

GIOVANA CRISTINA PINTO ALVES DA SILVA

**RESÍDUO DO COGUMELO MEDICINAL *Agaricus blazei* NA ALIMENTAÇÃO DE
CODORNAS JAPONESAS (*Coturnix coturnix japonica*)**

Botucatu

2020

GIOVANA CRISTINA PINTO ALVES DA SILVA

**RESÍDUO DO COGUMELO MEDICINAL *Agaricus blazei* NA ALIMENTAÇÃO DE
CODORNAS JAPONESAS (*Coturnix coturnix japonica*)**

Dissertação apresentada a Faculdade de Ciências
Agronômicas da Unesp Campus de Botucatu,
para obtenção do título de Mestre em Agronomia
–Energia na Agricultura

Orientadora: Meire Cristina Nogueira de Andrade
Coorientador: José Roberto Sartori

Botucatu

2020

S586r

Silva, Giovana Cristina Pinto Alves da

Resíduo do Cogumelo Medicinal *Agaricus blazei* na Alimentação de Codornas Japonesas (*Coturnix coturnix japonica*) / Giovana Cristina Pinto Alves da Silva. -- Botucatu, 2020

49 p. : il., tabs.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agronômicas, Botucatu

Orientadora: Meire Cristina Nogueira de Andrade

Coorientador: José Roberto Sartori

1. *Agaricus blazei*. 2. Codornas japonesas. 3. Cogumelos. 4. Qualidade de ovos. I. Título.

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: RESÍDUO DO COGUMELO MEDICINAL *Agaricus blazei* NA ALIMENTAÇÃO DE CODORNAS JAPONESAS (*Coturnix coturnix japonica*)

AUTORA: GIOVANA CRISTINA PINTO ALVES DA SILVA

ORIENTADORA: MEIRE CRISTINA NOGUEIRA DE ANDRADE

COORDENADOR: JOSÉ ROBERTO SARTORI

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Mestra em AGRONOMIA (ENERGIA NA AGRICULTURA), pela Comissão Examinadora:

Prof.^a Dr.^a MEIRE CRISTINA NOGUEIRA DE ANDRADE
Engenharia / Faculdade Gran Tietê

Prof. Dr. EDUARDO BAGAGLI
Depto. de Ciências Químicas e Biológicas / IB/Botucatu - Unesp

Profa.Dra. DENISE RANGEL DA SILVA SARTORI
Departamento de Biologia Estrutural e Funcional / Instituto de Biociências de Botucatu - UNESP

Botucatu, 30 de outubro de 2020

PI

Aos meus pais,

Maria Isabel e Israel,

Dedico.

AGRADECIMENTOS

À Deus por cuidar com imenso carinho de cada detalhe da minha vida.

À minha mãe Maria Isabel e meu pai Israel por serem minha base, por todo o amor, cuidado e apoio incondicional.

À toda a minha família, aos meus tios e tias por não medirem esforços para me ajudar em todos os momentos que precisei.

Ao meu amor Victor Minatel pelo companheirismo, amor e paciência.

À Prof. Dra. Meire Cristina Nogueira de Andrade pela amizade, orientação e ensinamentos.

Ao Prof Dr. José Roberto Sartori por disponibilizar as dependências do LabAves para a execução do experimento, por toda dedicação e todos os ensinamentos.

À toda a equipe do Laboratório de nutrição de aves pela total colaboração.

À doutoranda Julianna dos Santos Batistioli obrigada pela amizade e todos os ensinamentos.

À doutoranda Tatiane Souza dos Santos obrigada pela disponibilidade, paciência e ensinamentos.

Ao Wanderley Thiago da Silva, técnico do LabAves pelos conselhos, ajuda e amizade.

Ao programa de pós-graduação em Agronomia.

À Prof. Dra. Maria Márcia Pereira Sartori, por toda ajuda nas análises estatísticas.

O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoas de Nível Superior – Brasil (CAPES) – código de Financiamento 001.

“Levanta o olhar de tua inteligência, usa dos olhos como homem que és, coloca-os no céu e na terra, nas belezas do firmamento, na fecundidade do solo, no vôo das aves, no nado dos peixes, na vitalidade das sementes, na ordenada sucessão dos tempos, põe os olhos nas obras, olha o que vês e eleva-te ao que não vês”.

Agostinho, Santo – Sermão 126, 3.

RESUMO

Nos últimos anos as pesquisas com resíduos de cogumelos para nutrição de aves vêm se intensificando, a fim de diminuir o desperdício desse material e devido os resultados positivos para o desempenho e produtividade das aves. Sendo assim, o objetivo do experimento foi avaliar os efeitos do resíduo do *A. blazei* para codornas japonesas, para as variáveis, qualidade de ovos, desempenho e parâmetros sanguíneos. Para o experimento foram utilizadas 800 codornas japonesas, sendo o delineamento experimental inteiramente casualizado, com cinco tratamentos 0; 0,04; 0,08; 0,12 e 0,16% de inclusão do resíduo *A. blazei*, RCA, com oito repetições por tratamento de vinte codornas por unidade experimental. Os diferentes níveis de inclusão do *A. blazei* não prejudicaram os parâmetros de desempenho, saúde e qualidade dos ovos das codornas japonesas. E para a variável cor de gema, o tratamento com maior inclusão do cogumelo (0,16%) proporcionou a maior coloração de gema, comparado com o grupo controle sem inclusão do resíduo. Conclui-se que a inclusão de diferentes níveis do resíduo do *A. blazei* na dieta de codornas japonesas não prejudica nenhum dos parâmetros avaliados, o que comprova que o resíduo pode ser incluído na alimentação das codornas japonesas. Sabendo que o resíduo melhora a coloração de gema que é um parâmetro de grande relevância para o consumidor, e consequentemente a atratividade dos ovos de codorna no mercado, e ainda dá um descarte correto para esse resíduo que normalmente é descartado, sua inclusão na dieta das aves é uma opção viável a ser considerada.

Palavras-chave: *Agaricus blazei*. Codornas japonesas. Cogumelos. Qualidade de ovos.

ABSTRACT

Researches with mushroom residues for poultry nutrition have been intensified during the last years, in order to reduce waste and due to the positive results in the development and productivity of poultry. Thus, the objective of the present experiment was to evaluate the effects of *A. blazei* residue for Japanese quails on the variables egg quality, performance and blood parameters. 800 Japanese quails were used in the experiment and the experimental design was totally randomized, with five treatments: 0; 0.04; 0.08; 0.12 and 0.16% of inclusion of *A. blazei* residue, RCA, with eight repetitions per treatment of twenty quails per experimental unit. The different levels of inclusion of *A. blazei* did not harm performance, health and egg quality parameters of the Japanese quails. In relation to the variable yolk color, the treatment with the highest inclusion of the mushroom (0.16%) provided the highest yolk coloring, in comparison to the control group without inclusion of the residue. We conclude that the inclusion of different levels of *A. blazei* residue in the diet of Japanese quails does not harm any of the parameters evaluated, proving that the residue may be included in the feeding of Japanese quails. Considering that the residue improves yolk color, a parameter of great relevance for the consumer, and, consequently, the attractiveness of quail eggs in the market, and the correct discard of such residue, usually discarded in a wrong way, the inclusion of *A. blazei* residue in the diet of poultry is a viable option to be considered.

