

<https://doi.org/10.31533/pubvet.v13n10a424.1-14>

Coprodutos de frutas e carboidrases na alimentação de aves: Revisão

Lorrayne Moraes de Paulo¹, Alison Batista Vieira Silva Gouveia^{2*}, Júlia Marixara Sousa da Silva², Weslane Justina da Silva³, Janaina Borges dos Santos⁴, Stéfane Alves Sampaio⁴, Elísio Marques de Almeida Júnior⁴, Karine Oliveira Costa⁴, Jiovanna Gonçalves de Sousa⁴, Fabricio Eumar de Sousa⁵, Fabiana Ramos dos Santos⁶, Cibele Silva Minafra⁶

¹Mestranda e ²Doutorandos do Programa de pós-graduação em zootecnia, Universidade Federal de Goiás, Escola de Veterinária e Zootecnia, Campus Samambaia, Goiânia, GO, Brasil.

³Mestra pelo Instituto Federal de Ciência e Tecnologia Goiano, Departamento de Zootecnia. Campus Rio Verde, GO, Brasil.

⁴Graduanda em zootecnia pelo Instituto Federal de Ciência e Tecnologia Goiano, Departamento de Zootecnia. Campus Rio Verde, GO, Brasil.

⁵Professor do Centro Universitário de Mineiros, UNIFIMES, Departamento de Agronomia, Mineiros, GO, Brasil.

⁶Professora do Instituto Federal de Ciência e Tecnologia Goiano, Departamento de Zootecnia. Campus Rio verde, GO, Brasil.

*Autor para correspondência, E-mail: alisonmestre28@gmail.com

Resumo. O Brasil é um dos principais produtores de frutas do mundo, e toda esta produção gera coprodutos com grande potencial nutricional para serem utilizados na alimentação de aves, contudo tais alimentos possuem fatores anti nutricionais como os polissacarídeos não amiláceos (PNA) que podem prejudicar o desempenho zootécnico destes animais. Uma forma de reduzir tais fatores é a utilização de enzimas exógenas como as carboidrases β -glucanase e xilanase, que podem quebrar estes polissacarídeos auxiliando na disponibilização de nutrientes e consequentemente na melhoria do desempenho. Esta revisão de literatura tem objetivo de evidenciar o potencial de utilização dos coprodutos da fruticultura na alimentação de aves, para isso são caracterizadas as principais frutas utilizadas nas dietas de frangos de corte, galinhas poedeiras e codornas, como também os efeitos provocados pelos polissacarídeos não-amiláceos presentes nestes coprodutos, assim como os benefícios da utilização de carboidrases como as β -glucanase e as xilanase na alimentação de aves.

Palavras chave: avicultura, codornas, enzimas exógenas, nutrição

Fruit co-products and carbohydrases in poultry feed: Review

Abstract. Brazil is one of the main fruit producers in the world, and all this production generates co-products with great nutritional potential to be used in the feeding of birds, however such foods have antinutritional factors such as non-starch polysaccharides (PNA) that can impair performance and therefore the use of exogenous enzymes such as carbohydrases (β -glucanase and xylanase), which can break these polysaccharides by helping to provide nutrients and consequently to improve performance. This literature review aims to highlight the potential of the use of fruit co-products in poultry feed, for which the main fruits used in the diets of broiler chickens, laying hens and quails, as well as the effects of non-commercial polysaccharides starches present in these co-products, as well as the benefits of using carbohydrases such as β -glucanase and xylanase in poultry feed.

Keywords: exogenous enzymes, nutrition, poultry farming, quail

Coprodutos de frutas y carboidrases en alimentos para aves: Revisión

Resumen. Brasil es un productor líder de frutas del mundo, y todo esta producción genera coprodutos con alto potencial nutricional para el uso en la alimentación de aves de corral,

sin embargo, este tipo de alimentos tienen factores anti-nutricionales tales como polisacáridos no amiláceos (PNA) que pueden perjudicar el rendimiento zootécnico de estos animales. Una forma de reducir estos factores es el uso de enzimas exógenas tales como carbohidrasas β -glucanasa y xilanasa, que pueden romper estos polisacáridos ayudando en el suministro de nutrientes y por consiguiente en un rendimiento mejorado. Esta revisión de literatura tiene como objetivo destacar el uso potencial de coproductos de la producción de fruta en la alimentación de aves de corral, para este se caracterizan las principales frutas utilizadas en las dietas de pollos de engorde, gallinas ponedoras y codornices, así como los efectos causados por los PNA presentes en estos coproductos, así como los beneficios de la utilización de carbohidrasas tales como β -glucanasa y xilanasa a la alimentación de aves.

Palabras clave: Aves, codornices, enzimas exógenas, nutrición

Introdução

O setor de avicultura é um dos que mais se destacam dentro da pecuária nacional. A produção de aves para corte e postura brasileira tem conquistado importância no cenário mundial de carne e ovos. Em 2017 foram produzidos no país 39. 923.119.357 milhões de ovos e 13,05 milhões de toneladas de carne de frango (ANUALPEC, 2019).

Por outro lado, segundo Teixeira et al. (2013) e Duarte et al. (2013) os custos com alimentação animal representam mais de 70% dos gastos de produção. Este problema pode ser ampliado por questões regionais referentes à produção dos principais insumos. Aliado a este motivo, Pereira et al. (2016) relatam que a competição com a dieta humana, eleva os custos dos ingredientes utilizados nas dietas aumentando o custo de produção e diminuindo o lucro do produtor. Segundo Andrade et al. (2015) a utilização de coprodutos ou subprodutos na alimentação animal auxilia em uma maior flexibilização na formulação das dietas pela disponibilidade e maior diversidade de alimentos, podendo proporcionar um maior consumo de nutrientes melhorando o desempenho. No entanto, existem algumas limitações quanto ao uso desses coprodutos ou subprodutos, pois alguns podem conter fatores antinutricionais, os quais são substâncias altamente tóxicas ou que podem alterar de alguma maneira na saúde do trato gastrointestinal, afetando o desempenho animal, provocando redução ou até mesmo a perda de toda produção, já que em alguns casos essas substâncias podem levar o animal ao óbito (Benevides et al., 2011).

As carbohidrasas, como β -glucanase e xilanase são capazes de aumentar a digestibilidade de compostos diversos como os polissacarídeos não amiláceos (PNAs). Assim, essas enzimas são de grande interesse para a sustentabilidade da cadeia produtiva, pois contribuem para maximizar a digestão dos componentes naturais das rações e reduzir as excreções para o ambiente, além de otimizar a alimentação animal (Abreu et al., 2018).

Diante do exposto, objetivou-se com esse estudo revisar o potencial da utilização de coprodutos de frutas utilizados na alimentação de aves, bem como o uso de carbohidrasas visando reduzir os efeitos dos polissacarídeos não amiláceos presentes nestes coprodutos.

Coprodutos da fruticultura na alimentação animal

As condições brasileiras são favoráveis para a produção de frutas durante todo o ano. Segundo a Associação Brasileira dos Produtores Exportadores de Frutas e Derivados (Abrafrutas) a produção em 2017 foi de aproximadamente 43,5 milhões de toneladas, com aumento previsto de 5% em 2018, alcançando o volume total de 45,6 milhões de toneladas produzidas (Kist et al., 2018).

O processamento agroindustrial de frutas no Brasil tem se consolidado, devido à demanda apresentada pelos mercados consumidores internos e externos, colaborando para o crescimento da fruticultura no Brasil. Esse avanço agroindustrial é benéfico ao setor pecuário, tendo em vista que a utilização dos subprodutos pelos animais reduz os prováveis impactos ambientais provocados por esses subprodutos, sendo considerada uma via de mão dupla, com ganhos para todos os setores envolvidos (Barreto et al., 2014). Muitos alimentos alternativos são subprodutos ou resíduos do processamento de frutas, alimentos e indústrias de biocombustíveis (Daudu et al., 2014). Segundo Lopes et al. (2011) e Vieira et al. (2017) os subprodutos e resíduos agroindustriais de frutas têm mostrado ser de grande

importância para a alimentação de aves, proporcionando uma menor poluição ambiental, bem como, diminuição dos custos de produção sem afetar o desempenho. A utilização desses resíduos pode trazer benefícios para a composição das dietas, porém ainda são necessários estudos em não ruminantes, análises econômicas, consumo de nutrientes, de digestibilidade e comportamento ingestivo para indicar com precisão a eficiência da utilização desse subproduto (Diniz et al., 2014).

