar problemas digestivos nos animais.

A microbiota tem um papel fundamental na digestibilidade e absorção de nutrientes. “Os prebióticos ajudam nesse processo servindo de substrato para bactérias benéficas, promovendo, portanto, melhora na saúde intestinal”. (TANG *et*

al., 2017) demonstraram que a inclusão de prebiótico à base de isomaltooligossacarídeo na dieta de galinhas gerou impactos positivos em variáveis como produção, peso, massa e tamanho de ovos.

(TANG *et al.*, 2017) “também demonstraram que a suplementação de galinhas com prebiótico isomaltooligossacarídeo reduziu a porcentagem de heterófilos e a razão heterófilo/linfócito”. Essas variáveis hematológicas estão ligadas a condições de estresse. Estresse leve a moderado geralmente proporcionam elevação no número de heterófilos.

2 OBJETIVO

Diante do exposto, o objetivo desse trabalho foi investigar se a suplementação de galinhas poedeiras com prebióticos FOS e GOS, isolados ou em associação, melhora o desempenho zootécnico, qualidade de ovos e variáveis hematológicas de galinhas poedeiras.

3 HIPÓTESE

Os prebióticos GOS e FOS fornecem, isoladamente ou associados, melhoria em relação ao desempenho zootécnico, à qualidade de ovos e nas variáveis hematológicas de galinhas poedeiras.

4 MATERIAL E MÉTODOS

Os procedimentos realizados foram aprovados pela Comissão de Ética no Uso de Animais - CEUA, da Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, UNESP - Câmpus de Dracena, o protocolo nº 11/2019.R1. O experimento foi conduzido no Setor de Avicultura da referida instituição entre os meses de agosto e outubro de 2019.

As galinhas poedeiras foram alojadas em gaiolas tradicionais de arame galvanizado (1,00 × 0,50 m) com comedouro frontal e bebedouro tipo nipple à disposição. O programa de luz adotado foi de 16 horas de luz conforme recomendações do manual de manejo de galinhas poedeiras Hy-line white (HY-

LINE, 2020). O controle da temperatura e ventilação foi realizado manualmente mediante os ventiladores e a temperatura foi mensurada com termômetros de máxima e mínima.

4.1 Aves e Tratamentos

Foram utilizadas 96 galinhas poedeiras com 80 semanas de idade, da linhagem HY-LINE[®]. O experimento foi realizado no aviário experimental (Figura 4). As aves foram distribuídas em delineamento inteiramente casualizado em quatro tratamentos e seis repetições. A unidade experimental foi composta por quatro aves em uma gaiola. Os tratamentos foram organizados em esquema fatorial 4 x 3, sendo o primeiro fator as 4 dietas com ausência e presença de FOS e de GOS eo segundo fator os 3 ciclos de produção (28 dias cada ciclo), bem como a interação entre os fatores. Os tratamentos experimentais foram: ração basal (RB) à base de milho e farelo de soja; RB com inclusão de Yes FOS (fructooligossacarídeo e levedura *Saccharomyces cerevisiae*); RB com inclusão de Yes GOS (galactooligossacarídeo e levedura *Saccharomyces cerevisiae*); RB com inclusão de Yes FOS + Yes GOS.

Figura 1 Vista interna do galpão de galinhas poedeiras



Fonte: Do próprio autor.

4.2 Rações Experimentais

O período do fornecimento de ração foi de 84 dias (3 ciclos de 28 dias) para as galinhas já em produção. A dieta basal utilizada foi uma ração comercial para aves de postura em produção, com os seguintes ingredientes: milho moído integral, farelo de soja, soja integral extrusada, DL metionina, Lisina, calcário calcítico, cloreto de sódio, e os seguintes níveis nutricionais mínimos: 165 g/kg de proteína bruta; 30 g/kg de extrato etéreo; 35 mg/kg de cálcio; 6.000 mg/kg de fósforo; 7.000 mg/kg de lisina; 3.750 mg/kg de metionina; 1.440 mg/kg de colina; 8.000 U.I./kg de vitamina A; 2.500 U.I./kg de vitamina D3; 15 U.I./kg de vitamina E; 1,5 mg/kg de vitamina K3; 0,5 mg/kg de vitamina B1; 3 mg/kg de vitamina B2; 2 mg/kg de vitamina B6; 10 µg/kg de vitamina B12; 18 mg/kg de niacina; 7 mg/kg de ácido pantotênico; 0,5 mg/kg de ácido fólico; 0,02 mg/kg de biotina; 0,25 mg/kg de selênio; 240 mg/kg de ferro; 78 mg/kg de cobre; 70 mg/kg de zinco; 80 mg/kg de manganês; 1 mg/kg de iodo; 300 FTU/kg de fitase e 30 mg/kg de halquinol. As rações foram fornecidas *adlibitum*.