Keywords: *Agaricus blazei*. Japanese quails. Mushrooms. Egg quality

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 –	Pilha de compostagem para o cultivo do <i>Agaricus blazei</i>	30
Figura 2 -	Inoculação do composto do <i>Agaricus blazei</i>	31
Figura 3 –	Estufa de produção do <i>Agaricus blazei</i> em Bariri, SP.....	32
Figura 4 –	Resíduo do <i>Agaricus blazei</i> . (A) Resíduo fracionado (B) Resíduo desidratado e moído.....	32
Figura 5 –	Gaiolas utilizadas no experimento.....	34
Figura 6 –	Leitura de altura de albúmen e gema com paquímetro digital.....	37

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 –	Caracterização química do substrato do <i>Agaricus blazei</i> ao final da fase II da compostagem.....	30
Tabela 2 –	Composição mineral do resíduo do cogumelo <i>Agaricus blazei</i> (RCA), expressos em porcentagem.....	33
Tabela 3 –	Análise bromatológica do resíduo do cogumelo <i>Agaricus blazei</i> (RCA).....	33
Tabela 4 –	Composição percentual e calculada das rações experimentais para codornas japonesas de 12 a 24 semanas.....	35
Tabela 5 –	Desempenho de codornas japonesas alimentadas com dietas contendo níveis de inclusão de resíduo de colheita do <i>Agaricus blazei</i> (RCA).....	39
Tabela 6 –	Qualidade de ovos de codornas japonesas alimentadas com dietas contendo níveis de inclusão de resíduo de colheita do <i>Agaricusblazei</i> (RCA).....	40
Tabela 7 –	Colesterol total (mg.dl^{-1}) e triglicerídeos (mg.dl^{-1}) séricos de codornas japonesas alimentadas com dietas contendo níveis de inclusão de resíduo de colheita do <i>Agaricus blazei</i> (RCA).....	41
Tabela 8 –	Valores hematológicos de codornas japonesas alimentadas com dietas contendo níveis de inclusão de resíduo de colheita do <i>Agaricus blazei</i> (RCA).....	43

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	21
2	OBJETIVOS.....	23
2.1	Geral.....	23
2.2	Específico.....	23
3	REVISÃO DE LITERATURA.....	24
3.1	Cogumelos Medicinais.....	24
3.2	<i>Agaricus blazei</i>	25
3.3	Uso de cogumelos na nutrição de aves.....	26
3.4	Coturnicultura.....	27
4	MATERIAL E MÉTODOS.....	29
4.1	Rastreabilidade do substrato de cultivo.....	29
4.2	Caracterização do resíduo do <i>Agaricus blazei</i>	32
4.3	Animais e delineamento experimental.....	33
4.4	Dietas.....	34
4.5	Desempenho.....	35
4.6	Qualidade de ovos.....	36
4.7	Parâmetros hematológicos e imunológicos.....	37
4.7.1	Colesterol e Triglicerídeos.....	37
4.7.2	Hemograma e leucograma.....	38
4.8	Análise estatística.....	38
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	39
6	CONCLUSÃO.....	44
	REFERÊNCIAS.....	45

1 INTRODUÇÃO

O cogumelo *Agaricus blazei* é nativo do Brasil e destaca-se no mercado nacional por sua qualidade nutricional, propriedades medicinais e farmacológicas (MARTINS et al., 2017). Suas propriedades medicinais são empregadas como antitumoral, antimutagênico, antiinflamatório e antioxidante (ZAGHI JÚNIOR et al., 2018).

Além de pesquisas objetivando melhora na saúde humana, a aplicabilidade do fungo também se estende para a nutrição de animais de interesse zootécnico, como nos estudos de Bastos et al. (2015) que avaliaram os efeitos do cogumelo *A. blazei* para ovinos, Schalch et al. (2015) para tilápias e Freitas et al. (2019) para poedeiras comerciais, e não observaram prejuízo para os parâmetros de desempenho e saúde.

Em busca de melhores índices produtivos, as pesquisas com aproveitamento de resíduos de alimentos se tornam mais frequentes, haja vista que o desperdício de alimento é uma questão de relevância mundial.

Nos locais de produção de cogumelos também ocorre desperdício. É comum as pós-colheitas que apresentam coloração escura ou tamanho irregular, serem descartadas por esteticamente não terem atratividade para o consumidor, embora, em termos nutricionais estes resíduos disponham da mesma composição nutricional que os cogumelos dentro do padrão de comercialização. No entanto, o descarte do resíduo normalmente é realizado de maneira incorreta no local da propriedade, sendo o resíduo amontoadas próximo às estufas de produção e por atrair moscas e pragas agrônômicas, acabam prejudicando os próximos ciclos de cultivo (SILVA et al., 2019).

O resíduo do *Agaricus blazei* não possui valor agregado e, normalmente, é descartado. Contudo, o resíduo possui alto valor nutricional, sendo o teor de proteínas 22,5%, além de fibras e minerais (CONDÉ; OLIVEIRA; OLIVEIRA, 2017). E possuem polissacarídeos do grupo β -glucano, responsáveis por estimular a resposta imune (WASSER, 2017).

Assim como o *A. blazei*, o ovo dispõe de grande valor nutricional. Este é um alimento rico em ácidos graxos insaturados, minerais, vitaminas e gorduras. É especialmente rico em proteínas e carotenoides, sendo utilizado como fonte de

proteína de origem animal de alta qualidade nutricional e preço acessível (VILELA et al., 2016). É também um alimento perecível e a perda de qualidade pode ser agravada por fatores como temperatura, umidade relativa e estado nutricional da ave de postura. Os ovos são armazenados em temperatura ambiente nos estabelecimentos de venda, embora seja evidente a depreciação do ovo nessas condições de armazenagem (LANA et al., 2017).

A qualidade do ovo é um parâmetro de suma importância para o consumidor, este é um conceito abrangente que inclui aspectos internos e externos do ovo, como cor da casca, forma do ovo, espessura da casca e resistência da casca à quebra, enquanto a qualidade interna refere-se à altura do albúmen e cor da gema (LIU et al., 2018).

Embora seja descrito na literatura a viabilidade do resíduo do *A.blazei* para poedeiras comerciais (FREITAS et al., 2019), não há relatos sobre o efeito do resíduo do *A.blazei* para os parâmetros de qualidade de ovos, desempenho e parâmetros sanguíneos em codornas japonesas.

2 OBJETIVOS

2.1 Geral

Avaliar o desempenho, qualidade de ovos e saúde de codornas japonesas, que receberam níveis crescentes do cogumelo *Agaricus blazei* na dieta.

2.2 Específico

Fornecer níveis crescentes do cogumelo *Agaricus blazei* na dieta de codornas e analisar parâmetros de: 1) qualidade de ovos: espessura e resistência da casca, unidade Haugh, cor da gema, porcentagem de casca, gema e albúmen; 2) desempenho: taxa de postura, massa de ovos produzidos, consumo de ração, conversão alimentar. 3) parâmetros sanguíneos: hemograma, leucograma, colesterol total e triglicerídeos.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Cogumelos Medicinais

Os fungos são dotados de enzimas capazes de degradar moléculas de lignina, celulose e hemicelulose presente nos vegetais (MARTINS, 2019). Há um total de 200 funções produzidas e estudadas nos cogumelos medicinais, essas funções são fundamentais para a área farmacológica. Algumas dessas propriedades estão relacionadas com a presença de polissacarídeos, especialmente β -glucanos e suas ações anticâncer e imunoestimulantes (WASSER, 2017).

Os cogumelos medicinais são tradicionalmente usados nos países asiáticos, com maior incidência na China. Há relatos do cultivo da espécie *Auricularia auricula* (orelha de judeu) cerca de 600 a. C. (ZHANXI; HANHUA, 2001).

Na década de 1980 foi desenvolvida a técnica “Jun-Cao”, posterior a uma crise na China, na disposição de serragem para o cultivo de Shiitake e Orelha de Judeu. Diante dessa crise, a técnica foi criada visando o cultivo de cogumelos medicinais e comestíveis empregando gramíneas e farelos de baixo custo abundantes no local de cultivo e pouco exploradas em substituição à serragem (ZHANXI; ZHANHUA, 2001).

Segundo a Associação Nacional de Produtores de Cogumelos (ANPC, 2013), os principais cogumelos com finalidades medicinais produzidos no Brasil são: *Ganoderma lucidum*, *Lentinula edodes* e *Agaricus blazei*.

O *Ganoderma lucidum*, conhecido como erva da longevidade, contém aproximadamente 400 compostos bioativos e, seus compostos tem efeitos farmacológicos, tais como: imunomodulação, antitumoral, antiviral e antienvelhecimento. Por conter uma estrutura rígida e de difícil ingestão, esse cogumelo é consumido na forma de chás, pó ou encapsulado (ZHOU, 2017).

Existem muitos estudos com o cogumelo *L. edodes* analisando seu potencial antibacteriano, com alguns de seus compostos como lentionina, ergosterol e ácido benzoico. Durante o processo de crescimento do fungo naturalmente é produzido um composto carbonílico proveniente da combustão e oxidação de hidrocarbonetos, que pode ser empregado como fungicida e pesticida (KAUR et al., 2016).

O cogumelo medicinal brasileiro *A. blazei*, assim como os demais, tem sido recentemente estudado nas áreas de ciência de alimentos, biotecnologia, medicina e

farmacologia pelas suas propriedades antibacterianas e antitumoral (STEFANELLO et al., 2016).