De acordo com Amorim et al. (2015), a avaliação bromatológica do coproduto antes da sua utilização na ração é necessária juntamente com a avaliação da eficiência econômica, pois estes alimentos não são padronizados e contém grandes variações de nutrientes. Vários subprodutos da indústria da fruticultura, já foram testados na alimentação de aves, principalmente nas rações de frangos de corte e poedeiras como a uva, manga, caju, maracujá e abacaxi.

Durante o processamento das frutas há origem de diferentes subprodutos, sendo necessários mais estudos para se indicar o valor nutricional de cada resíduo, fatores antinutricionais, bem como a sua concentração na dieta (Nunes et al., 2009), sempre visando diminuir os prejuízos no desempenho zootécnico dos animais bem como no produto final.

Coproductos da uva

De acordo Kist et al. (2018) no ano de 2017 foi produzido no Brasil 1.680.020 toneladas de uvas, uma alta de 70,7%, em parte, devido à queda brusca da safra de 2016, provocada pelo clima adverso. A produção de vinho e suco de uva geram diversos subprodutos que podem representar um avanço interessante no equilíbrio ambiental e também na reavaliação econômica da matéria prima que poderão ser utilizadas na alimentação animal (Brenes et al., 2008). Rotava et al. (2008) verificaram que a inclusão de subprodutos da uva em níveis elevados reduz os teores triglicérides plasmáticos e a deposição de gordura abdominal em carcaças de frango de corte, mas não influenciou as demais variáveis bioquímicas. Neste mesmo ano, Brenes et al. (2008) concluíram que o concentrado de bagaço de uva e rico em polifenóis podendo apresentar antioxidantes de grande interesse para a nutrição animal. Em seu trabalho com farelo de uva em dietas de frangos de corte, Ebrahimzadeh et al. (2018) concluíram que a suplementação ao nível de 10% não influencia no desempenho zootécnico das aves, aumenta a resposta imunológica e reduz o custo da dieta por kg de peso vivo. Usando a concentração de 10 g/kg Aditya et al. (2018) verificaram redução do colesterol sérico e melhoria dos parâmetros de qualidade da carne, não afetando no desempenho, digestibilidade dos nutrientes e características de carcaça de frangos de corte.

Brenes et al. (2010) concluíram que o extrato da semente de uva e rico em polifenóis pode representar uma fonte eficiente de antioxidantes na dieta de frangos de corte. Utilizando também o extrato da semente da uva na alimentação de frangos de corte, Farahat et al. (2017) concluíram este pode ser utilizado como suplemento alimentar para frangos de corte de um e 42 dias idade, melhorando seu status antioxidante, e sua resposta imune e qualidade da carne. Na alimentação de poedeiras com dietas contendo 1350 mg/kg do extrato da semente de uva, Kaya et al. (2014) concluíram que houve melhora na produção de ovos, unidade Haugh e o status antioxidante dos ovos. Incluindo bagaço de uva Kara et al. (2016), concluíram que a suplementação aos níveis de 4% e 6% não causam efeitos adversos no desempenho e na qualidade dos ovos, no entanto, pode melhorar a vida útil do ovo, reduzindo a concentração de malondialdeído na gema de ovo.

Estes coprodutos oriundos do processamento da uva têm grande potencial para a alimentação de codornas em postura, e com isso pesquisas estão sendo realizadas para verificar a ação destes alimentos alternativos. Fróes et al. (2018) concluíram que a utilização da farinha de uva na dieta de codornas japonesas em postura ao nível 3,2% melhorou a pigmentação da gema, demonstrando a eficiência deste subproduto como um pigmentante natural. Já a inclusão ao nível de 4,2% da farinha aumentou o peso das gemas.

Coproductos do caju

O cultivo e a comercialização do caju, também conhecido como cajucultura, vêm sendo bastante difundido no Brasil, principalmente no Nordeste, tanto por ser uma atividade agrícola mais propícia às regiões de climas quente e seco, quanto ser um fruto fornecedor de matéria prima para a fabricação de vários coprodutos (Alencar et al., 2018).

No beneficiamento do caju além do suco, a castanha de caju gera o farelo da castanha do caju (FCC) é um produto com grande potencial para ser utilizado na alimentação de aves (Freitas et al., 2006). De acordo com Onifade (1999), o farelo da castanha do caju pode ser considerado uma fonte moderada de proteína, excelente fonte de energia, por apresentar elevado teor de gordura, apresentando baixo incremento calórico, podendo ser incluído na alimentação de aves. Utilizando o FCC na alimentação de poedeiras marrons, Cruz et al. (2015) concluíram que a suplementação deve ser apenas em um nível de até 10% nas rações. Contudo na alimentação de frangos de corte (Freitas et al., 2006) concluíram que a inclusão do farelo da castanha do caju pode ser incluída ao nível de 10%, pois melhora o ganho de peso e a conversão alimentar. Este coproduto também vem sendo testado na alimentação de codornas, de acordo com Fernandes et al. (2016a) o farelo da castanha do caju pode ser utilizado em níveis de até 250 g / kg em dietas de codornas de corte, sem prejudicar o desempenho ou as características de carcaça. Níveis mais elevados de inclusão do FCC em rações para codornas foram relatados por Farias et al. (2017), onde concluíram que a inclusão ao nível de 25% pode ser realizada sem causar problemas ao desempenho, características de carcaça e parâmetros de qualidade óssea.

Além do farelo da castanha do caju, outros coprodutos são gerados do beneficiamento desta fruta, um destes é a polpa do caju desidratado (PCD). De acordo com Ramos et al. (2007) a polpa do caju desidratada apresenta em sua composição química, níveis variados de tanino, que interfere no aproveitamento da proteína e energia dos alimentos. Também possui níveis de fibra bruta, considerados elevados para não ruminantes. Segundo Ramos et al. (2006) a inclusão de até 15% de polpa de caju desidratada em rações para frangos de corte em crescimento não interfere no consumo de ração, no ganho de peso e nas principais características de carcaça das aves. Contudo, a conversão alimentar, a renda bruta média e a margem bruta média de renda decrescem com o incremento da polpa de caju desidratada em rações para frangos de corte na fase final. Portanto, o uso de PCD em rações para frango de corte depende do preço desse coproduto em relação ao ingrediente convencional (milho) e ao do óleo vegetal utilizado na formulação da ração.

Bhamare et al. (2016) concluíram que os resíduos oriundos do beneficiamento do caju são boas fontes de energia e proteína podem ser incluídas em dietas de frangos de corte no nível entre 5 % e 20%, sendo que níveis mais altos de inclusão, podem resultar em inibição significativa no crescimento. A presença de fatores anti-nutricionais e níveis mais altos de polissacarídeos não-amiláceos presentes nos resíduos de caju podem ser a provável razão para a diminuição do desempenho zootécnico.

Coprodutos do maracujá

A produção brasileira de maracujá corresponde 9,3% do total de frutas do país, sendo que em 2017 foram produzidas 703.489 toneladas da fruta (Kist et al., 2018). Segundo Oliveira et al. (2002) os principais subprodutos da extração do suco de maracujá são as cascas e as sementes resultantes de seu processamento, que correspondem de 65 a 70% do peso total do fruto. A destinação imprópria para os resíduos do processamento do maracujá, cultivado em larga escala em quase todo o Brasil, a quantidade de resíduos (cascas mais sementes) por toneladas de suco processado é bastante expressiva, surgindo há necessidade de buscar soluções para o aproveitamento destes resíduos seja na alimentação humana ou animal (Ishimoto et al., 2007).