Os tratamentos foram feitos pela inclusão dos prebióticos FOS e GOS

isolados ou associados na ração pronta, sendo adicionados de acordo com as recomendações do fabricante. A concentração dos prebióticos foi de 250 gramas de FOS e/ou 300 gramas de GOS em 100 kg de ração (Figura 2).

Figura 2 - Embalagem de GOS



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 3 - Embalagem de FOS



Fonte: Elaborado pelo autor.

4.3 Características Avaliadas

4.4.1 Desempenho

As características de produção avaliadas foram: consumo de ração (g/ave/dia), mensurada pela diferença da quantidade de ração oferecida assobras; produção de ovos (% ovos/ave/dia), mensurado pelo número total de ovos em quatro semanas, dividido por 28, obtendo assim o número médio de ovos por ave/dia e multiplicado por 100; massa de ovos (g/ave/dia), mensurada pela multiplicação entre o peso médio semanal dos ovos e o número total de ovos na semana, dividido pela multiplicação do número médio de aves naquela gaiola por sete; conversão alimentar por massa de ovos (kg de ração/kg de ovos), mensurada pela divisão do consumo de ração semanal pelo peso semanal dos ovos e a conversão alimentar por dúzias de ovos (kg de ração/dz de ovos), mensurada pela divisão do consumo semanal de ração pelo número total de ovos em dúzia na semana. Houve a correção de todas as mensurações nos casos de morte das aves.

Figura 4 - Pesagem diária dos ovos



Fonte: Elaborado pelo autor.

4.4.2 Qualidade dos ovos

Nos últimos três dias de cada ciclo (26, 27 e 28; 54, 55 e 56; 82, 83 e 84) foram coletados e analisados três ovos de cada parcela, para realização das análises descritas abaixo.

4.4.3.1 Peso médio dos ovos (W)

Os ovos foram pesados individualmente nos três últimos dias de cada ciclo, sendo que cada ciclo constituiu de 28 dias.

Figura 5 - Pesagem do ovo



Fonte: Elaborado pelo autor.

4.4.3.2 Gravidade específica

A gravidade específica foi determinada a partir da imersão do ovo em soluções salinas de diferentes densidades, variando de 1,065 a 1,125 com variação de 0,005 para cada solução de acordo com metodologia proposta por Castelló *et al.* (1989). As densidades foram ajustadas com um densímetro e os ovos foram submersos da menor para a maior concentração salina. A gravidade específica de cada ovo foi determinada pela menor solução em que o ovo flutuou.

4.4.3.3 Altura do albúmen (H)

A altura do albúmen foi realizada na parte do albúmen denso, numa região a 0,5 cm da borda da gema com o auxílio de um paquímetro.

4.4.3.4 Unidade haugh (UH)

A unidade Haugh foi avaliada por meio da expressão de Card e Nesheim (1978) (equipamento DET 6000, Digital EggTester): $UH = 100 \log x (H + 7,57 - 1,7 \times W^{0,37})$, em que: H = altura do albúmen espesso (milímetros); W = peso do ovo (gramas).

Figura 6 - Análise do ovo



Fonte: Elaborado pelo autor.

4.4.3.5 Índice de gema

O índice de gema foi determinado pelo método proposto por Solomon (1991), em que a gema teve sua altura e diâmetro (transversal e longitudinal) medidos ainda dentro do albúmen. Mediante os resultados, foi empregada a seguinte fórmula: $I.G. = A.G./D.G$, onde: I.G. = índice gema; A.G. = altura da gema; D.G. = diâmetro da gema (média dos diâmetros transversal e longitudinal).

Figura 7 - Aferição do diâmetro



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 8 - Altura da gema



Fonte: Elaborado pelo autor

4.4.3.6 Índice de albúmen

O índice de albúmen foi obtido pela relação entre a altura do albúmen espesso e a média aritmética dos diâmetros maior e menor desta camada.

Figura 9 - Aferição do diâmetro do albúmen



Fonte: Elaborado pelo autor.