3.2 *Agaricus blazei*

O *Agaricus blazei* pertence ao filo basidiomicota, na ordem “Agaricales” e família “Agaricaceae”. Muitas espécies de *Agaricus* são cultivadas no Brasil, e a espécie mais explorada no país é o cogumelo *Agaricus bisporus*, mais conhecido como Champignon (PUTZKE; PUTZKE 2017).

O *A. blazei* possui inúmeros compostos bioativos, entre eles se destaca o β -glucano, polissacarídeo que possui ação antibacteriana comprovada (LIMA; GRIS; KARNIKOWSKI, 2016). Esse composto bioativo é produzido por cogumelos da ordem Agaricales quando são submetidos a condições de estresse, funcionando como um sistema de defesa. O polissacarídeo β -glucano contém propriedades antitumorais, antimutagênicas e hemaglutinantes (SOUZA et al., 2016).

A importância metabólica do β -glucano foi uma descoberta de grande relevância para ciência. Esse polissacarídeo pode ser encontrado em cereais com grande quantidade de fibras e água, sendo que as maiores concentrações estão na aveia e na cevada. Os polissacarídeos de origem fúngica dispõem de propriedades diferentes dos vegetais, como por exemplo, o potencial antitumoral (PARK et al., 2003).

As propriedades antimicrobianas do *A. blazei* são consideradas uma das mais relevantes descritas na literatura. Em recente estudo com extrato do cogumelo, foi confirmada uma inibição maior de bactérias Gram-positivas, comparado às Gram-negativas, devido a sua estrutura celular, com ação sobre *Salmonella typhi*, *Streptococcus pneumoniae*, *Streptococcus mutans* e *Streptococcus sobrinus* (LIMA; GRIS; KARNIKOWSKI, 2016). Existem alguns relatos sobre a atividade antimicrobiana do *Agaricus blazei*. Osaki et al. (1994) estudaram a ação bactericida do *A. blazei* contra *Salmonella typhi* e obtiveram efeito satisfatório para os métodos *in vitro*. Também foi comprovado efeito protetor contra infecção por *S. pneumoniae* (BERNARDSHAW; JOHNSON; HETLAND, 2005).

Há relatos benéficos do fungo *A. blazei* relacionados à imunopatologia, sendo empregado para inibir a aquisição da esquistossomose e reduzindo efetivamente a infecção pelo agente etiológico *S. mansoni* em ratos. O estudo fornece evidências

de um novo potencial terapêutico para prevenir ou tratar essa enfermidade (LIN et al., 2019).

3.3 Uso de cogumelos na nutrição de aves

Os cogumelos estão sendo usuais em recentes pesquisas na avicultura, a fim de melhorar a capacidade produtiva das aves, melhorar a sanidade e a nutrição. Os cogumelos modulam a microbiota intestinal, melhorando a saúde e o desempenho das aves (SHANG et al., 2016).

Os avicultores buscam compostos de origem natural para melhorar a qualidade da carne e estimular o crescimento, diminuindo a proliferação de patógenos. Neste sentido o composto exaurido e o resíduo pós-colheita de cogumelos podem ser uma alternativa viável e econômica, haja vista que os fungos basideomicetos apresentam compostos bioativos que podem melhorar aspectos da saúde intestinal das aves (AZEVEDO et al., 2009).

Machado et al. (2007) avaliaram os efeitos do composto exaurido do cogumelo *A. blazei* em substituição ao antibiótico promotor de crescimento e estes foram benéficos, sendo que os frangos de corte que não tiveram adição do composto exaurido na dieta (controle) apresentaram pior desempenho que as demais. Guimarães (2006) também usou o cogumelo *A. blazei* desidratado para frangos de corte, e foram observados efeitos positivos para o ganho de peso. Souza (2011) avaliou os efeitos do *G. lucidum* em codornas japonesas nos níveis de inclusão de 0, 0,5, 1 e 1,5% e constatou que houve um efeito linear, aumentando gradativamente a produção de ovos, e para os parâmetros hematológicos um aumento na quantidade de linfócitos.

Freitas et al. (2019) avaliaram o *Agaricus blazei* em diferentes inclusões (0, 0,04; 0,08, 0,12; 0,16%) e não obtiveram resultado para qualidade dos ovos, sistema imunológico e desempenho zootécnico em galinhas poedeiras, exceto para as variáveis consumo de ração e massa de ovos que diminuíram com o nível de inclusão de 0,08%.

Na et al. (2005) analisaram o fungo *Flamulina velutipes* para poedeiras comerciais e obtiveram decréscimo na coloração de gema. Wang et al. (2015) avaliaram o resíduo do cogumelo *Cordyceps militaris* (fungo ascomiceto que possui

corpo de frutificação) em poedeiras comerciais nos níveis de 0,5 a 2,0%, sendo esse significativo para a maior inclusão, nas variáveis colesterol total e consumo de ração, diminuindo ambas as variáveis. Muzic et al. (2005) utilizando poedeiras comerciais, também não obtiveram efeito para qualidade de ovos e desempenho, utilizando níveis de 2,0 a 3,0% do cogumelo *Lentinula edodes* na dieta.

3.4 Coturnicultura

A coturnicultura exerce importante papel na avicultura industrial, sendo um setor com grande expansão nos últimos tempos. Essa expansão ocorreu principalmente devido ao aumento de pesquisas que objetivam melhoras na produtividade das aves e nos fatores de sanidade, ambiência e nutrição (MUNIZ et al., 2015).

A qualidade dos ovos é um fator determinante que afeta o sucesso da produção, tendo em vista que o mercado consumidor tem exigido produtos de qualidade e higiene. Os ovos de codorna no Brasil são produzidos em sua maioria por pequenos produtores, os quais não possuem métodos de sanitização ou refrigeração e, estes ovos, são comercializados 92% “in natura” ou descascados em conservas (LACERDA et al., 2016).

O metabolismo das codornas de postura é diferente das galinhas poedeiras. A produção da casca dos ovos de poedeiras comerciais geralmente ocorre durante a noite e a produção da casca dos ovos de codorna ocorre durante o dia, conseqüentemente, há divergência para o período de postura. As poedeiras têm período de postura concentrado de manhã e as codornas no período da tarde (PIZZOLANTE et al., 2007). As codornas exigem maior quantidade de proteína nas rações, menos cálcio e digerem melhor os aminoácidos dos alimentos em comparação com as galinhas poedeiras (SILVA et al., 2012).

A alimentação representa 70% dos custos da produção de aves, sendo a proteína um nutriente essencial para os parâmetros de desempenho e qualidade de ovos (BARBOSA et al., 2007). Os fungos comestíveis e medicinais vêm sendo usados na alimentação de aves de postura como fonte de proteína bruta (MACHADO et al., 2007; AZEVEDO et al., 2009; SOUZA, 2011; MACIEL et al., 2019).

Fungos do gênero Agaricales possuem 22,5% de proteínas de alto valor biológico, sendo esse um meio alternativo de manter os níveis ideais de proteína na ração das aves (CONDÉ; OLIVEIRA; OLIVEIRA, 2017). Os cogumelos além da proteína possuem grande quantidade de potássio, cálcio, fósforo, magnésio, ferro, zinco, sódio, niacina, tiamina, riboflavina, biotina, ácido ascórbico e provitaminas A e D (ergosterol) (CONDÉ; OLIVEIRA; OLIVEIRA, 2017).

Existem alguns trabalhos com variados aditivos não convencionais procurando obter melhora metabólica e fisiológica de codornas japonesas e europeias. Sakamoto et al. (2016) relataram o uso do extrato de orégano como aditivo em codornas desafiadas com cepas de *Escherichia coli*. Os diferentes níveis empregados pelos autores não se mostraram eficazes sobre as características de desempenho na fase de postura, porém as aves desafiadas apresentaram melhora na resposta imune humoral e celular.

Camelo et al. (2015) analisaram a inclusão de farelo de goiaba na dieta de codornas europeias e observaram que o farelo de goiaba se mostra viável até a inclusão de 10% no período de 16 a 38 dias, sem que este prejudique o desempenho reprodutivo e rendimento de carcaça. Oliveira et al. (2016) avaliaram a casca do Pequi como aditivo concluindo que houve benefício até o nível de 3% de inclusão para a variável cor da gema.

Pereira et al. (2016) pesquisaram a adição de raspas de mandioca nas rações de codornas em postura; a raspa de mandioca é indicada na inclusão de 12%, sendo os maiores níveis 18 a 24% prejudiciais para a conversão alimentar, peso de ovo e aumentam o consumo de ração.