O coproduto do maracujá demonstra ser uma nova alternativa de ingrediente, especialmente em regiões com considerável produção desta fruta. Esses coprodutos apresentam excelente potencial para uso na alimentação animal e podem minimizar o impacto ambiental da produção de suco (Zanetti et al., 2016; Zanetti et al., 2018). De acordo com Togashi et al. (2007) e Togashi et al. (2008) frangos de corte alimentados com sementes e cascas de maracujá obtiveram melhora na conversão alimentar, as aves apresentaram aumento significativo nos níveis de ácidos graxos insaturados, tanto da família ômega 3 como da ômega 6, nos músculos das pernas; porém, a deposição de ácidos graxos saturados foi reduzida nos músculos do peito e da perna, assim como a redução dos teores de colesterol no peito e na perna. Utilizando sementes do maracujá na alimentação de frangos de corte, Zanetti et al. (2018) concluíram que nos períodos de um a 21 e de um a 42 dias, em níveis de até 5,0% da semente de maracujá não influenciou o desempenho, rendimento de carcaça, parâmetros sanguíneos, morfometria intestinal e qualidade da carne. Na alimentação de poedeiras a semente de maracujá pode ser incluída na dieta de em um nível de até 5,0% sem comprometer o desempenho produtivo das aves e 12,5% para melhorar a

qualidade dos ovos este nível reduz a oxidação lipídica da gema aumentando a vida útil dos ovos (Zanetti et al., 2016).

Utilizando o farelo de sementes de maracujá na dieta de codornas de corte Fachinello et al. (2016) verificaram que os constituintes destes subprodutos são a energia bruta (5.567 kcal kg⁻¹), proteína bruta (11,3%), extrato etéreo (18,8%) e fibra em detergente neutro (50,2%) e sua AME (2.976 kcal kg⁻¹) e AMEn (2.939 kcal kg⁻¹), o que mostra que este subproduto é um alimento alternativo que pode ser utilizado na alimentação de codornas de corte.

Coproductos da manga

O bom desempenho no mercado interno e externo ao longo de 2017 é comemorado pela cadeia produtiva de mangas no Brasil. Internamente, o volume comercializado da fruta cresce todos os anos, enquanto os embarques somam recorde de exportação, tanto em volume quanto em receita. A produção nacional de manga foi de 1.002.189 toneladas produzidas em 2016 em uma área colhida de 61.842 hectares (Kist et al., 2018). Os subprodutos da manga são gerados quando suas características físico-químicas não atendam a necessidade do mercado ou após o processamento para a fabricação de suco. No entanto, quando os frutos inteiros que não atingem essas características acabam sendo desperdiçados, a partir disto passa a se pensar no aproveitamento total desse tipo de fruta gerando um rendimento extra ao produtor de manga, como sendo utilizada na produção de rações animais (Araújo et al., 2016). De acordo com Larrauri et al. (1996) após o processamento agroindustrial, 28 a 60% do peso total da fruta é descartado na forma de resíduos, que inclui cascas e caroços, que são praticamente inviáveis de serem utilizados na alimentação animal na forma in natura, devido à resistência do endocarpo. As proporções de cascas e caroços da manga podem variar de 20 a 30% e de 10 a 30%, respectivamente.

O resíduo oriundo do processamento da manga torna-se uma fonte potencial de antioxidantes que podem ser utilizados na substituição de antioxidantes sintéticos ou para a elaboração de alimentos funcionais ou fitoterápicos (Cavalcanti et al., 2011). As cascas e amêndoas da semente da manga tornam-se opções interessantes para a alimentação animal, pois apresentaram concentrações de proteínas, fibras, lipídeos e, especialmente, ácidos graxos insaturados (Vieira et al., 2010).

De acordo com Vieira et al. (2008) frangos de corte alimentados com dietas contendo até 5,0% de farelo do resíduo de manga (FRM) não tiveram seu ganho de peso e conversão alimentar afetados em nenhuma das fases. Utilizando os níveis de 5,0% e 7,5% do farelo na alimentação de frangos de corte nos períodos de 14, 28 e 42 dias de idade, Vieira et al. (2016) concluíram que houve redução nos teores de VLDL-C, LDL-C e triacilgliceróis totais. Esta redução pode servir como indicador de melhoria nas condições metabólicas das aves. Orayaga et al. (2015) concluíram que ao nível de 10% de farelo do resíduo da manga nas dietas de frangos de corte não influenciou o desempenho de crescimento das aves. O farelo do resíduo da manga pode ser usado como um recurso na alimentação de frangos de corte. No entanto, é recomendado que o nível ótimo de inclusão FRM pudesse ser determinado entre 10% e 15%. Segundo Freitas et al. (2015) o extrato de semente da manga a uma concentração de 400 ppm é mais eficaz do que os tratamentos antioxidantes tradicionais, pois reduz a oxidação lipídica e auxilia na manutenção da cor da carne de frangos de corte. Zhang et al. (2017) concluíram que as saponinas de manga podem ser utilizadas como aditivo alimentar para frangos de corte e o nível suplementar de 0,28% na dieta pode melhorar o desempenho, a qualidade da carne e o metabolismo lipídico plasmático.

Na alimentação de poedeiras, Freitas et al. (2013) concluíram que a adição de antioxidante sintético ou dos extratos etanólicos de manga não afeta o desempenho e melhora a qualidade do albúmen e a estabilidade lipídica dos ovos. O extrato etanólico de caroço de manga é mais eficiente do que o de casca, em retardar a oxidação lipídica de ovos armazenados por até 60 dias.

Coproductos do abacaxi

Em 2017, o país colheu mais de 70 mil hectares de abacaxi, com uma produção estimada de 1,7 milhão de frutos (Kist et al., 2018). A indústria agrícola produz uma grande quantidade de resíduos com potencial nutricional quando tratados adequadamente para consumo animal.

O resíduo da industrialização do abacaxi e os restos de cultura estão entre os subprodutos que apresentam altos teores energéticos e ótimos teores de palatabilidade, tendo boa aceitação pelos animais

(Lallo et al., 2003; Prado et al., 2003). Segundo Rahman & Yang (2018) a suplementação com pó de folhas de abacaxi melhora o desempenho dos frangos, reduz conversão alimentar e equilibra a população microbiana do intestino. Os parâmetros hematológicos e bioquímicos séricos indicam que essa suplementação não tem efeitos deletérios. Portanto, pode ser considerado um alimento alternativo na indústria de frangos de corte.

Coprodutos da laranja

A produção total de laranja em 2017 foi estimada em 18,7 milhões de toneladas, mesmo com recuo de 4,4% na área colhida o clima favorável e medidas voltadas ao controle de doenças contribuíram para o desenvolvimento dos laranjais e para a obtenção de frutos de maior peso, o que se refletiu em produtividade de 29.641 quilos por hectare (Kist et al., 2018).

A indústria de suco de laranja no país produz cerca de 50% de bagaço que corresponde ao subproduto da fruta. Este subproduto é obtido após duas prensagens que restringe a umidade em torno de 65 a 75%, depois à secagem, da qual resulta até 90% de matéria seca (Pinheiro et al., 2000; Prado et al., 2000; Rego et al., 2012). Esta produção gera um volume muito grande de polpa cítrica coproduto oriundo da produção de suco, com grande potencial na nutrição de aves, além de reduzir os problemas gerados pela eliminação incorreta destes coprodutos provenientes do processamento de frutas (Togashi et al., 2008). A polpa cítrica é um alimento de alto teor energético, de expressivo valor econômico, para alimentação animal (Pinheiro et al., 2000; Prado et al., 2000; Rego et al., 2012). Devido ao alto teor de carboidratos solúveis e pectinas que atribui à polpa cítrica uma maior digestibilidade das frações fibrosas (Branco et al., 1994; Ítavo et al., 2000a; Ítavo et al., 2000b; Pinheiro et al., 2000). Este coproduto desperta o interesse também do setor avícola.