4.4.3.7 Espessura e peso da casca

As cascas dos ovos foram lavadas, enumeradas e secas em estufa à temperatura de 105°C por 6 horas e pesadas em balanças com precisão de 0,01 g (VILELA *et al.*, 2016).

Para avaliação da espessura de casca foi utilizado um micrômetro (0-25 mm) em qualquer parte da casca.

Figura 10 - Avaliação da espessura da casca



Fonte: Elaborado pelo autor.

4.4 Variáveis hematológicas: hematócrito, hemoglobina e índices de Wintrobe, número de eritrócitos, contagem total e diferencial das células de defesa

Ao final de cada ciclo, aos 28, 56 e 84 dias, amostras de sangue (3 mL) foram colhidas em tubos com heparina através da punção da veia braquial de 12 aves/ 2 aves por tratamento. O hematócrito foi determinado por meio de centrífuga de microhematócrito, onde capilares foram centrifugados a 1200 rpm por 5 minutos, e posteriormente os resultados estimados em porcentagem através de tabelas específicas.

A determinação da concentração de hemoglobina foi realizada por meio do método de cianometahemoglobina (CAMPBELL, 1998) e por meio de fórmulas padronizadas foram calculados os índices de Wintrobe. A contagem do número de células total e diferencial em extensões sanguíneas (CHARLES NORIEGA, 2000) foi realizada em amostra de sangue contendo solução de Natt e Herrick's, em uma diluição de 1:200. A contagem total dos eritrócitos foi realizada em câmara de Neubauer, e dos leucócitos em extensão sanguínea em lâminas de vidro coradas com Panótico Rápido.

4.4.1 Contagem de diferencial de leucócitos

Foi feita por método indireto, pela quantificação das células em cada 2000 eritrócitos e, por estimativa, considerando o valor total de células vermelhas obtido no contador de células. A contagem diferencial de leucócitos foi quantificada contando-se 200 células e estimando-se para o total de leucócitos.

4.5 Análise Estatística

As análises dos dados foram realizadas com auxílio do SAS University Edition com critério de 5% de significância. Foram realizadas análises de normalidade dos resíduos pelo Teste de Shapiro-Wilk (PROC UNIVARIATE). Obedecendo às premissas, os dados foram submetidos à análise de variância, onde se escolheu a matriz com a melhor estrutura de variância-covariância com o critério de AIC pelo PROC MIXED, e quando houve efeito significativo, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey com 5% de significância.

5 RESULTADOS

5.1 Desempenho

Não houve interação entre o uso dos prebióticos e os ciclos de produção

nas variáveis de desempenho estudadas. Os prebióticos não alteraram o desempenho das poedeiras, tanto isolados quanto associados. Observou-se somente efeito ($P < 0,01$) de ciclos de produção para o consumo de ração, produção de ovos e conversão por massa de ovos e conversão por dúzia de ovos (Tabela 1). O ciclo 2 apresentou menor consumo de ração, maior produção de ovos, e melhor conversão por massa e dúzia de ovos.

5.2 Qualidade

Ocorreu efeito das dietas apenas sobre a unidade de Haugh ($P = 0,019$) e o índice de albúmen ($P = 0,02$), com diferença apenas entre a dieta com FOS e a dieta com a associação de FOS e GOS, com menores valores para a associação (Tabela 2). Com exceção da altura e albúmen e peso da casca, houve efeito ($P < 0,01$) de ciclo de produção sobre as demais variáveis.

Nos ciclos 1 e 3 o índice de gravidade específica foi maior. Em relação à unidade Haugh, os ciclos 1 e 2 apresentaram maiores valores. O ciclo 1 apresentou maior índice de gema comparado aos ciclos 2 e 3. Os ciclos 1 e 3 apresentaram maiores índices de albúmen. Enquanto a maior espessura da casca foi observada no ciclo 3, o ciclo 1 apresentou o menor valor e o ciclo 2 mostrou um resultado intermediário.

5.3 Hematologia

Os efeitos da dieta e ciclo na hematologia de galinhas poedeiras suplementadas com diferentes prebióticos em três ciclos de 28 dias de produção estão dispostos na Tabela 3.

