<https://doi.org/10.31533/pubvet.v13n6a353.1-8>

Composição química e utilização de polpa cítrica na nutrição de não ruminantes: Revisão

Mayra Diaz Vargas^{1*} , Carlos Felipe Duque Ramirez²

¹Professor, Programa de Zootecnia, Universidad Ciencias Aplicadas y Ambientales, Bogotá Colômbia.

²Mestrando na Universidad del Tolima, Programa de Pós-graduação em ciências pecuárias, Ibagué-Tolima, Colômbia.

*Autor para correspondência, E-mail: mayradmvz@hotmail.com

Resumo. A produção de *citrus* é a cultura mais abundante no mundo, constituída pela industrialização de laranjas, limões, toronjas e mandarins, que representam aproximadamente 98% de toda a cultura industrializada; as frutas cítricas são processadas principalmente para a obtenção de suco, e também na indústria de conservas, de este processo se produz a polpa de *citrus* que compreende aproximadamente 45 a 58% do total da fruta. A polpa de *citrus* está composta por cascas, membranas e sementes. Assim, o subproduto de polpa cítrica, pode ser utilizado para diminuir os custos da produção animal, além de reduzir o impacto ambiental do descarte indevido desses resíduos, devido a seu alto valor nutricional que o caracteriza como alimento de alta energia e com propriedades melhoradoras da saúde intestinal, qualidade do produto final, da oxidação e dos parâmetros produtivos.

Palavras chave: alimento alternativo, composição nutricional, inclusão, subproduto

Chemical composition and the utilization of citrus pulp in no ruminant nutrition: Review

Abstract. The production of *citrus* fruits is a culture in the world, constituted by the industrialization of oranges, lemons, toranjas and tangerines, which represent approximately 98% of a whole industrialized culture; Citrus fruits are processed mainly to obtain juice, and also in the canning industry, this process produces the citrus pulp that represents approximately 45% of the total fruit. The citrus pulp is composed of husks, membranes and seeds. The citrus pulp byproduct can be used to minimize the production costs of the animals, reduce the environmental impact caused by the inappropriate disposal of these residues, the citrus pulp has a high nutritional value that characterizes it as an energy food and the properties improvement of intestinal health, the quality of the final product, oxidation and the parameters of productive performance.

Keywords: alternative food, nutritional composition, inclusion, by-product

Composición química y uso de pulpa cítrica en la nutrición de no rumiantes: Revisión

Resumen. La producción de cítricos es el cultivo más abundante en el mundo, constituida por la industrialización de naranjas, limones, toronjas y mandarinas, que representan aproximadamente el 98% de toda la plantación industrializada; Las frutas cítricas se procesan

principalmente para obtener jugo, y también en la industria de conservas, de este proceso produce la pulpa cítrica que representa aproximadamente el 45 a 58% del total de fruta. La pulpa cítrica está compuesta de cascara, membranas y semillas. El subproducto de pulpa cítrica puede ser utilizado para minimizar los costos de producción de los animales, además de disminuir el impacto ambiental causado por el descarte inadecuado de estos residuos, la pulpa cítrica tiene un alto valor nutricional que lo caracteriza como un alimento energético y las propiedades mejoradoras de la salud intestinal, la calidad del producto final, la oxidación y los parámetros de desempeño productivo.

Palabras clave: alimento alternativo, composición nutricional, inclusión, subproducto

Introdução

O Brasil ocupa o primeiro lugar na produção mundial de *citrus*, 15,98 milhões de toneladas, seguido pelos EUA, China, Índia, México, Egito e Espanha, e também o primeiro lugar na exportação de suco concentrado (IBGE, 2013), sendo responsável por aproximadamente 30% da produção de laranja *in natura* e por 53% da produção de suco de laranja de todo o mundo. Em 1988, a região noroeste do Paraná iniciou um projeto de citricultura, liderado pela Cooperativa dos Cafeicultores e Agropecuaristas de Maringá (COCAMAR), tendo como parceiras a Cooperativa Agrária dos Cafeicultores de Nova Londrina (COPAGRA) e a empresa americana Albertson Group Brasil-Flórida, EUA. Este incentivo à citricultura resultou no estabelecimento de indústrias de suco nos municípios de Apucarana, Rolândia, Campo Mourão, Maringá e Paranavaí, absorvendo as produções das microrregiões adjacentes (Calliari, 2009). Atualmente o Estado do Paraná é um dos maiores produtores do suco concentrado de laranja, produzindo em torno de 810 mil toneladas de laranja, no ano de 2016 (IBGE, 2017). A indústria de suco de laranja produz como subproduto o bagaço de laranja ou polpa de laranja, que compreende aproximadamente 45 a 58% do total da fruta.

Polpa cítrica de laranja

A polpa cítrica é o subproduto do processamento da laranja está composta pelas cascas, membranas, vesículas e sementes da laranja. O subproduto é obtido após a laranja sofrer duas prensagens para a extração do suco, que reduzem a umidade em 65-75% e posteriormente sofre o processo de secagem, até atingir 90% de matéria seca (Teixeira, 2001). A utilização desse ingrediente na alimentação animal pode ser uma alternativa para diminuir os custos com rações, sem prejuízos ao desempenho, uma vez que é considerado um alimento energético que possui aproximadamente 3700 kcal/kg (Rostagno et al., 2017).