Aliada a essas características nutricionais, a época de produção da polpa cítrica é favorável, tendo início em maio e término em janeiro, abrangendo justamente a entressafra de grãos como o milho e o período de escassez de forragem. Dessa forma, quando o milho atinge a cotação máxima e os pastos níveis mínimo de utilização, a polpa cítrica representa uma forma de suplementação energética para os animais nessa época do ano (Rodrigues et al., 2011). Segundo López et al. (2010) a polpa cítrica tem sido usada tradicionalmente para nutrição de ruminantes, fertilizantes, extração de óleos essenciais, extração de pectina, produção de enzimas industriais e produção de proteína de célula única.

A polpa cítrica compreende 42% do total da fruta, sendo seu valor nutricional para a alimentação animal é alto, semelhante aos grãos, com 83 a 88% de nutrientes digestíveis totais (NDT), 6 a 7% de proteína bruta (PB), 23 a 28% de fibra insolúvel em detergente neutro (FDN), 22 a 32% de fibra insolúvel em detergente ácido (FDA), 3 a 4% de lignina (Ítavo et al., 2000b; Pinheiro et al., 2000; Prado et al., 2000; Rego et al., 2012).

Goliomytis et al. (2018) avaliando o desempenho de poedeiras da linhagem Lohmann Brown concluíram que a polpa de laranja desidratada afeta de forma negativa o desempenho das aves, reduzindo o percentual de postura e o consumo de ração, aumentando a conversão alimentar, no entanto a polpa de laranja desidratada melhorou a estabilidade oxidativa dos ovos, aumentando seu tempo de prateleira. Segundo Florou-Paneri et al. (2001) o desempenho de codornas japonesas não é afetado pela inclusão ao nível de 6 % de polpa cítrica desidratada, contudo a densidade dos ovos de codornas japonesas foi influenciada com a inclusão da polpa cítrica desidratada.

De acordo com Silva et al. (2012) os níveis de pectina extraída da polpa cítrica na ração afetam o tempo de trânsito intestinal, o teor de umidade das excreções e a digestibilidade da ração, de acordo com a fase de desenvolvimento do frango. A viscosidade intestinal aumenta à medida que aumenta a ingestão de pectina. O tempo de trânsito intestinal e a viscosidade intestinal influenciam mais a digestibilidade da ração no crescimento do que na fase inicial. Portanto, a adição de pectina na ração melhora a utilização de energia dos frangos de corte na fase inicial.

Polissacarídeos não amiláceos

As dietas utilizadas na alimentação de aves utilizam principalmente milho e farelo de soja como fonte principal de energia e proteína. Contudo esses alimentos oferecem constituintes que não são digeríveis pelas aves, representados pelos polissacarídeos não amiláceos e o ácido fítico (Fortes et al., 2012).

Segundo Hetland et al. (2004) um dos desafios na alimentação de aves é a utilização da fração de fibra na dieta, que é considerada como um nutriente diluente ou antinutriente, dependendo da sua solubilidade. Cereais e leguminosas que compõem a maior parte das dietas de aves contêm uma quantidade significativa de fibra. Além da fibra da alimentação, as aves domésticas alojadas em sistemas de piso podem ingerir com os materiais de cama do chão.

Os polissacarídeos não amiláceos fazem parte da parede celular e consistem principalmente de pentoses, rafinose, estaquiose e sacarose, encontradas nas sementes de oleaginosas como também os beta-glucanos que se encontram em altas concentrações na cevada e aveia e pentosanas como as arabinoxilanas, que são encontradas no trigo, triticale e centeio. Compreendem uma ampla classe de polissacarídeos como celulose, hemicelulose, quitina e pectinas que dependendo de suas concentrações modificam o tempo de permanência do alimento no trato digestivo e dessa maneira afetam a digestibilidade de nutrientes e consequentemente podem diminuir o desempenho do animal. Devido à natureza das cadeias de ligações das unidades de açúcares que são resistentes a hidrólise no trato gastrointestinal dos animais monogástricos, estes não podem ser degradados por enzimas endógenas (Campestrini et al., 2005).

A fração fibrosa dos alimentos pode ser degradada pela ação de bactérias presentes no intestino grosso. A contribuição energética depende em grande parte do hábito alimentar e da natureza da fibra. A fermentação dos carboidratos por microrganismos produz ácidos graxos de cadeia curta e ATP que são absorvidos pela mucosa intestinal e aproveitados como fonte de energia pelas aves (Bertechini, 2012). A presença dos polissacarídeos não amiláceos solúveis no lúmen intestinal aumentam a viscosidade da digesta em razão da formação de polímeros ou géis com a água, comprometendo a digestão e a absorção dos nutrientes, por dificultar a ação das enzimas digestivas e a difusão das substâncias relacionadas com a digestão e absorção (Opalinski et al., 2010).

De acordo com Saki et al. (2011) os vários níveis de polissacarídeos não amiláceos solúveis alteram diferentemente traços de carcaça e órgãos viscerais. Estas alterações podem ser atribuídas a diferentes condições que surgem devido a interações de fibras solúveis e insolúveis no trato gastrointestinal. E que ocorrem mudanças na carcaça e órgãos em relação à abordagem fisiológica para efeitos mínimos de polissacarídeos não amiláceos solúveis.

Enzimas na alimentação animal

As enzimas podem ser produzidas por organismos vivos, como fungos e bactérias, são catalisadores biológicos, em sua maioria de origem proteica que catalisam a maioria das reações no organismo do animal (Rodrigues et al., 2015; Ruiz et al., 2008). De acordo com Gomes et al. (2016) e Silva et al. (2018) o uso da biotecnologia, por meio da utilização de enzimas exógenas ou complexos enzimáticos na nutrição de monogástricos, tem como principal objetivo melhorar o desempenho zootécnico, aumentando as características nutricionais das rações, aumentando a digestibilidade e reduzindo a excreção de nutrientes no ambiente. A suplementação dietética de enzima na indústria avícola tem evoluído nos últimos anos de uma trilha para uma ciência mais precisamente direcionada, baseada no aumento do conhecimento dos fatores antinutricionais dos ingredientes utilizados e no retardamento do efeito adverso provocados por tais fatores (Munir & Maqsood, 2013; Zarghi, 2018).

O conhecimento sobre cada enzima, limitações de uso, mecanismo de ação, idade do animal e variabilidade dos ingredientes utilizados na fabricação das rações devem ser considerados no momento da escolha da enzima a ser utilizada, sob risco de imprecisão dos resultados ou mesmo respostas ambíguas (Cardoso et al., 2010). Segundo Valadares et al. (2016) as principais enzimas disponíveis no mercado são as carboidrases, proteases e fitases. As quais são utilizadas para realizar a quebra do amido e de polissacarídeos complexos que são de extrema importância na nutrição avícola. Andrade et al. (2018) e Sitanaka et al. (2018) relatam que o uso de enzimas exógenas reduz a quantidade de resíduos não digeridos que chega ao intestino grosso, como consequência do melhor uso destes nutrientes no intestino delgado, pois estas enzimas atuam nas paredes celulares dos polissacarídeos não amiláceos, melhorando a digestibilidade dos componentes proteicos e energéticos da ração.

Abdulla et al. (2017) observaram que a utilização de complexo multienzimático contendo as enzimas como xilanase, tanase e pectinase é altamente eficaz na melhoria da utilização dos nutrientes pelas aves,

aumentando sua eficiência alimentar e disponibilizando mais energia, pois, é o efeito sinérgico das atividades enzimáticas em componentes específicos presentes nas rações que melhoram os índices zootécnicos dos animais (Cardoso et al., 2010). Bayram et al. (2008) concluíram que a suplementação de xilanase bacteriana na dieta à base de milho e farelo de soja para codornas japonesas em postura, auxilia na economia no conteúdo energético da ração, ao nível de 3%.