Entre os parâmetros hematológicos, a dieta influenciou apenas no número de eritrócitos ($P = 0,048$) e HCM ($P = 0,032$), enquanto o ciclo de produção interferiu em todas as respostas, exceto no número de eosinófilos e HCM. Já a interação entre os fatores ocorreu apenas para número de heterófilos ($P = 0,022$). apresentaram uma diferença entre as dietas e no ciclo, em que houve maior presença de eritrócitos no controle e menor presença nos tratamentos com

prebióticos, além disso, apresentou maior eritrócito no tratamento com associação de prebióticos. Observando que o ciclo 1, foi o com a maior concentração de eritrócitos, trombócitos e linfócitos, e uma diminuição no ciclo 3. Os monócitos apresentaram aumento no ciclo 1 e uma diminuição nos ciclos 2 e 3. A maior presença de basófilos e CHCM se observou no ciclo 1. Houve maior presença de hemoglobina no ciclo 1 e menor no ciclos 2 e 3. Para a variável VCM houve diminuição nos ciclos 1 e 2 e aumento no ciclo 3. O HCM do tratamento controle foi menor que FOS e GOS, mais não deferem na associação dos prebióticos.

Tabela 1- Desempenho de galinhas poedeiras alimentadas com diferentes prebióticos em três ciclos de 28 dias de produção.

Efeitos		Desempenho					
		Consumo de ração (g/ave/dia)	Produção de ovos (%)	Massa de ovos (g/ave/dia)	Conversão por massa de ovos (kg/kg)	Conversão por dúzia de ovos (kg/dz)	Peso médio de ovos (g)
Prebiótico	Controle	113,35	79,94	52,81	2,356	1,773	65,02
	FOS	114,67	81,1	52,83	2,37	1,729	64,5
	GOS	108,46	82,29	54,96	2,175	1,599	65,24
	FOS+GOS	115,77	84,47	55,05	2,262	1,727	63,79
Ciclo	1	148,45 a ¹	78,27 b	54,75	3,202 a	2,293 a	65,84 a
	2	78,14 c	84,71 a	54,44	1,413 c	1,113 c	64,61 ab
	3	112,58 b	82,87 a	52,55	2,257 b	1,715 b	63,46 b
Erro padrão		3,602	1,066	0,799	0,094	0,062	0,473
Fontes de variação		Probabilidade					
Prebiótico		0,364	0,749	0,864	0,43	0,35	0,794
Ciclo		<0,001	<0,001	0,162	<0,001	<0,001	0,006
Prebiótico × Ciclo		0,34	0,107	0,75	0,38	0,632	0,077

Tabela 1: Letras distintas indicam diferença entre as médias pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade.

Fonte: Elabordo pelo autor.

Tabela 2 - Qualidade de ovos de galinhas poedeiras alimentadas com diferentes prebióticos em três ciclos de 28 dias de produção.

		Qualidade					
Efeitos		Gravidade Específica (g/mL ¹)	Altura Albúmen (mm)	Unidad Haugh	Índice Gema	Índice Albúmen	Peso Casca (g)
Prebiótico	Controle	1,08	6,68	76,91 ab ¹	0,389	0,091 ab	5,46
	FOS	1,081	6,7	81,62 a	0,391	0,093 a	5,52
	GOS	1,081	6,5	78,06 ab	0,384	0,089 ab	5,71
	FOS + GOS	1,082	6,19	74,41 b	0,384	0,0789 b	5,57
Ciclo	1	1,082 a	6,69	78,06 a	0,410 a	0,093 a	5,66
	2	1,080 b	6,34	80,21 a	0,376 b	0,082 b	5,66
	3	1,081 a	6,52	74,98 b	0,375 b	0,090 a	5,38
Erro padrão		0,0004	0,074	0,768	0,003	0,001	0,053
Fontes de variação		Probabilidade					
Prebiótico		0,777	0,076	0,019	0,066	0,02	0,416
Ciclo		0,004	0,159	0,018	0,02	0,01	0,052
Prebiótico × Ciclo		0,152	0,95	0,319	0,427	0,505	0,595

1Letras distintas indicam diferença entre as médias pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 3 - Variáveis hematológicas de galinhas poedeiras suplementadas com diferentes prebióticos em três ciclos de 28 dias de produção.