É desconhecido na literatura os efeitos do resíduo do *A. blazei* para nutrição de codornas, porém as pesquisas com o resíduo para a nutrição de animais de interesse zootécnico se mostram positivas para os parâmetros de saúde, produtividade e desempenho.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Rastreabilidade do substrato de cultivo

O resíduo dos cogumelos usados neste estudo foi coletado no Sítio Santo Antônio em Bariri-SP. Localização geográfica: Latitude 22° 5' 11.05''S e Longitude 48° 42' 50.84'' W. A propriedade tem 42.000 m² e é onde está localizada a produção do *A. blazei*. O *Spawn* de *A. blazei* utilizado na presente pesquisa foi da empresa Funghi & Flora de Valinhos, SP. As matérias primas utilizadas na compostagem foram previamente no Laboratório de Fertilizantes e Corretivos – FCA/ UNESP e, a partir destes dados, foi formulado os compostos à base de capim braquiária (*Brachiaria* sp.), objetivando uma relação C/N de aproximadamente 37/1 para o *A. blazei*.

A fase I da compostagem do substrato foi realizada em barracão coberto, com piso de cimento, laterais abertas e ventilação natural. Previamente à montagem da leira, os capins foram umedecidos e revirados a cada 2 dias, totalizando 8 dias de umedecimento dos capins. A montagem da leira foi iniciada com uma camada de capim (20 cm de altura), seguido de uma camada de bagaço de cana-de-açúcar (20 cm de altura) e assim por diante até à formação das leiras com aproximadamente 1,8 m de altura e de 1,8 m de largura (Figura 1). À parte, foi feita uma mistura composta das massas de farelo de soja e ureia, a qual foi adicionada equitativamente entre as camadas da leira. A irrigação foi feita de maneira mecanizada, por meio de micro aspersores, para se manter a umidade em torno de 70%. O composto foi revirado a cada dois dias, adicionando-se água sempre que necessário.

Figura 1 – Pilha de compostagem para o cultivo do *Agaricus blazei*, em Bariri, SP



No total, foram feitas 5 reviradas, totalizando 12 dias de Fase I. Já fase II, o composto foi transferido para um pasteurizador, sendo submetidos a $62^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ por 8 horas, seguido de condicionamento (oito dias a $48^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$). Ao final da fase II da compostagem foram coletadas ao acaso três amostras de cada substrato, as quais foram encaminhadas ao Laboratório de Fertilizantes e Corretivos – FCA/UNESP.

As análises abaixo têm por objetivo servir como parâmetro de rastreabilidade do tipo de composto que originou o resíduo do *A. blazei* testado na presente pesquisa (Tabela 1).

Tabela 1 – Caracterização química do substrato do *Agaricus blazei* ao final da fase II da compostagem

	N (%) ¹	Umidade (%)	MO (%) ²	C (%) ³	C/N ⁴	pH
Composto	0,69	65	21,5	33,5	18/1	6,9

¹N: Porcentagem de Nitrogênio, ²MO: Porcentagem de matéria orgânica, ³C: Porcentagem de carbono, ⁴C/N: relação entre carbono e nitrogênio. Média de três repetições.

A inoculação do composto com o *Spawn* do *A. blazei* foi realizada de forma mecanizada e homogênea (Figura 2), com higienização dos utensílios utilizados (bandeja, tesoura e recipiente dosador de *Spawn*) com álcool 70%. Para acondicionar o composto foram utilizados sacos sanfonados, pretos com capacidade de 50L para o *A. blazei*.

Figura 2 – Inoculação do composto do *Agaricus blazei*, em Bariri, SP



Foi utilizada a proporção de 40g.kg^{-1} (g de inóculo por kg de substrato úmido). Para cada pacote plástico foram adicionados 10kg de composto inoculados (peso úmido, aproximadamente 70% de umidade), sendo que os pacotes foram pesados e fechados. Posteriormente os pacotes foram identificados e levados para a estufa experimental. Como camada de cobertura foi utilizada terra roxa de textura média.

Inicialmente foi feita a correção do pH da mesma para 7,0 com a adição de calcário calcítico, na dose de 30 kg por m^3 de terra. Também foi umedecida a 60% e deixada em repouso por 20 dias. A adição da camada de cobertura sobre o composto foi feita manualmente. O composto foi recoberto com plástico e incubado por 15 dias, à temperatura de $25\pm 2^\circ\text{C}$.

Após a colonização da camada de cobertura, as caixas foram dispostas ao acaso em prateleiras, em uma estufa de produção, mantendo-se temperatura média de $28\pm 2^\circ\text{C}$ e umidade relativa do ar entre 75 e 85%. A irrigação das caixas foi feita de forma manual, utilizando-se de mangueira de jardim com 'chuveirinho', assim como a colheita dos cogumelos.

Figura 3 – Estufa de produção do *Agaricus blazei* em Bariri, SP



4.2 Caracterização do resíduo do *Agaricus blazei*

O resíduo do *A. blazei* é composto por partes do cogumelo que, devido à sua coloração escura ou tamanho irregular, não podem ser integrados nas bandejas para comercialização, por esteticamente não atraírem o consumidor (Figura 4). No momento em que o cogumelo é fracionado para comercialização, essas regiões escuras são desprezadas e empilhadas no local de produção como descarte. Esse resíduo corresponde a 10% do total de cogumelos produzidos.

Figura 4 – Resíduo do *Agaricus blazei*. (A) Resíduo fracionado (B) Resíduo desidratado e moído



O resíduo do cogumelo usado nas rações experimentais foi desidratado em estufa de circulação fechada a 110°C por 12 horas e posteriormente triturado em moinho com malha de 2,5 mm de diâmetro, de modo a obter pó fino para possibilitar fácil homogeneização na dieta, conforme a metodologia de Machado et al. (2007).

A composição dos minerais presentes no resíduo do *A. blazei* está mostrada na Tabela 2 e análise bromatológica no resíduo do *A. blazei* encontra-se na Tabela 3.

Tabela 2 – Composição mineral do resíduo do cogumelo *Agaricus blazei* (RCA), expressos em porcentagem

	N ¹	P ²	K ³	Ca ⁴	Mg ⁵	S ⁶	B ⁷	Cu ⁸	Fe ⁹	Mn ¹⁰	Zn ¹¹
RCA*	4,8	0,42	2	0,3	0,08	0,22	4,9	6,4	4,6	1,2	6,5

¹N: Nitrogênio, ²P: Fósforo, ³K: Potássio, ⁴Ca: Cálcio, ⁵Mg: Magnésio, ⁶S: Enxofre, ⁷B: Boro, ⁸Cu: Cobre, ⁹Fe: Ferro, ¹⁰Mn: Manganês, ¹¹Zn: Zinco. *RCA: Resíduo do cogumelo *Agaricus blazei*. Média de três repetições.

Tabela 3 – Análise bromatológica do resíduo do cogumelo *Agaricus blazei* (RCA)

	MS (%) ¹	PB (%) ²	MM(%) ³	FB (%) ⁴
RCA*	95,4	23	10,63	15,48

¹MS: Massa seca, ²PB: Proteína bruta, ³MM: Matéria Mineral, ⁴FB: Fibra Bruta. *RCA: Resíduo do cogumelo *Agaricus blazei*. Média de três repetições.

4.3 Animais e delineamento experimental

O experimento foi conduzido na Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Campus de Botucatu, no Laboratório de Nutrição de Aves, sob aprovação da Comissão de Ética no Uso de Animais - CEUA desta Instituição de Ensino Superior, conforme as normas de experimentação e bem-estar animal (Protocolo CEUA 0080/2019).

Foram utilizadas 800 (oitocentos) codornas japonesas na fase de pós-pico de produção, alojadas em gaiolas convencionais com 20 aves por gaiola com bebedouros tipo nipple, dois por gaiola e comedouros tipo calha lineares.

Figura 5 – Gaiolas utilizadas no experimento



Essas foram alojadas em duas salas de dimensões de 4,30m de comprimento por 4,5m de largura e 2,60m de altura. Cada sala continha uma bateria de cinco andares com 10 gaiolas de arame galvanizado, cinco de um lado e cinco do outro.

Água e ração foram fornecidas à vontade e o arraçoamento foi realizado diariamente, duas vezes ao dia (manhã e tarde), bem como a coleta de ovos para registro de produção.