Carboidrases

As enzimas carboidrases catalisam a degradação de carboidratos, hidrolisando as ligações glicosídicas entre monossacarídeos formadores de oligossacarídeos ou polissacarídeos (Fortes et al., 2012). O uso de carboidrases tem sido adotado nas rações para hidrolisar os polissacarídeos não amiláceos, aumentando a digestibilidade de ingredientes fibrosos, melhorando o aproveitamento de energia, tanto da estrutura fibrosa dos PNA's insolúveis como do gel viscoso formado pelos PNA's solúveis (Ferreira et al., 2015).

De acordo com Silva et al. (2016) os fatores antinutricionais contidos nos coprodutos de frutas podem ser reduzidos pelas carboidrases adicionadas à alimentação, tornando os nutrientes que não seriam utilizados acessíveis à absorção intestinal das aves. A decisão do uso de enzimas depende do tipo de ingrediente utilizado e da relação custo benefício que a suplementação enzimática poderá acarretar. A suplementação de enzimas pode, portanto, melhorar o valor produtivo dos alimentos e permitir maior flexibilidade na formulação das dietas, diminuindo o custo e conservando os parâmetros nutricionais da alimentação.

β -glucanase

De acordo com Wood et al. (1994) as glucanas são polissacarídeos lineares, não ramificados, compostos por unidades de beta-glucanas, unidas por ligações (1 $\rightarrow$ 3) e (1 $\rightarrow$ 4) cuja irregularidade molecular se reflete na sua propriedade de solubilidade em água. Fazem parte das paredes celulares dos grãos, com concentração aumentada na camada sub-aleurona, endosperma amiláceo e camada aleurona. De acordo com Tachibana et al. (2010) os principais efeitos provocados pelos β -glucanos e arabinosilanos e o aumento da viscosidade ou encapsulação, porém é necessário apenas uma pequena ruptura na parede celular do substrato para que haja ação das enzimas.

Segundo Orlandelli et al. (2012) as enzimas β -glucanases são utilizadas na alimentação animal, visando aumentar a digestibilidade dos β -glucanos presentes em vários alimentos que compõem as dietas de aves comerciais. Pois os β -glucanos presentes nos alimentos que compõem as dietas de codornas fazem com que estes animais eliminem fezes mais líquidas, tendo um maior acúmulo sobre a cama e aumentando o teor amoníaco das fezes excretas (Brenes & Roura, 2010).

Fernandes et al. (2016b) concluíram que a adição de β -glucanases e xilanase na alimentação de frangos de corte demonstra que a atividade enzimática em dietas à base de sorgo e farelo de soja foi suficiente para influenciar o desempenho de frangos de corte aos 47 dias. A utilização destas enzimas aumenta o processo de digestão enzimática no trato gastrointestinal, resultando em um aumento de pelo menos 50 kcal de EM kg⁻¹ até o abate, o que permite a formulação de dietas com menores teores energéticos.

Xilanase

Segundo Haltrich et al. (1996) e Stroparo et al. (2012), as xilanases são capazes de degradar a xilana, a principal hemicelulose da parede celular dos vegetais, estas enzimas hidrolisam as ligações glicosídicas internas ao longo da cadeia da xilana, promovendo a liberação de xilo oligossacarídeos de vários tamanhos, podem ser produzidas por uma variedade de microrganismos, sendo os maiores produtores os fungos filamentosos. O princípio da utilização da enzima xilanase nas dietas de codornas japonesas é pela degradação do principal polissacarídeo que faz parte da constituição do complexo hemicelulósico das plantas e consiste em uma cadeia principal unida por ligações β -1,4-glicosídicas (Baratto et al., 2011), que se encontra presente nos principais ingredientes das dietas comerciais.

Os polissacarídeos não amiláceos que são representados pela pectina, celulose, lignina, arabinosilanas (pentoses) e glucanos. As frações solúveis dos arabinosilanas e dos glucanos presentes

nos cereais que são a principal fonte de energia na alimentação animal são de grande importância, pois interferem na capacidade de utilização dos nutrientes da dieta (Classen, 1996). De acordo com Brito et al. (2008) a presença de PNAs no trato gastrointestinal provoca o aumento do quimo, reduzindo a ação enzimática realizada pelas enzimas digestivas, ocorre também a diminuição do tempo de passagem do alimento ao longo do trato digestivo interferindo na absorção de nutrientes, o que impacta diretamente na digestibilidade das aves e consequentemente promove redução no desempenho.

Efeitos secundários do aumento na viscosidade da dieta podem acontecer, como a modificação da estrutura e função do intestino e outros órgãos das aves, caracterizando aumento do peso e da atividade secretória do pâncreas, fígado e intestino. Segundo Zarghi (2018), a aplicação da enzima xilanase em dietas para aves é mais comumente utilizada quando as rações são compostas por alimentos trigo, centeio e triticale, porém, a utilização desta enzima pode ser uma alternativa para a suplementação em dieta formulada com subprodutos agroindustriais.

Considerações finais

Atualmente vários coprodutos gerados pelo processamento de frutas são utilizados na alimentação de aves, e vários outros têm potencial para serem inseridos na alimentação animal, principalmente por suas características nutricionais como por sua disponibilidade. Contudo, deve-se atentar aos fatores antinutricionais que cada coproduto possui e como a utilização de carboidratos pode auxiliar na melhoria do desempenho e digestibilidade ou de outros parâmetros produtivos de cada ave, assim como no produto final.

Referências bibliográficas

- Abdulla, J. M., Rose, S. P., Mackenzie, A. M. & Pirgozliev, V. R. (2017). Feeding value of field beans (*Vicia faba* L. var. minor) with and without enzyme containing tannase, pectinase and xylanase activities for broilers. *Archives of Animal Nutrition*, 71(2):150-164.
- Abreu, M. T., Fassani, E. J., Silveira, M. M. B. M. & Viveiros, M. P. (2018). Complexo enzimático à base de xilanase, β -glucanase e fitase em rações para poedeiras comerciais leves em pico de produção. *Boletim de Indústria Animal*, 75:17-24.
- Aditya, S., Ohh, S.-J., Ahammed, M. & Lohakare, J. (2018). Supplementation of grape pomace (*Vitis vinifera*) in broiler diets and its effect on growth performance, apparent total tract digestibility of nutrients, blood profile, and meat quality. *Animal Nutrition*, 4(2):210-214.
- Alencar, N. S., Gonçalves, J. F., Oliveira, E. A. F., Lucena, T. C. & Sousa, R. M. (2018). Produção da castanha de caju nas microrregiões do Ceará no período de 1993 a 2016. *Revista Eletrônica Competências Digitais para Agricultura Familiar*, 4(1):103-116.
- Amorim, A. F., Silva, G. F., Rodrigues, K. F., Sousa, J. P. L. & Soares, J. A. R. (2015). Subprodutos utilizados na alimentação de frangos de corte. *PUBVET*, 9(5):195-251.
- Andrade, T. S., Nunes, R. V., Wachholz, L., Silva, I. M. & Freitas, D. M. (2018). The effect of exogenous enzymes on the performance and digestibility of nutrients in broiler. *Semina: Ciências Agrárias*, 39(2):711-718.
- Andrade, T. V., Santos, R. N. V., Santos, C. B., Araújo, D. J., Brulino, D. S. & Moura, M. V. T. P. (2015). Tanino em resíduos e subprodutos alimentares para a alimentação animal. *Revista Eletrônica Nutritime*, 12:4230-4236.
- ANUALPEC. (2019). *Anuário da Pecuária Brasileira* (20th ed. Vol. 1). São Paulo, São Paulo, Brasil: Instituto FNP.
- Araújo, L. F., Aguiar, E. M., Silva, I. C. B., Xavier, G. A. M. & Bezerra, M. C. (2016). Utilização de subprodutos da manga como alimentos alternativos na dieta dos animais: revisão de literatura. *Revista Eletrônica Nutritime*, 13:4627-4636.
- Baratto, C. M., Salomoni, S. P., Costa, R., Oliveira, C. B. & Locatelli, G. O. (2011). Seleção de microrganismos produtores de enzimas hidrolíticas isolados da região do meio oeste de Santa Catarina, Brasil. *Evidência*, 11(2):15-28.