Variável	Dieta				Ciclos			EPM	Fontes de variação		
	Controle	FOS	GOS	FOS+GOS	1	2	3		Dieta	Ciclo	Interação
Eritrócitos ($\times 10^6/\text{mm}^3$)	2,1	1,6	1,56	1,81	2,25 ^A	1,85 ^A	1,21 ^B	0,092	0,048	<0001	0,172
Leucócitos (cel/mm^3)	138862	114369	103760	138206	143190 ^A	144114 ^A	84094 ^B	8098	0,235	0,001	0,205
Trombócitos (cel/mm^3)	61154	53522	48121	36791	59920 ^A	53160 ^A	36611 ^B	3869	0,131	0,034	0,415
Linfócitos (cel/mm^3)	60224	47184	42805	56090	56683 ^A	65600 ^A	32444 ^B	4290	0,402	0,004	0,141
Monócitos (cel/mm^3)	608	940	1833	1277	2580 ^A	726 ^B	188 ^B	294,9	0,457	0,002	0,728
Basófilos (cel/mm^3)	67762	58195	48719	61418	71778 ^A	63458 ^A	41834 ^B	3572	0,237	0,001	0,62
Eosinófilos (cel/mm^3)	5894	6652	7043	12727	6741 ^A	10332 ^A	7164 ^A	1264	0,171	0,411	0,063
Hematócrito (%)	25,75	24,72	23,86	24,25	22,81	25	25,37	0,482	0,906	0,08	0,884
Hemoglobina (g/dL)	5,43	5,56	5,58	5,2	6,09 ^A	6,27 ^B	3,97 ^B	0,017	0,701	<0001	0,941
VCM (mm^3)	142,7	168,7	176,7	149,3	111,8 ^B	143,4 ^B	222,9 ^A	8,57	0,258	<0001	0,965
HCM (pg/cel)	2,98 ^b	3,62 ^a	3,88 ^a	3,00 ^{ab}	3,01	3,64	3,46	0,133	0,032	0,125	0,679
CHCM (g/dL)⁵	2,25	2,34	2,4	2,26	2,70 ^A	2,64 ^A	1,59 ^B	0,772	0,694	<0001	0,729
Heterófilos (cel/mm^3)	3531	1399	3360	6695	4769	3998	2471	682,6	0,022	0,275	0,003

VCM (volume corpuscular médio); HCM (hemoglobina corpuscular médio); CHCM (Concentração de hemoglobina corpuscular médio); EPM (Erro Padrão da média) Para cada fator médias seguidas de diferentes letras (minúsculas – dietas; maiúscula – ciclos) diferem entre si ($P < 0,05$) pelo teste de Tukey. Fonte: Elaborado pelo autor.

Houve maior presença de heterófilos no sangue das aves no primeiro ciclo nos grupos controle, GOS e associação FOS e GOS (Tabela 5). Observando o ciclo 1, a menor concentração de heterófilos foi verificada no tratamento FOS.

Tabela 4 - Efeito da interação da dieta em galinhas poedeiras com diferentes prebióticos em ciclos de 28 dias na concentração de heterófilos.

Dieta	Ciclo		
	1	2	3
Controle	7083,50 ^{aA1}	411,80 ^{aB}	3098,86 ^{aB}
FOS	2409,50 ^{aB}	1060,09 ^{aB}	726,18 ^{aB}
GOS	7164,09 ^{aA}	1728,13 ^{aB}	1186,47 ^{aB}
FOS+GOS	2419,60 ^{bA}	12794 ^{aB}	4871,70 ^{aB}

¹Letras semelhantes (maiúsculas na coluna e minúsculas na linha) não diferem pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade. Fonte: Elaborado pelo autor.

6 DISCUSSÃO

Observando os dados de desempenho, é possível notar que o consumo de ração, produção de ovos, conversão alimentar (g/g e g/dúzia) e peso médio dos ovos mostraram diferenças relacionadas aos ciclos de produção. Yi et al. (2014) observaram que a inclusão de 1,5% de FOS na alimentação de galinhas poedeiras proporcionou aumento no peso dos ovos. Embora os prebióticos sejam utilizados com o objetivo de melhorar o desempenho e saúde das aves, os resultados encontrados na literatura mostram variações. Mohebbifar *et al.*, (2013), por exemplo, não encontraram melhoras significativas no desempenho e saúde de poedeiras suplementadas com prebióticos.