As aves foram distribuídas nos tratamentos pela produção de ovos para manter um lote homogêneo. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, com cinco tratamentos 0; 0,04; 0,08; 0,12 e 0,16% de inclusão de resíduo de colheita do *Agaricus blazei*, RCA, com oito repetições por tratamento de vinte codornas por unidade experimental.

Um programa de luz de 17 horas diárias (natural + artificial) foi utilizado durante todo o experimento que teve duração de 84 dias (quatro ciclos de 21 dias).

4.4 Dietas

As dietas experimentais foram formuladas à base de milho e farelo de soja, de acordo com o manual da linhagem para atender as exigências nutricionais na fase de postura II e balanceadas de acordo com a composição química e valores energéticos dos alimentos descritos por Rostagno et al. (2011).

Tabela 4 – Composição percentual e calculada das rações experimentais para codornas japonesas de 12 a 24 semanas

	Resíduo do cogumelo <i>Agaricus blazei</i>				
	0	0,04%	0,08%	0,12%	0,16%
Soja-45, farelo	30,255	30,255	30,255	30,255	30,255
Milho, grão	59,157	59,157	59,157	59,157	59,157
Óleo soja	1,024	1,024	1,024	1,024	1,024
DL-Met, 99%	0,433	0,433	0,433	0,433	0,433
L-Lys, 99,8%	0,269	0,269	0,269	0,269	0,269
Treonina, 98,1%	0,068	0,068	0,068	0,068	0,068
Cloreto de Colina, 60%	0,135	0,135	0,135	0,135	0,135
Fosfato bicálcico	1,168	1,168	1,168	1,168	1,168
Calcário calcítico	6,868	6,868	6,868	6,868	6,868
Premix vitamínico ¹	0,070	0,070	0,070	0,070	0,070
Premix mineral ²	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
Vitamina E	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004
Inerte	0,160	0,120	0,080	0,040	0
Sal comum	0,340	0,340	0,340	0,340	0,340
<i>Agaricus blazei</i>	0	0,040	0,080	0,120	0,160
Total	100	100	100	100	100
Composição Calculada					
EMA (kcal/kg)	2800	2800	2800	2800	2800
Proteína Bruta (%)	18,92	18,92	18,92	18,92	18,92
Cálcio (%)	2,99	2,99	2,99	2,99	2,99
Fósforo disp (%)	0,309	0,309	0,309	0,309	0,309
Sódio (%)	0,147	0,147	0,147	0,147	0,147
Metionina dig. (%)	0,687	0,687	0,687	0,687	0,687
Lisina dig. (%)	1,149	1,149	1,149	1,149	1,149
Treonina dig. (%)	0,701	0,701	0,701	0,701	0,701

¹Premix vitamínico (conteúdo/kg de ração): Vit. A: 9.000 U.I.; Vit. D3: 2.500 U.I.; Vit. E: 20 U.I.; Vit. K3: 2,0 mg; Vit. B1: 2,0 mg; Vit. B2: 6,0 mg; Ácido pantotênico: 12 mg; Vit. B6: 3,0 mcg; Vit. B12: 15 mcg; Ácido fólico: 1,5 mg; Biotina: 0,1 mg; Selênio: 0,25 mg. ²Premix mineral (conteúdo/kg de ração): Fe: 50 mg; Cu: 10 mg; Mn: 65 mg; Co: 1 mg; Zn: 65 mg; I: 1 mg.

4.5 Desempenho

Para as análises de desempenho das aves foram efetuados quatro ciclos de 21 dias de postura. Para cada ciclo foram avaliados: 1) consumo de ração (g/ave/dia), que foi calculado pela pesagem da ração no início e no final de cada ciclo; 2) porcentagem de postura: a produção de ovos foi registrada diariamente e o

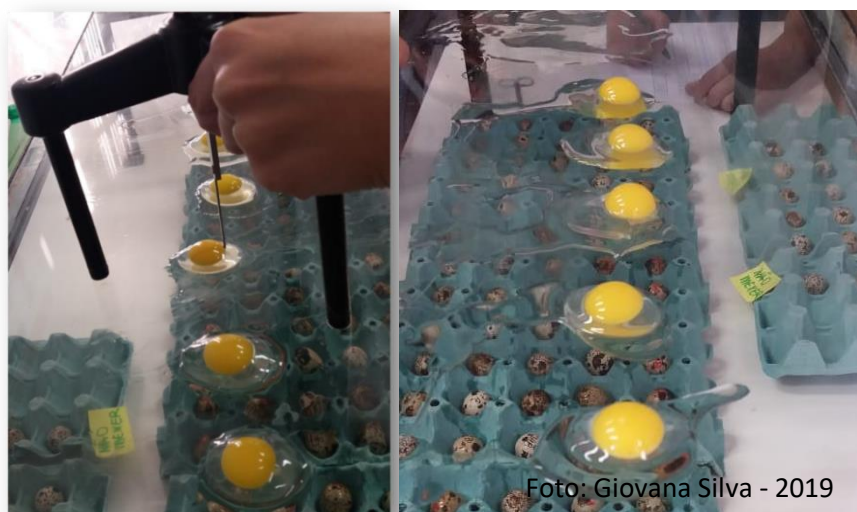
cálculo foi realizado no final do ciclo com base na porcentagem de ovos produzidos por ave/dia; 3) massa de ovos (g): foi obtida através da multiplicação do percentual de produção no ciclo pelo respectivo peso médio dos ovos; 4) conversão alimentar por dúzia de ovos (Kg/dz): foi calculada semanalmente, dividindo-se o peso total de ração consumida por gaiola pelo respectivo número de dúzias de ovos produzidos no ciclo. 5) A conversão alimentar por quilograma de ovos (Kg/Kg): foi calculada dividindo-se o peso total da ração consumida por gaiola na semana pela massa de ovos postos no mesmo período.

4.6 Qualidade de ovos

Para as análises de qualidade dos ovos ao final de cada período de 21 dias foram coletados dois ovos por repetição durante três dias consecutivos para as seguintes análises: 1) gravidade específica (g/cm^3): foi obtida pela imersão dos ovos em soluções salinas variando de 1,060 a 1,100 g/cm^3 , segundo Stadelman e Cotterill (1995); 2) resistência da casca à quebra (N): foi obtida em texturômetro (TexturePro CT), equipado com a probe TA-MTP e base TA-CJ, com carga trigger de 0,05N e com 0,09 mm/s de velocidade; 3) porcentagem de gema: foi determinada pela relação entre o peso da gema e o peso do ovo inteiro; 4) porcentagem da casca: as cascas foram lavadas para retirar qualquer sobra de albúmen, colocadas para secar em estufa de ventilação forçada à 55° por 24 horas. Em seguida foram pesadas em balança digital de precisão. A porcentagem de casca foi obtida pela relação entre o peso da casca e o peso do ovo. 5) porcentagem de albúmen: foi calculada pela diferença entre o peso da casca mais a gema e o peso do ovo; 6) espessura de casca (mm): foi medida após secagem das cascas, utilizando-se um micrômetro analógico de pressão. Os valores de espessura foram obtidos a partir de três leituras nos fragmentos da zona equatorial da casca, obtendo-se a espessura da casca pela média destes três pontos; 7) unidade de Haugh: foi calculada pela relação entre o peso do ovo (g) e altura do albúmen (mm) conforme metodologia descrita por Card e Nesheim, (1966) e utilizando-se a fórmula proposta por Haugh, (1937): $UH = 100 \times \log (H + 7,57 - 1,7 \times W^{0,37})$, onde: H = altura do albúmen (mm) e W = peso do ovo (g). A altura do albúmen foi medida com paquímetro digital de precisão, posicionado

na parte mais alta do albúmen (Figura 5); 8) cor de gema: foi determinada utilizando YolkFun Digital da DSM.

Figura 6 – Leitura de altura de albúmen e gema com paquímetro digital



4.7 Parâmetros hematológicos e imunológicos

4.7.1 Colesterol e Triglicerídeos

Ao término do último ciclo, foram coletados 2,0 ml de sangue de oito aves por tratamento, por punção da veia jugular. Após a coleta, as amostras foram centrifugadas para obtenção do soro, e o mesmo foi transferido para tubos identificados e armazenados em freezer à -18°C para análises posteriores. As análises dos níveis séricos de colesterol total e triglicerídeos foram realizadas utilizando-se o método enzimático-colorimétrico com leitura em espectrofotômetro utilizando-se reagentes LabTest.