- Barreto, H. F. M., Lima, P. O., Souza, C. M. S., Moura, A. A. C., Alencar, R. D. & Chagas, F. P. T. (2014). Uso de coprodutos de frutas tropicais na alimentação de ovinos no semiárido do Brasil. *Archivos de Zootecnia*, 63(241):117-131.
- Bayram, I., Cetingul, I. S., Akkaya, A. B. & Uyarlar, C. (2008). Effects of bacterial xylanase on egg production in the laying quail (*Coturnix coturnix japonica*) diets based on corn and soybean meal. *Archiva Zootechnica*, 11(3):69-74.
- Benevides, C. M. J., Souza, M. V., Souza, R. D. B. & Lopes, M. V. (2011). Fatores antinutricionais em alimentos: revisão. *Segurança Alimentar e Nutricional*, 18(2):67-79.
- Bertechini, A. G. (2012). *Nutrição de monogástricos* (2 ed. Vol. 1). Lavras: Universidade Federal de Lavras.
- Bhamare, K. S., Dildeep, V., Senthil, M. S. & Chavan, S. J. (2016). Nutritive evaluation of cashew apple waste in broilers. *International Journal of Science and Nature*, 7629-632.
- Branco, A. F., Zeoula, L. M., Prado, I. N., Baccarin, A. E., Surita, C. S. & Santos, G. T. (1994). Valor da polpa de citrus *in natura* para ruminantes. *Revista UNIMAR*, 16(1):37-48.
- Brenes, A., Montoro, A. V., Cambrodón, I. G., Centeno, C., Calixto, F. S. & Arija, I. (2010). Effect grape seed extract on growth performance, protein and polyphenol digestibilities, and antioxidant activity in chickens. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 8(2):326-333.
- Brenes, A. & Roura, E. (2010). Essential oils in poultry nutrition: Main effects and modes of action. *Animal Feed Science and Technology*, 158(1):1-14.
- Brenes, A., Viveros, A., Goñi, I., Centeno, C., Sayago-Ayerdy, S. G., Arija, I. & Saura-Calixto, F. (2008). Effect of grape pomace concentrate and vitamin E on digestibility of polyphenols and antioxidant activity in chickens. *Poultry Science*, 87(2):307-316.
- Brito, M. S., Oliveira, C. F. S., Silva, T. R. G., Lima, R. B., Morais, S. N. & Silva, J. H. V. (2008). Polissacarídeos não amiláceos na nutrição de monogástricos–revisão. *Acta Veterinaria Brasilica*, 2(4):111-117.
- Campestrini, E., Silva, V. T. M. & Appelt, M. D. (2005). Utilização de enzimas na alimentação animal. *Revista Eletrônica Nutritime*, 2(6):254-267.
- Cardoso, D. M., Lara, L. J. C., Miranda, D. J. A., Pompeu, M. A., Machado, A. L. C. & Matias, C. F. Q. (2010). Uso de enzimas exógenas na avicultura: uma visão crítica. *Boletim de Indústria Animal*, 67(2):191-198.
- Cavalcanti, M. T., Silva, V. C., Costa, T. S., Florencio, I. M. & Florentino, E. R. (2011). Obtenção do amido do endocarpo da manga para diversificação produtiva na indústria de alimentos. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, 6(5):80-83.
- Classen, H. L. (1996). Cereal grain starch and exogenous enzymes in poultry diets. *Animal Feed Science and Technology*, 62(1):21-27. doi: [https://dx.doi.org/10.1016/S0377-8401\(96\)01002-4](https://dx.doi.org/10.1016/S0377-8401(96)01002-4).
- Cruz, C. E. B., Freitas, E. R., Xavier, R. P. d. S., Fernandes, D. R., Nascimento, G. A. G. & Watanabe, P. H. (2015). Cashew nut meal in the feeding of brown laying hens. *Ciência e Agrotecnologia*, 39(1):68-74.
- Daudu, O. M., Sani, R. U., Adedibu, I. I., Ademu, L. A., Bawa, G. S. & Olugbemi, T. S. (2014). Effect of sweet orange fruit waste diets and acidifier on haematology and serum chemistry of weanling rabbits. *Journal of Veterinary Medicine*, 20141-5.
- Diniz, T. T., Granja-Salcedo, Y., Oliveira, E. M. Z. & Viegas, C. R. (2014). Uso de subprodutos da bananicultura na alimentação animal. *Revista Colombiana de Ciencias Animal*, 6(1):194-212.
- Duarte, C. R. A., Murakam, A. E., Mello, K. S., Picoli, K. P., Garcia, A. F. Q. M. & Ferreira, M. F. Z. (2013). Casca de soja na alimentação de codornas. *Semina: Ciências Agrárias*, 34(6):3057-3067.
- Ebrahimzadeh, S. K., Navidshad, B., Farhoomand, P. & Aghjehgheshlagh, F. M. (2018). Effects of grape pomace and vitamin E on performance, antioxidant status, immune response, gut morphology and histopathological responses in broiler chickens. *South African Journal of Animal Science*, 48(2):324-336.

- Fachinello, M. R., Pozza, P. C., Furlan, A. C., Paula, V. R. C., Bonagurio, L. P., Marcato, S. M. & Huepa, L. M. D. (2016). Nutritional evaluation of passion fruit seed meal for meat quails. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, 17(2):202-213.
- Farahat, M. H., Abdallah, F. M., Ali, H. A. & Hernandez-Santana, A. (2017). Effect of dietary supplementation of grape seed extract on the growth performance, lipid profile, antioxidant status and immune response of broiler chickens. *Animal*, 11(5):771-777.
- Farias, N. N. P., Freitas, E. R., Xavier, R. P. d. S., Braz, N. d. M., Souza, D. H. & Tavares, T. C. L. (2017). Cashew nut meal subjected to prolonged storage for quail feeding. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 46(7):576-583.
- Fernandes, D. R., Freitas, E. R., Watanabe, P. H., Filgueira, T. M. B., Cruz, C. E. B., Nascimento, G. A. J. & Nascimento, E. R. M. (2016a). Cashew nut meal in the feeding of meat quails. *Tropical Animal Health and Production*, 48(4):711-717.
- Fernandes, E. A., Brandeburgo, M. I. H., Carvalho, C. M. C., Litz, F. H., Bueno, J. P. R., Masculi, A. L. S. & Gotardo, L. R. M. (2016b). Energetic values and performance of broilers feeding sorghum and soybean meal based diets supplemented with β -glucanase and β -xylanase. *Semina: Ciências Agrárias*, 37(2):959-968.
- Ferreira, C. B., Geraldo, A., Vieira Filho, J. A., Brito, J. Á. G. d., Bertechini, A. G. & Pinheiro, S. R. F. (2015). Associação de carboidrases e fitase em dietas valorizadas e seus efeitos sobre desempenho e qualidade dos ovos de poedeiras leves. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 67249-254.
- Florou-Paneri, P., Babidis, V., Kufidis, D., Christaki, E. & Spais, A. B. (2001). Effect of feeding dried citrus pulp on quail laying performance and some egg quality characteristics. *Archiv für Geflügelkunde*, 65(4):178-181.
- Fortes, B. D. A., Café, M. B., Stringhini, J. H., Brito, J. Á. G., Rezende, P. L. d. P. & Silva, R. D. (2012). Avaliação de programas nutricionais com a utilização de carboidrases e fitase em rações de frangos de corte. *Ciência Animal Brasileira*, 13(1):24-32. doi: <http://dx.doi.org/10.5216/cab.v13i1.8705>.
- Freitas, E. R., Borges, Â. S., Pereira, A. L. F., Abreu, V. K. G., Trevisan, M. T. S. & Watanabe, P. H. (2015). Effect of dietary ethanol extracts of mango (*Mangifera indica* L.) on lipid oxidation and the color of chicken meat during frozen storage. *Poultry Science*, 94(12):2989-2995.
- Freitas, E. R., Borges, Â. S., Trevisan, M. T. S., Cunha, A. L., Braz, N. M., Watanabe, P. H. & Nascimento, G. A. J. (2013). Extratos etanólicos de manga como antioxidantes na alimentação de poedeiras. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 48(7):714-721.
- Freitas, E. R., Fuentes, M. d. F. F., Santos Júnior, A., Guerreiro, M. E. F. & Espíndola, G. B. (2006). Farelo de castanha de caju em rações para frangos de corte. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 41(6):1001-1006.
- Fróes, H. G., Jácome, I. M. T. D., Tavares, R. A., Garcia, R. G., Domingues, C. H. F., Bevilaqua, T. M. S. & Borille, R. (2018). Grape (*Vitis vinifera*) pomace flour as pigment agent of quail eggs. *Brazilian Journal of Poultry Science*, 20(1):183-188.
- Goliomytis, M., Kostaki, A., Avgoulas, G., Lantzouraki, D. Z., Siapi, E., Zoumpoulakis, P. & Deligeorgis, S. G. (2018). Dietary supplementation with orange pulp (*Citrus sinensis*) improves egg yolk oxidative stability in laying hens. *Animal Feed Science and Technology*, 24428-35.
- Gomes, V. D. S., Silva, J. H. V., Cavalcanti, C. R., Fonseca, S. B., Jordão Filho, J., Silva Neto, M. R. & Silva, F. B. (2016). Utilização de enzimas exógenas na nutrição de peixes-Revisão de literatura. *Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoologia da UNIPAR*, 19(4):259-264.
- Haltrich, D., Nidetzky, B., Kulbe, K. D., Steiner, W. & Župančič, S. (1996). Production of fungal xylanases. *Bioresource Technology*, 58(2):137-161.
- Hetland, H., Choct, M. & Svihus, B. (2004). Role of insoluble non-starch polysaccharides in poultry nutrition. *World's Poultry Science Journal*, 60(4):415-422.
- Ishimoto, F. Y., Harada, A. I., Branco, I. G., Conceição, W. A. S. & Coutinho, M. R. (2007). Aproveitamento alternativo da casca do maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* f. var. flavicarpa Deg.) para produção de biscoitos. *Revista Ciências Exatas e Naturais*, 9(2):1-14.