O ciclo 2 apresentou os melhores resultados de desempenho nesse estudo, pois exibiu o menor consumo de ração e, ao mesmo tempo, teve maior produção de ovos associada com melhor conversão alimentar, tanto por massa de ovos quanto por dúzia de ovos. O peso médio de ovos desse ciclo não diferiu dos demais. É esperado que galinhas poedeiras apresentem uma conversão por massa de ovos decrescente ao longo da fase produtiva. As aves utilizadas no presente

estudo apresentavam 82 semanas de idade, ou seja, estavam em uma fase avançada e, ainda assim, diferenças foram observadas entre os ciclos no que diz respeito à conversão alimentar por massa de ovos. A melhor conversão por massa de ovos observada no ciclo 2 pode ser um reflexo da quantidade de ração ingerida nesse ciclo, que foi significativamente menor que nos demais, uma vez que essa variável é mensurada pela divisão do consumo de ração semanal pelo peso semanal dos ovos. Diferente de Tang *et al.*, (2017) que mostraram que o uso de prebióticos proporcionaram peso e massa de ovos significativamente maiores que o controle, os tratamentos com prebióticos no presente estudo não resultaram em aumento nesses parâmetros.

A gravidade específica se relaciona diretamente com o percentual da casca e com a resistência à quebra possibilitando dessa forma sua utilização na determinação da qualidade da casca do ovo (TŮMOVÁ *et al.*, 2014). Os tratamentos com prebióticos não influenciaram o índice de gravidade específica. Essa variável por sua vez, apresentou diferenças entre os ciclos. Os ciclos 1 e 3 mostraram maiores índices de gravidade específica. É esperado que a gravidade específica diminuísse com a idade da galinha. Assim como apresentado por TŮmová e Gous (2012) um declive na gravidade específica além dos dias que as galinhas fossem ficando mais velhas com a idade. Curiosamente, os maiores valores de gravidade específica foram encontrados simultaneamente no primeiro e último ciclos.

A unidade de Haugh, uma variável da qualidade interna do ovo, também foi medida. Ledvinka *et al.* (2012) e TŮmová e Gous (2012) observaram diminuição desta variável com o avanço da idade. As aves dos dois primeiros ciclos (1 e 2) apresentaram maiores unidades de Haugh, enquanto o ciclo 3 demonstrou o menor. O tratamento com FOS isoladamente foi capaz de proporcionar melhor unidade de Haugh em comparação ao tratamento que combinou FOS e GOS. Enquanto isso, os tratamentos controle e GOS não diferiram dos demais.

O índice de gema fornece informações relacionadas com a consistência, qualidade da gema e frescor do ovo, o índice de gema apresenta uma faixa variação de 0,30-0,45 para ser catalogado ovo fresco (ESPÍRITO SANTO *et al.*, 2017; LIU *et al.*, 2019). Dessa forma, um maior índice de gema é desejado, pensando na longevidade do ovo. O melhor índice de gema foi observado no primeiro ciclo, que alcançou 0,410. Os ciclos 2 e 3, no entanto, apresentaram valores abaixo de 0,40, sendo 0,376 e 0,375 respectivamente. No presente estudo foi possível notar que o

índice de gema piorou com o avançar dos ciclos.

O índice de albúmen está ligado ao frescor do ovo, uma vez que um ovo velho apresenta albúmen mais baixo que um ovo fresco. Isso quer dizer que em relação ao índice de albúmen, valores mais altos são desejados. As galinhas suplementadas com FOS apresentaram o maior valor para esse índice. Já nas comparações entre os ciclos, as aves do primeiro ciclo se sobressaíram no índice de albúmen. Aves suplementadas com FOS e aves no primeiro ciclo produziram ovos com melhor qualidade no que diz respeito ao índice de albúmen. De forma diferente, a suplementação de FOS+GOS produziu o menor valor, enquanto os tratamentos controle e GOS apresentaram valores intermediários.

A utilização dos prebióticos na dieta proporcionou efeito significativo em diferentes variáveis hematológicas: eritrócitos, trombócitos e HCM. Os oligossacarídeos FOS e GOS, isoladamente, reduziram significativamente o número de eritrócitos em comparação com o controle, porém, os valores se mantiveram dentro dos parâmetros normais da espécie ($1,3$ a $4,5 \times 10^6/\mu\text{L}$) (GREENACRE *et al.*, 2018). Também foi observada uma redução nessa variável no ciclo 3, que apresentou um valor abaixo dos parâmetros normais.

Os tratamentos controle, FOS e GOS apresentaram maiores contagens de trombócitos em comparação com o tratamento FOS+GOS. Os trombócitos são responsáveis pela formação do tampão hemostático inicial por meio de agregação (CAMPBELL, 2014). Os trombócitos, assim como eritrócitos, apresentaram menor valor ao terceiro ciclo das galinhas do presente trabalho.