4.7.2 Hemograma e leucograma

Ao término do último ciclo, foram coletados 2,0 ml de sangue de oito aves por tratamento. O sangue foi acondicionado em tubos devidamente identificados por tratamento, contendo EDTA a 5%, para análise do hemograma completo.

O hematócrito foi obtido por meio da técnica de microhematócrito, com uso de tubos capilares e centrifugação por cinco minutos à 12.000 g (CAMPBELL, 2010).

A proteína plasmática total foi mensurada pela técnica de refratometria. A concentração de hemoglobina foi determinada pelo método de cianometahemoglobina. A concentração de hemoglobina foi usada, conjuntamente com a contagem global de hemácias, para os cálculos de volume corpuscular médio (VCM) e concentração de hemoglobina corpuscular média (CHCM) (CAMPBELL, 2010).

Para contagem global de células (hemácias e leucócitos) foi realizada a contagem manual em hemocitometro. O fator de multiplicação utilizado para hemácias foi 5.050 e de leucócitos 252,5, diferindo apenas a área de contagem. (HOROBIN, 2011).

Na avaliação do esfregaço sanguíneo o diferencial de leucócitos foi realizado em 100 células na monocamada, nas laterais do esfregaço. A estimativa do número de leucócitos foi feita em menor aumento (200x), e o diferencial de leucócitos, assim como a morfologia de eritrócitos foi avaliada no aumento de 1000x (lente sobre óleo de imersão). As lâminas do esfregaço sanguíneo foram coradas pelo método de Wright-Giemsa (HOROBIN, 2011).

4.8 Análise Estatística

A análise estatística dos resultados foi realizada por meio de análise de variância com o auxílio do programa estatístico MiniTab® 17, sendo que, anteriormente, os dados foram submetidos ao procedimento de teste de normalidade.

Quando significativas, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância. Quando os dados não apresentaram normalidade foram submetidos ao teste de Kruskal Wallis a 5% de significância.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As variáveis de desempenho das codornas japonesas não foram influenciadas pelos níveis de inclusão do RCA na dietas (Tabela 5).

Tabela 5 – Desempenho de codornas japonesas alimentadas com dietas contendo níveis de inclusão de resíduo de colheita do *Agaricus blazei* (RCA)

Variáveis	Tratamentos					P-Value	CV (%) ¹
	0	0,04%	0,08%	0,12%	0,16%		
Consumo (g/ave/dia)	28,00	28,00	28,00	27,00	28,00	0,405	2,607
Taxa de Postura (%)	94,42	93,77	93,93	93,95	92,71	0,782	2,900
Massa de ovos (g)	11,00	10,94	11,03	11,04	10,95	0,994	5,211
CA/Massa (Kg/Kg)	2,537	2,526	2,523	2,493	2,562	0,897	5,438
CA (Kg/dz)	0,352	0,356	0,358	0,348	0,358	0,517	3,810

¹CV (%) = Coeficiente variação.

Os resultados encontrados foram semelhantes aos resultados de Freitas et al. (2019), porém esses autores observaram que ocorreu um decréscimo linear do consumo de ração à medida que se aumentou a inclusão do cogumelo nas dietas (tratamento com 0,08% de *A. blazei*), fato que não foi observado nesse estudo.

As variáveis de massa de ovos e taxa de postura estão de acordo com os resultados apresentados por Netto (2018) analisando o cogumelo *Lentinula edodes* para poedeiras comerciais no qual ambos não foram significativos.

O cogumelo *G. lucidum* em codornas japonesas nos níveis de inclusão de 0; 0,50; 1,0; 1,5; não apresentou efeito significativo para as variáveis CA/dz e CA/Kg, entretanto a maior inclusão do *G. lucidum* 1,5% influenciou a produção de ovos (SOUZA, 2011).

Os resultados de peso de ovo, porcentagem de gema, porcentagem de albúmen, porcentagem de casca, gravidade específica, Unidade Haugh, espessura e resistência da casca estão expressos na Tabela 6 e não foram influenciados pelos níveis de inclusão de RCA na dieta.

A ausência de efeito da inclusão do *A. blazei* para a variável peso de ovo foi semelhante ao obtido por Souza (2011) trabalhando com o *Ganoderma lucidum* para codornas japonesas, aonde não obteve efeito significativo.

As variáveis, porcentagem de gema, de albúmen e de casca também não foram influenciadas ($P>0,05$) pela inclusão do *A. blazei* nas dietas. Freitas et al. (2019) ao analisarem estas mesmas variáveis utilizando a suplementação com *Agaricus blazei* na dieta de poedeiras comerciais nos mesmos níveis de suplementação do presente trabalho (0;0,04; 0,08; 0,12 e 0,16%) também não observaram nenhum efeito.

Tabela 6 – Qualidade de ovos de codornas japonesas alimentadas com dietas contendo níveis de inclusão de resíduo de colheita do *Agaricus blazei* (RCA)

Variáveis	Tratamentos					P-Value	CV (%) ¹
	0	0,04%	0,08%	0,12%	0,16%		
Peso de ovo (g)	11,60	11,62	11,70	11,67	11,75	0,923	5,56
% de Gema	30,96	31,19	30,42	30,93	30,47	0,868	6,61
% de Albúmen	61,48	61,29	62,13	61,53	61,72	0,393	3,63
% de Casca	7,55	7,51	7,44	7,52	7,80	0,233	7,11
Gravidade Específica	1,074	1,077	1,076	1,077	1,076	0,129	0,28
Resistência de Casca (N)	11,00	10,80	11,05	11,15	11,15	0,702	10,65
Espessura de Casca (mm)	0,21	0,21	0,20	0,20	0,21	0,716	4,48
Unidade Haugh	91,90	91,34	92,52	91,68	92,58	0,609	2,83
Cor de Gema	6,12b	6,37ab	6,18ab	6,31ab	6,43a	0,025	4,79

¹CV(%): Coeficiente de variação. As médias não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de significância para as variáveis analisadas.

Para a cor de gema obteve-se diferença significativa ($P<0,05$) entre os tratamentos, sendo que a inclusão de 0,16% *Agaricus blazei* na dieta proporcionou cor mais intensa que os demais tratamentos. Em estudo Mahfuz et al. (2018) observaram que os diferentes níveis do resíduo do caule do cogumelo *Flammulina velutipes* para poedeiras comerciais 2, 4 e 6% foram responsáveis por um aumento na cor de gema, devido aos pigmentos carotenoides presentes no fungo. Houve um aumento da aceitabilidade do produto, que possuía gemas bem pigmentadas, baseada na avaliação visual do consumidor.

A cor de gema é um aspecto importante na escolha dos ovos pelo consumidor. De modo geral, a preferência do consumidor, é por gemas bem pigmentadas de coloração entre amarelo e dourado intenso. Para melhorar a atratividade do produto no mercado, é algo comum a adição de corantes nas rações de poedeiras (KLJAK et al., 2012).

Muitas empresas comercializam carotenoides sintéticos para melhorar a coloração de gema, no entanto existem algumas alternativas para melhorar esse parâmetro com suplementação com resíduos naturais, como o experimento de Oliveira et al. (2016) com diferentes inclusões da farinha da casca do Pequi, para codornas japonesas, sendo a casca um subproduto de descarte.

Os valores de gravidade específica não diferiram ($P>0,05$) em função dos tratamentos, sendo este resultado semelhante ao obtido por Netto (2018) utilizando o fungo *Lentinula edodes* (Shiitake) para poedeiras comerciais.

Para os valores de Unidade Haugh, um importante indicador da qualidade interna do ovo, também não houve diferença significativa ($P>0,05$) entre os tratamentos. Na et al. (2005) não obtiveram diferença significativa ($P>0,05$) para a variável Unidade Haugh, trabalhando com o cogumelo *F. velutipes* para poedeiras comerciais.

Os valores de espessura de casca e resistência de casca também não foram influenciados ($P>0,05$) pela inclusão do *A. blazei* na dieta das codornas, corroborando com os resultados encontrados por Freitas et al. (2019), que utilizando os mesmos níveis de inclusão deste cogumelo em dietas de poedeiras comerciais não observaram diferença estatística.

Os parâmetros de colesterol total (mg.dl⁻¹) e triglicerídeos (mg.dl⁻¹) séricos encontrados nas codornas japonesas que consumiram o resíduo do *Agaricus blazei* não apresentaram diferença do grupo controle (Tabela 7).