- Ítavo, L. C. V., Santos, G. T., Jobim, C. C., Voltolini, T. V., Bortolassi, J. R. & Ferreira, C. C. B. (2000a). Conservation of fresh orange peel by ensilage process using additives. *Aditivos na Conservação do Bagaço de Laranja in natura na Forma de Silagem 1*, 29(5):1474-1484.
- Ítavo, L. C. V., Santos, G. T., Jobim, C. C., Voltolini, T. V., Faria, K. P. & Ferreira, C. C. B. (2000b). Composition and apparent digestibility of orange peel silage additives. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 29(5):1485-1490.
- Kara, K., Kocaoğlu Güçlü, B., Baytok, E. & Şentürk, M. (2016). Effects of grape pomace supplementation to laying hen diet on performance, egg quality, egg lipid peroxidation and some biochemical parameters. *Journal of Applied Animal Research*, 44(1):303-310.
- Kaya, A., Yildirim, B. A., Kaya, H., Gül, M. & Çelebi, S. (2014). The effects of diets supplemented with crushed and extracted grape seed on performance, egg quality parameters, yolk peroxidation and serum traits in laying hens. *European Poultry Science*, 781-10.
- Kist, B. B., Carvalho, C., Treichel, M. & Santos, C. E. (2018). *Anuário brasileiro da fruticultura*. Santa Cruz do Sul, Rio Grande do Sul: Gazeta Santa Cruz.
- Lallo, F. H., Prado, I. N., Nascimento, W. G., Zeoula, L. M., Moreira, F. B. & Wada, F. Y. (2003). Substitution levels of corn silage by pineapple by-products on ruminal degradability in beef cattle. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 32(3):719-726.
- Larrauri, J. A., Rupérez, P., Borroto, B. & Saura-Calixto, F. (1996). Mango peels as a new tropical fibre: preparation and characterization. *LWT-Food Science and Technology*, 29(8):729-733.
- Lopes, I. R. V., Freitas, E. R., Lima, J. R., Viana Neto, J. L., Bezerra, R. M. & Lima, R. C. (2011). Desempenho e qualidade dos ovos de poedeiras comerciais alimentadas com rações contendo farelo de coco tratado ou não com antioxidante. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 40:2431-2438.
- López, J. Á. S., Li, Q. & Thompson, I. P. (2010). Biorefinery of waste orange peel. *Critical Reviews in Biotechnology*, 30(1):63-69.
- Munir, K. & Maqsood, S. (2013). A review on role of exogenous enzyme supplementation in poultry production. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 2566-80.
- Nunes, H., Zanine, A. M., Machado, T. M. M. & Carvalho, F. C. (2009). Foods alternative in diet of sheep. *Archivos Latinoamericanos de Produccion Animal*, 15(4):141-151.
- Oliveira, L. F., Nascimento, M. R. F., Borges, S. V., Ribeiro, P. C. d. N. & Ruback, V. R. (2002). An alternative use for the yellow passion fruit (*Passiflora edulis* F. Flavicarpa) peel: preserve processing. *Food Science and Technology*, 22(3):259-262.
- Onifade, A. A. (1999). Performance of laying pullets fed on cereal-free diets based on maize offal, cassava peel and reject cashew nut meal. *British Poultry Science*, 40(1):84-87.
- Opalinski, M., Maioryka, A., Cunha, F., Rocha, C. & Borges, S. A. (2010). Adição de complexo enzimático e da granulometria da soja integral desativada melhora desempenho de frangos de corte. *Ciência Rural*, 40(3):628-632.
- Orayaga, K. T., Oluremi, O. A., Tuleun, C. D. & Carew, S. N. (2015). The feed value of composite mango (*Mangifera indica*) fruit reject meal in the finisher broiler chickens nutrition. *African Journal Food Science and Technology*, 6(6):177-184.
- Orlandelli, R. C., Specian, V., Felber, A. C. & Pamphile, J. A. (2012). Enzimas de interesse industrial: produção por fungos e aplicações. *SaBios-Revista de Saúde e Biologia*, 7(3):97-109.
- Pereira, A. A., Ferreira, D. A., Griep Júnior, D. N., Lima, C. B., Moura, A. S. & Lima Júnior, D. M. (2016). Raspa da mandioca para codornas em postura. *Acta Veterinaria Brasilica*, 10(2):123-129.
- Pinheiro, A. D., Prado, I. N., Alcalde, C. R., Zeoula, L. M., Nascimento, W. G. & Torii, M. S. (2000). Efeitos dos níveis de substituição do milho pela polpa de citrus peletizada sobre a digestibilidade aparente em bovinos mestiços confinados. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, 22(3):793-799.
- Prado, I. N., Lallo, F. H., Zeoula, L. M., Caldas Neto, S. F., Nascimento, W. G. & Marques, J. A. (2003). Bulls performance in feedlot with levels of substituting corn silage by pineapple by-products silage. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 32(3):737-744.