A hemoglobina, expressa em gramas por decilitro, não apresentou diferenças entre os tratamentos, mas foi maior no ciclo 1. Outro parâmetro influenciado pelos tratamentos foi a hemoglobina corpuscular média (HCM) que está relacionada com a coloração dos eritrócitos. Valores baixos de HCM resultam em hipocromia eritrocitária (CAMPBELL, 2014). Os maiores valores dessa variável foram observados nos tratamentos FOS e GOS.

A concentração de hemoglobina corpuscular média (CHCM) é uma variável relacionada com a HCM. A CHCM apresentou menor valor no terceiro ciclo dos animais. Tang *et al.*, (2017) testou esta mesma variável e mostrou um aumento tanto em a semana 36 e 52 de idade. O volume corpuscular médio (VCM) é outro parâmetro eritrocitário e é utilizado para estimar o tamanho dos eritrócitos (CAMPBELL, 2014). No presente estudo o VCM não foi influenciado pelos

tratamentos, mas foi maior no ciclo 3. Resultados sim uma diferença significativa forem apresentado de Tang *et al.*, (2017) que mostraram que o uso de prebióticos nas semana 36 e 52 de idade apresentou valores inferiores aos do presente estudo.

Outra variável analisada no presente estudo foi a série branca das células sanguíneas, os leucócitos, que são células de defesa. As aves apresentam diferentes tipos de leucócitos que se dividem em linfócitos, monócitos, basófilos, eosinófilos e heterófilos. Os tratamentos desse estudo não influenciaram o número de células de defesa, mas diferenças foram observadas entre os ciclos das galinhas. O número de leucócitos totais foi menor ao terceiro ciclo. Enquanto isso, os linfócitos e basófilos foram menores no terceiro ciclo e os monócitos foram menores nos ciclos 2 e 3. Os heterófilos são leucócitos com atividade fagocitária (CAMPBELL, 2014). Analisando o ciclo 1, as maiores contagens de heterófilos foram verificadas nos tratamentos Controle e GOS. Observando os tratamentos ao longo dos ciclos, nota-se que os tratamentos Controle e GOS apresentaram maior número de heterófilos no primeiro ciclo. No estudo apresentado de Tang *et al.*, (2017), não houve diferenças significativas entre os grupos suplementados com prebióticos nas semana 36 e 52 de idade apresentou onde todos os parâmetros estavam dentro dos intervalos normais, no presente estudo apresentaram parâmetros normais.

7 CONCLUSÃO

O uso de prebióticos na dieta das aves não ocasionaram alterações no desempenho, qualidade dos ovos e variáveis hematológicas. Já em relação aos ciclos, o melhor desempenho foi observado no ciclo 1, no qual as aves apresentam maiores valores em gravidade específica, unidade de Haugh, índice de gema e índice de albúmen. Considerando as variáveis hematológicas, as aves dos ciclos 1 e 2 apresentam melhores condições fisiológicas, devido a maior contagem de eritrócitos, leucócitos totais, linfócitos, basófilos e trombócitos.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABPA - Associação Brasileira de Proteína Animal. Relatório anual. 2021. Disponível em: <https://abpa-br.org/exportacao-de-ovos-registram-forte-alta-em-2021/> >. Acesso em: 24 mar. 2021.

APAJALAHTI, J. H. A.; KETTUNEN, A.; GRAHAM, H. Characteristics of the gastrointestinal microbial communities, with special reference to the chicken. **World's Poultry Science Journal**, Missoula, n. 60, p. 223-232, 2004.

CAMPBELL, T. W. Hematologia das Aves. *In*: THRALL, M. A.; WEISER, G.; ALLISON, R. W.; CAMPBELL, T. W. Hematologia e Bioquímica Clínica Veterinária. 2 ed. [S.l.]: Roca, 2014. p. 205-237.

DO ESPÍRITO SANTO, L. S.; CORREA, G. D. S. S.; VIEITES, F. M.; ROMANI, A.; TAVARES, J. M. N.; DE MELO SILVA, G. M.; DE OLIVEIRA, C. F. S. Performance and egg quality parameters of laying hens submitted to different rearing densities. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 38, n. 2, p. 831-841, 2017.