Tabela 7 – Colesterol total (mg.dl⁻¹) e triglicerídeos (mg.dl⁻¹) séricos de codornas japonesas alimentadas com dietas contendo níveis de inclusão de resíduo de colheita do *Agaricus blazei* (RCA)

Variáveis	Tratamentos					P-Value	CV (%) ¹
	0	0,04%	0,08%	0,12%	0,16%		
Colesterol Total	217,3	207,3	145,0	175,3	230,3	0,075	30,6
Triglicerídeos	1835,3	1583,0	1367,1	1367,1	1298,1	0,429	41,9

¹CV (%) = Coeficiente variação.

Os resultados obtidos nesse estudo foram semelhantes aos encontrados por Netto (2018) em poedeiras comerciais alimentadas com diferentes níveis do resíduo do cogumelo *Lentinula edodes* em inclusões de 0; 1,0; 1,5; 2,0%.

Há relatos de alguns cogumelos que diminuem a quantidade de colesterol sérico e colesterol de ovo como a pesquisa de Wang et al. (2015), com o resíduo do cogumelo *C. militaris* em inclusão de 1 e 2% que diminuiu os teores de colesterol de ovo. Os autores sugerem que o cogumelo *Cordyceps militaris* possui grande quantidade de fibras (34,33%) que funciona como um detergente natural, que aumenta a excreção dos ácidos biliares, causando um decréscimo do colesterol do ovo.

Os triglicerídeos são gorduras mais comuns em codornas, e junto com o colesterol formam o material vitolegenina, que é sintetizado no fígado e transferido na forma de VLDL (lipoproteína de baixa intensidade), onde posteriormente no folículo ovariano origina a gema do ovo (GOUVEIA, 2019).

O *Agaricus blazei* dispõem de propriedades hipocolesterolêmicas que são comprovadas para frangos de corte (FANHARI et al., 2016). A atividade hipocolesterolêmica do fungo ocorre devido à presença de β -glucanos no cogumelo, que reduzem os níveis de colesterol, por aumentar a viscosidade intestinal e reduz a absorção do colesterol (ALAM et al., 2011).

Os valores hematológicos das codornas japonesas aos 168 dias de idade estão expressos na Tabela 8. Não houve efeito significativo ($P>0,05$) dos tratamentos para as variáveis referentes ao hemograma. Resultados semelhantes foram encontrados por Freitas et al. (2019), onde as diferentes inclusões do *A. blazei* em poedeiras não influenciaram o sistema imunológico.

Tabela 8 – Valores hematológicos de codornas japonesas alimentadas com dietas contendo níveis de inclusão de resíduo de colheita do *Agaricus blazei* (RCA)

Variáveis	Tratamentos					P-Value	CV (%) ¹
	0	0,04%	0,08%	0,12%	0,16%		
Hematócrito (%)	48	50	48	47	47	0,80	1,65
Hemoglobina (g/dL)	12,58	11,81	13,12	12,15	12,43	0,70	2,17
Hemácias (x10 ⁶ /mm ³)	2,22	2,08	2,08	2,25	1,99	1,00	0,14
VCM ³ (fl)	222,82	247,48	239,97	242,19	236,31	0,99	0,24
HCM ⁴ (pg)	53,81	55,64	61,63	55,03	59,38	0,85	1,38
CHCM ⁵ (g/dL)	26,67	27,07	28,17	25,63	27,03	0,70	2,20
PT ⁶ g/dL	12	12	13	12	11	0,85	1,37
Leucócitos (µl)	9,09	11,11	10,61	11,11	10,61	0,54	3,04
Heterófilos (%)	41	43	55	44	46	0,27	5,10
Linfócitos (%)	46	48	39	53	46	0,41	3,96
Eosinófilos (%)	5	3	3	4	4	0,57	2,80
Monocitos (%)	1	0	1	0	1	0,92	0,80
Basófilos (%)	2	3	1	1	2	0,46	3,26

¹CV (%) = Coeficiente variação. ²Controle: Dieta Basal. ³VCM = volume corpuscular médio, ⁴HCM = hemoglobina corpuscular média, ⁵CHCM = concentração de hemoglobina corpuscular média, ⁶PT= Proteína total.

No estudo de Souza (2011) houve diferença estatística para percentagem de linfócitos e heterofilos. O percentual de linfócito aumentou para a maior inclusão do *G. lucidum* 1,5%, e o percentual de heterofilos diminuiu no tratamento com a inclusão de 1,5% para codornas japonesas.

Em estudo, Chang et al. (2016) não obtiveram diferença significativa para hemoglobina, hematócrito, VCM, HCM, PT e CHCM, incluindo na dieta diferentes níveis do composto exaurido do cogumelo *Pleurotus ostreatus* (5%, 10% e 15%) para gansos produtores.

6 CONCLUSÃO

Conclui-se que a inclusão de diferentes níveis do resíduo do *A. blazei* na dieta de codornas japonesas não prejudica nenhum dos parâmetros avaliados (desempenho, qualidade de ovos e parâmetros sanguíneos), o que comprova que o resíduo pode ser incluído na alimentação das codornas japonesas. Sabendo que o resíduo melhora a coloração de gema que é um parâmetro de grande relevância para o consumidor, e conseqüentemente a atratividade dos ovos de codorna no mercado, e ainda dá um descarte correto para esse resíduo que normalmente é descartado, sua inclusão na dieta das aves é uma opção viável a ser considerada.

REFERÊNCIAS

- ALAM, N. K. N. *et al.* Hypolipidemic activities of dietary *Pleurotus ostreatus* in hypercholesterolemic rats. **Mycobiology**, Incheon, v. 39, n. 1, p. 45-51, 2011.
- ANPC. **O setor de cogumelos**. São José dos Pinhais: ANPC, 2013.
- AZEVEDO, R. S. *et al.* Utilização do composto exaurido de *Pleurotus sajor-caju* em rações de frangos de corte e seus efeitos no desempenho dessas aves. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, Maringá, v. 31, n. 2, p. 139-144, 2009.
- BARBOSA, F. J. V. *et al.* **Sistema alternativo de criação de galinhas caipiras**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2007.
- BASTOS, M. A. *et al.* Leucograma de ovinos com alta infestação por *Hemonchus contortus* e tratados com “Cogumelo do sol” (*Agaricus blazei*). **Caderno de Ciências Agrárias**, Montes Claros, v. 7, n. 1, p. 169-173, 2015.
- BERNARDSHAW, S.; JOHNSON, E.; HETLANDY G. An extract of the mushroom *Agaricus blazei* Murill administered orally protects against systemic *Streptococcus pneumoniae* infection in mice, **Scandinavian Journal of Immunology**, Salt Lake City, v. 62, n. 1, p. 393–398, 2005.
- CAMELO, L. C. M. *et al.* Inclusão de farelo de goiaba na dieta de codornas europeias. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 16, n. 3, p. 343-349, 2015.
- CAMPBELL, T. W. Hematology of pittcines. *In*: WEISS, D. J.; WARDROP, J. K. **Schalm’s veterinary hematology**. 6th ed. Iowa: Blackwell, 2010. p. 968- 976.
- CARD, L. E.; NESHEIM, M. C. **Poultry production**. Philadelphia: Lea & Febiger, 1966.
- CHANG, S. C. *et al.* Effects of spent mushroom compost meal on growth performance and meat characteristics of grower geese. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 45, n. 6, p. 281-7, 2016.
- CONDÉ, V. F, OLIVEIRA, J. E. Z, OLIVEIRA, D. M. F. Farinha de *Pleurotus ostreatus* (Jacq.) P. Kumm. (cogumelo Hiratake) enriquecido em ferro. **Ciência e Natura**, Santa Maria, v. 39, n. 1, p. 1-6, 2017.
- FANHARI, J. C. *et al.* *Agaricus blazei* in the diet of broiler chickens on immunity, serum parameters and antioxidant activity. **Semina**, Londrina, v. 37, n. 1, p. 2235-2246, 2016.
- FREITAS, I. S. *et al.* Flour of mushroom *Agaricus blazei* as additive functional in food of laying hens. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v. 1, n. 20, p. e0612019, 2019.

GOUVEIA, A. B. V. S. **Soja extrusada na alimentação de codornas japonesas**. 2019. 57 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Rio Verde, 2019.

GUIMARÃES, J. B. **Produção de biomassa do *agaricus blazei* murrill em vários meios de cultura e desempenho e qualidade da carne de frangos de corte alimentados com ração suplementada com esse fungo**. 2006. 156 f. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2006.