- Prado, I. N., Pinheiro, A. D., Alcalde, C. R., Zeoula, L. M., Nascimento, W. G. & Souza, N. E. (2000). Níveis de substituição do milho pela polpa de *citrus* peletizada sobre o desempenho e características de carcaça de bovinos mestiços confinados. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 29(6):2135-2141.
- Rahman, M. D. & Yang, D. K. (2018). Effects of Ananas comosus leaf powder on broiler performance, haematology, biochemistry, and gut microbial population. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 471-6.
- Ramos, L. d. S. N., Lopes, J. B., Figueirêdo, A. V., Freitas, A. C., Farias, L. A. & Santos, L. S. (2007). Metabolizabilidade dos nutrientes em frangos de corte alimentados com rações contendo diferentes níveis da polpa de caju Desidratada. *Revista Científica de Produção Animal*, 9(2):137-145.
- Ramos, L. S. N., Lopes, J. B., Figueirêdo, A. V., Freitas, A. C., Farias, L. A., Santos, L. S. & Silva, H. O. (2006). Polpa de caju em rações para frangos de corte na fase final: desempenho e características de carcaça. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 35(3):804-810.
- Rego, F. C. A., Ludovico, A., Silva, L. C., Lima, L. D. & Santana, E. W. (2012). Perfil fermentativo, composição bromatológica e perdas em silagem de bagaço de laranja com diferentes inoculantes microbianos. *Semina: Ciências Agrárias*, 33(2):3411-3420.
- Rodrigues, G. H., Susin, I., Pires, A. V., Nussio, L. G., Gentil, R. S., Ferreira, E. M. & Ribeiro, M. F. (2011). Desempenho, características da carcaça, digestibilidade aparente dos nutrientes, metabolismo de nitrogênio e parâmetros ruminais de cordeiros alimentados com rações contendo polpa cítrica úmida semidespectinada e/ou polpa cítrica desidratada. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 40(10):2252-2261.
- Rodrigues, R. B., Meurer, F. & Boscolo, W. R. (2015). Aditivos na nutrição de Peixes. *Revista Colombiana de Ciência Animal*, 7228-236.
- Rotava, R., Zanella, I., Karkow, A. K., Dullius, A. P., Silva, L. P. & Denardin, C. C. (2008). Bioquímica sanguínea de frangos de corte alimentados com subprodutos da uva. *Agrarian*, 1(1):91-104.
- Ruiz, U. d. S., Thomaz, M. C., Hannas, M. I., Fraga, A. L., Watanabe, P. H. & Silva, S. Z. (2008). Complexo enzimático para suínos: digestão, metabolismo, desempenho e impacto ambiental. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 37(3):458-468.
- Saki, A. A., Matin, H. R. H., Zamani, P. & Mirzaaghatbar, F. (2011). Non starch polysaccharides and broiler responses. *World Applied Sciences Journal*, 15192-198.
- Silva, D. M., Rodrigues, D. R., Gouveia, A. B. V. S., Mesquita, S. A., Santos, F. R. & Minafra, C. S. (2016). Carboidratos em rações de frangos de corte: Revisão. *PUBVET*, 10(11):861-872.
- Silva, J. M. S., Gouveia, A. B. V. S., Silva, W. J., Paulo, L. M., Santos, F. R. & Minafra, C. S. (2018). Uso de enzimas para aumentar a qualidade nutricional de farinhas de origem animal. *PUBVET*, 12(a156):1-13.
- Silva, V. K., Morita, V. S. & Boleli, I. C. (2012). Desempenho e rendimento de carcaça de frangos de corte alimentados com pectina na ração. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 64(4):1017-1026.
- Sitanaka, N. Y., Budiño, F. E. L., Oliveira, S. R., Boas, A. D. C. V. & Moraes, J. E. (2018). Enzyme complex supplementation on the performance of swine in growth and finishing phases. *Revista Caatinga*, 31(3):748-758.
- Stroparo, E. C., Beitel, S. M., Resende, J. T. V. & Knob, A. (2012). Seleção de fungos filamentosos e de resíduos agroindustriais para a produção de enzimas de interesse biotecnológico. *Semina: Ciências Agrárias*, 33(6):2267-2278.
- Tachibana, L., Pinto, L. G. Q., Gonçalves, G. S. & Pezzato, L. E. (2010). Xilanase e β -glucanase na digestibilidade aparente de nutrientes do triticale pela Tilápia-do-nilo. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 62(2):445-452.
- Teixeira, B. B., Drumond, E. S. C., Veloso, R. C., Pires, A. V., Gonçalves, F. M. & Pinheiro, S. R. F. (2013). Desempenho de codornas de corte submetidas a diferentes níveis de proteína bruta e energia metabolizável. *Ciência Rural*, 43524-529.
- Togashi, C. K., Fonseca, J. B., Soares, R. d. T. R. N., Costa, A. P. D., Silveira, K. F. & Detmann, E. (2008). Subprodutos do maracujá em dietas para frangos de corte. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, 30(4):395-400.

- Togashi, C. K., Fonseca, J. B., Soares, R. T. R. N., Gaspar, A. & Detmann, E. (2007). Composição em ácidos graxos dos tecidos de frangos de corte alimentados com subprodutos de maracujá. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 36(6):2063-2068.
- Valadares, C. G., Santos, J. S., Lüdke, M. C. M. M., Lüdke, J. V., Silva, J. C. N. S. & Pereira, P. S. (2016). Determinação da energia metabolizável do farelo residual do milho com e sem enzima em dietas para frangos de corte. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 68(3):748-754. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/1678-4162-8729>.
- Vieira, B. C. R., Moreira, Y. R., Alfaiate, M. B., Souza, M. H., Mendonça, P. P. & Deminiciis, B. B. (2017). Utilização de subprodutos e resíduos de frutas na suplementação de ovinos (*Ovis Aries*). *Archives of Veterinary Science*, 22(2):8-17.
- Vieira, P. A. F., Queiroz, J. H., Albino, L. F. T., Moraes, G., Barbosa, A. A., Müller, E. S. & Viana, M. T. S. (2008). Efeitos da inclusão de farelo do resíduo de manga no desempenho de frangos de corte de 1 a 42 dias. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 37(12):2173-2178.
- Vieira, P. A. F., Queiroz, J. H., Vieira, B. C., Mendes, F. Q., Barbosa, A. A., Muller, E. S. S. & Moraes, G. H. K. (2010). Caracterização química do resíduo do processamento agroindustrial da manga (*Mangifera indica* L.) var. Ubá. *Alimentos e Nutrição Araraquara*, 20(4):617-624.
- Vieira, P. A. F., Souza, C. S., Barbosa, A. B., Lima, H. J. D. Á., Fontes, E. A. F., Vieira, B. C. & Albino, L. F. T. (2016). Serum lipid profile of broilers fed diets with inclusion of mango waste meal. *Semina: Ciências Agrárias*, 37(5):3327-3334.
- Wood, P. J., Braaten, J. T., Scott, F. W., Riedel, K. D., Wolynetz, M. S. & Collins, M. W. (1994). Effect of dose and modification of viscous properties of oat gum on plasma glucose and insulin following an oral glucose load. *British Journal of Nutrition*, 72(5):731-743.
- Zanetti, L. H., Murakami, A. E., Diaz-Vargas, M., Flávia Quiles Garcia Guerra, A., Ospina-Rojas, I. C., Matumoto Pinto, P. T. & Cruz-Polycarpo, V. C. (2016). By-product of passion fruit seed (*Passiflora edulis*) in the diet of commercial laying hens. *Canadian Journal of Animal Science*, 96(4):488-494.
- Zanetti, L. H., Murakami, A. E., Diaz-Vargas, M., Guerra, A. F. Q. G., Ospina-Rojas, I. C., Nascimento, G. R. & Pinto, P. T. M. (2018). By-product of passion fruit seed (*Passiflora edulis*) in the diet of broilers. *Canadian Journal of Animal Science*, 98(1):109-118.
- Zarghi, H. (2018). Application of xylanases and β -glucanase to improve nutrient utilization in poultry fed cereal base diets: Used of enzymes in poultry diet. *Insights in Enzyme Research*, 2(1):11-17.
- Zhang, Y. N., Wang, J., Qi, B., Wu, S. G., Chen, H. R., Luo, H. Y. & Qi, G. H. (2017). Evaluation of mango saponin in broilers: effects on growth performance, carcass characteristics, meat quality and plasma biochemical indices. *Asian-Australasian journal of Animal Sciences*, 30(8):1143-1149.

Recebido: 6 de julho, 2019.

Aprovado: 29 de julho, 2019.

Publicado: 6 de novembro, 2019.

Licenciamento: Este artigo é publicado na modalidade Acesso Aberto sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 (CC-BY 4.0), a qual permite uso irrestrito, distribuição, reprodução em qualquer meio, desde que o autor e a fonte sejam devidamente creditados.