GIBSON G.R, HUTKINS R.W, SANDERS M.E, PRESCOTT S.L, REIMER R.A, SALMINEN S.J. The international scientific association for probiotics and prebiotics (ISAPP) consensus statement on the definition and scope of prebiotics. *Int. J. Poult. Sci.*, 16 (1): 16-22, 2017.

GREENACRE, C. B.; LYNNE LUNA, G.; MORISHITA, T. Y. Chapter 6 - Backyard Poultry and Waterfowl. *In*: CARPENTER, J. W.; MARION, C. J. **Exotic animal formulary**. 5 ed. W. B. Saunders. 2018. p. 376–431. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-44450-7.00006-0>. Acesso em: 24 jan. 2021.

HY-LINE. **Manual de manejo de poedeiras comerciais**. [S.l.: s.n.], 2020.

LEDVINKA, Z.; TŮMOVÁ, E.; ENGLMAIEROVÁ, M.; PODSEDNÍČEK M. Egg quality of three laying hen genotypes kept in conventional cages and on litter. **Arch. Geflügelk**, v. 76, v. 1, p. 38–43. 2012.

LEMO, M.J.; CALIXTO, L.F.L.; LIMA, C.A.R.; REIS, T.L.; REGO, R.S.; NAK, S.Y.; AROUCHA, R.J.N. Níveis de prebiótico na dieta sobre o desempenho e a qualidade de ovos de codornas japonesas. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.15, n.3, p.614-626, 2014.

LEMO, M. J. D.; CALIXTO, L. F. L.; TORRES-CORDIDO, K. A. A.; REIS, T. L. Uso de aditivo alimentar equilibrador da flora intestinal em aves de corte e de postura. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 83, 2016.

LIU, X.; PENG, C.; QU, X.; GUO, S.; CHEN, J. F.; HE, C.; ZHU, S. Effects of *Bacillus subtilis* C- 3102 on production, hatching performance, egg quality, serum antioxidant capacity and immune response of laying breeders. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, v. 103, n. 1, p. 182-190, 2019.

MOHEBBIFAR, A.; KASHANI, S.; AFSARI, M.; TORKI, M. Efeitos de prebióticos e probióticos comerciais da dieta no desempenho de poedeiras, características dos ovos e alguns parâmetros sanguíneos. **Pesquisa Anual e Revisão em Biologia**, v. 3, n. 4, p.921-934, 2013. Disponível em: <http://journalarrb.com/index.php/ARRB/article/view/24964>. Acesso em: 12 jul. 2021.

NUNES, A.D. **Influência do uso de aditivos alternativos a antimicrobianos sobre o desempenho, morfologia intestinal e imunidade de frangos de corte**. 2008. 111 f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, SP, f.111, 2008.

TANG, S.G.H.; SIEO, C.C.; RAMASAMY, K.; SAAD, W.Z.; WONG, H.K.; HO, Y.W. Performance, biochemical and haematological responses, and relative organ weights of laying hens fed diets supplemented with prebiotic, probiotic and synbiotic. **BMC Veterinary Research**, v.13, n.1, p.248, 2017.

TOMAL, A. A. B.; TURINI DA CUNHA, M. E.; BOSSO, A.; YOUSSEF, E. Y.; SUGUIMOTO H. H. Technological advances in the collection, purification and identification of galactooligosaccharide and study of their prebiotic properties. **UNOPAR Cientific Science Biologic Health**, v.12, n.4, p.41-49, 2010.

TŮMOVÁ, E.; GOUS, R. M.; TYLER, N. Effect of hen age, environmental temperature, and oviposition time on egg shell quality and eggshell and serum mineral contents in laying and broiler breeder hens. **Czech Journal of Animal Science**, v. 59, p.435–443, 2014.

TŮMOVÁ, E.; GOUS, R. M. Interaction of hen production type, age, and temperature on laying pattern and egg quality. **Poultry Science**, v. 91 p. 1269–1275, 2012. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.3382/ps.2011-01951>. Acesso em: 12 jul. 2021.

YI, H.; HWANG, K. T.; REGENSTEIN, J. M.; SHIN, S. W. Fatty Acid Composition and Sensory Characteristics of Eggs Obtained from Hens Fed Flaxseed Oil, Dried Whitebait and/or Fructo-oligosaccharide. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v.27, n. 7, p.1026–1034, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.5713/ajas.2013.13775>. Acesso em: 12 jul. 2021.