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

HOROBIN, R.W. How Romanowsky stains work and why they remain valuable - including a proposed universal Romanowsky staining mechanism and a rational troubleshooting scheme. **Biotech Histochem**, Glasgow, v. 86, n. 1, p. 36-51, 2011.

KAUR, H. *et al.* Assessment of the antimicrobial activity of *Lentinula edodes* against *Xanthomonas campestris* pv. Vesicatoria. **Crop Protection**, Indianapolis, v. 89, p. 284-288, 2016.

KLJAK, K. *et al.* Pigmentation Efficiency of Croatian Corn Hybrids in Egg Production. **Croatian Journal of Food Technology, Biotechnology and Nutrition**, Osijek, v. 7, n. 7, p. 23-27, 2012.

LACERDA, M. J. R. *et al.* Qualidade física e bacteriológica de ovos opacos de codornas sanitizados, refrigerados e contaminados experimentalmente por *Salmonella enterica* ser. Typhimurium. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 17, n. 1, p. 11-25, 2016.

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.

LIN, M. H. *et al.* Immunopathological effects of *Agaricus blazei* Murill polysaccharides against *Schistosoma mansoni* infection by Th1 and NK1 cells differentiation. **International Immunopharmacology**, Oklahoma City, v. 73, n. 7, p. 502–514, 2019.

LIMA, C. U. J. O; GRIS, E. F; KARNIKOWSKI, M. G.O. Antimicrobial properties of the mushroom *Agaricus blazei*. **Revista Brasileira Farmacognosia**, Curitiba, v. 26, n. 6, p. 780-786, 2016.

LIU, Z. *et al.* Genetic variations for egg quality of chickens at late laying period revealed by genome-wide association study. **Scientific Reports**, New York, v. 8, n. 1, p. 10832 , 2018.

MACHADO, A. M. B. *et al.* Composto exaurido do cogumelo *Agaricus blazei* na dieta de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Lavras, v. 36, n. 4, p. 1113-1118, 2007.

MACIEL, M. P. *et al.* Níveis de proteína em rações com milho ou sorgo para codornas japonesas. **Archivos de Zootecnia**, Janaúba, v. 1, n. 68, p. 110-118, 2019.

MAHFUZ, S. *et al.* Organic Egg Production, Egg Quality, Calcium Utilization, and Digestibility in Laying Hens Fed with Mushroom (*Flammulina velutipes*) Stem Waste, **Brazilian Journal of Poultry Science**, Campinas, v. 20, n. 4, p. 717-724, 2018.

MARTINS, P. R; *et al.* *Agaricus brasiliensis* polysaccharides stimulate human monocytes to capture *Candida albicans*, express toll-like receptors 2 and 4, and produce pro-inflammatory cytokines. **Journal of Venomous Animals and Toxins including Tropical Diseases**, Botucatu, v. 23, n. 1, p. 17, 2017.

MARTINS, O. G. **Análise da produtividade e sustentabilidade de inóculo de *Pleurotus ostreatus* após repicagens sucessivas**: estudo de caso. 2019. 65 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2019.

MUNIZ, J. C. L. *et al.* Desempenho e qualidade de ovos de codornas japonesas alimentadas com diferentes rações comerciais. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, Viçosa, v. 5, n. 1, p. 95-100, 2015.

MUZIC, S. *et al.* Cholesterol content and egg quality chickens fed with supplement *Lentinus edodes*. **Izlaganje sa znanstvenog skupa**, Stocarstvo, v. 4, n. 59, p. 271 - 279, 2005.

NA, J. C. *et al.* Influence of feeding *Flammulina velutipes* media on productivity and egg quality in laying hens. **Korean Journal Poultry Science**, Sangju, v. 1, n. 32, p. 143-147, 2005.

NETTO, R. G. F. **Resíduo de colheita de Shiitake (*Lentinula edodes* (berk.) pegler) na alimentação de frangos de corte e poedeiras comerciais**. 2018. 68 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2018.

OLIVEIRA, M. C. *et al.* Pequi peel flour in diets for Japanese quail. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, Maringá, v. 38, n. 1, p. 101-106, 2016.

OSAKI, Y. *et al.* Antimutagenic and bactericidal substances in the fruit body of a basidiomycet e *Agaricus blazei*. **Journal of the Pharmaceutical Society of Japan**, Tokyo, v. 114, n. 5, p. 342-350, 1994.

PARK, Y. K. *et al.* Determinação da concentração de β -glucano em cogumelo, **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 32, n. 3, p.312-316, 2003.

PIZZOLANTE, C. C. *et al.* Effect of the schedule of supply of rations containing different calcium levels on performance and eggs quality of Japanese quails

(*Coturnix japonica*) in production end phase. **Ciência Animal Brasileira**, Jaboticabal, v. 8, n. 4, p. 677-683, 2007.

PEREIRA, A. A. *et al.* Raspa da mandioca para codornas em postura. **Acta Veterinaria Brasilica**, Mossoró, v. 10, n. 2, p. 123-129, 2016.

PUTZKE, J; PUTZKE, M. T. L. The Genus *Agaricus* L. ex. Fr. (Agicales, Basidiomycota) in Brazil, **Neotropical Biology and Conservation**, São Leopoldo, v. 12, n. 2, 2017.

ROSTAGNO, H. S. *et al.* **Tabelas brasileiras para aves e suínos**: composição de alimentos e exigências nutricionais. 3. ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2011.

SAKAMOTO, M. I. *et al.* Celulite em codornas japonesas alimentadas com extrato de orégano nas dietas e inoculadas com *Escherichia coli*. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, Rio de Janeiro, v. 1, n. 36, p. 831-836, e471974187, 2016.

SCHALCH, S. H. C. *et al.* Parâmetros hematológicos de tilápias (*Oreochromis niloticus*) alimentadas com dieta suplementada de cogumelo *Agaricus blazei*. **Bioikos**, Campinas, v. 1, n. 29, p. 29-34. 2015.

SHANG, H. M. *et al.* Effects of dietary fermentation concentrate of *Hericium caputmedusae* (Bull.:Fr.) Pers. on growth performance, digestibility, and intestinal microbiology and morphology in broiler chickens. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, Hoboken, v. 96, n. 1, p. 215-222, 2016.

SILVA, G. C. P. A. *et al.* Substratos suplementados com pós-colheita de Shiitake como alternativa na produção de *Pleurotus ostreatus*. **Energia na Agricultura**, Botucatu, v. 34, n. 3, p. 447-454, 2019.

SILVA, J. H. V. *et al.* Exigências nutricionais de codornas. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v. 13, n. 3, p. 775-790, 2012.

SOUZA, C. **Desempenho produtivo de codornas japonesas (*coturnix coturnix japonica*) alimentadas com diferentes níveis de *Ganoderma lucidum* na ração**. 2011. 27 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Zootecnia) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos, 2011.

SOUZA, N. B. *et al.* Determinação da atividade antimicrobiana do extrato purificado do cogumelo *Agaricus blazei* cultivado por fermentação em estado sólido. **Revista CSBEA**, Bagé, v. 2, n. 1, p. 1-7, 2016.

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

STEFANELLO, F. S. *et al.* Effect of extraction of phenolic compounds on the in vitro antioxidant and antibacterial activity of sun mushroom. **Arquivos Instituto Biológico**, Vila Mariana, v. 83, n. 1, e0522014, 2016.

VILELA, D. R. *et al.* Qualidade interna e externa de ovos de poedeiras comerciais com cascas normal e vítrea, **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 17, n. 4, p. 509-518, 2016.

WANG, C.L. *et al.* Effect of *Cordyceps militaris* waster medium on production performance, egg traits and egg yolk cholesterol of laying hens. **Journal Poultry Science**, Taiwan, v. 52, n. 3, p. 188-196, 2015.

WASSER, S. P. Medicinal Properties and Clinical Effects of Medicinal Mushrooms. **Edible and Medicinal Mushrooms**, Kiev, v. 22, n.1, p. 503-540, 2017.

ZAGHI JÚNIOR, L. L. *et al.* Cryopreservation at -75 °C of *Agaricus subrufescens* on wheat grains with sucrose, **Brazilian Journal of Microbiology**, São Paulo, v. 49, n. 2, p. 370-377, 2018.

ZHANXI, L.; ZHANHUA, L. **Juncao technology**. Beijing: China Agricultural Sciencetech, 2001.

ZHOU, X. W. Cultivation of *Ganoderma lucidum*. **Edible and Medicinal Mushrooms**, Shanghai, v. 18, n.1, p. 385-413, 2017.