Compostos presentes na polpa cítrica

A polpa cítrica caracteriza-se como um produto intermediário entre volumosos e concentrados, rica em pectina, celulose e polissacarídeos hemicelulósicos (Bampidis & Robinson, 2006; Franzolin & Franzolin, 2000). Geralmente, é utilizada para substituir o milho, tendo em sua composição 85-90% do valor energético do milho (NRC, 2000). NRC (2012) e Rostagno et al. (2017) reportaram valores de energia metabolizável (EM) para suínos de 2904 e 2863 kcal EM/kg da polpa cítrica, respectivamente. Além disso, a polpa cítrica exibe um elevado teor de fibra em detergente neutro (FDN), correspondente a 220 g/kg, pectina (223 g/kg) e de polissacarídeos não amiláceos (PNAs) (324 g/kg) (Bampidis & Robinson, 2006). Segundo Oluremi et al. (2006) e Watanabe et al. (2010), a polpa cítrica apresenta valores médios de 89-90% de matéria seca (MS), 6 - 11% de proteína bruta (PB), 2 - 12% de extrato etéreo (EE), sendo que o teor de extrato etéreo depende da extração ou não dos óleos durante o processamento, 6% de matéria mineral (MM), 57 - 74% de extrativo não nitrogenado (ENN), 7,86% de fibra bruta (FB), 25 - 41 % de fibra em detergente neutro (FDN), 14 % de fibra em detergente ácido (FDA), 1% de lignina, 0,2% de amido, 25% de pectina, 3,88 mg de vitamina C/100g de subproduto, 1,6 - 1,8% de cálcio e baixo teor de fósforo (0,08 - 0,75%). O baixo teor de fósforo pode ser devido ao complexo do fósforo aos componentes fibrosos ou ao ácido fítico. A polpa cítrica é deficiente em aminoácidos como triptofano, metionina e cistina (Amorim et al., 2014).

A composição bromatológica e a aceitabilidade da polpa cítrica pelos animais dependem da variedade da laranja, da inclusão de sementes e da retirada ou não de óleos essenciais, da variedade de laranja utilizada para sua produção, do solo e da estação do ano em que foi colhida. Em geral, a polpa é caracterizada pela alta digestibilidade da matéria seca, elevado teor de fibra, alto teor de carboidratos solúveis e parede celular altamente digestível (Ítavo et al., 2000; Muller & Prado, 2004a; Pinheiro et al., 2000). Os teores de fibra bruta da laranja encontram-se principalmente na casca, e sua maior parte é composta por celulose, que é uma parte importante de fibra alimentar insolúvel. As propriedades físico-químicas da fibra alimentar (porção solúvel e insolúvel) estão relacionadas ao retardamento ou diminuição da absorção de matérias orgânicas ou inorgânicas. Além disso, podem ter efeito na redução dos níveis de colesterol, glicose e lipídeos (Burkhalter et al., 2001). Os efeitos sobre a redução dos níveis de colesterol e triglicerídeos no sangue são geralmente pela fração da fibra insolúvel, que tem interferência direta na absorção e aumento da excreção dos compostos lipídicos nas fezes (Chau & Huang, 2004).

A polpa cítrica apresenta em sua composição cerca de 25% de pectina (Muller & Prado, 2004a, 2004b). A pectina é um carboidrato estrutural, componente da fração solúvel da fibra, sendo esta um polímero de ácido galacturônico (Santos et al., 2007). Segundo, Domínguez (1995), a pectina tem a capacidade de se ligar aos ácidos biliares, aumentando sua excreção e reduzindo o pool entero-hepático de colesterol circulante (Montagne et al., 2003; Silva et al., 2003). Avaliando a inclusão de um concentrado rico em pectina na dieta de frangos de corte, Sarikhan et al. (2010) verificaram que, aos 42 dias de idade, houve redução dos níveis séricos de triglicerídeos, colesterol total e colesterol HDL, LDL e VLDL. A polpa cítrica contém em sua composição entre 0,25 a 0,45% de flavonoides que se encontram principalmente nas cascas e sementes da laranja. Devido a isso, na maioria dos casos, não são consumidos como os outros compostos bioativos presentes nestas partes não comestíveis. Por meio do processamento, estes subprodutos podem ser usados para diferentes fins na alimentação humana e animal, trazendo benefícios como pigmentos amarelos (carotenoides) (Kumar et al., 2012; Kumar et al., 2013), que podem prevenir ou retardar o dano oxidativo de lipídios, proteínas e ácidos nucleicos por espécies reativas de oxigênio, eliminar ou sequestrar radicais livres (superóxido, hidroxil, peroxil, alcóxil, peróxido de hidrogênio, hipocloroso), inibir a iniciação e propagação da ruptura da cadeia ou suprimir a formação de radicais livres, ligando-se aos íons metálicos, reduzindo o peróxido de hidrogênio, de superóxido e de oxigênio singlete (Decker, 1997; Fukumoto & Mazza, 2000). O flavonoide mais importante na polpa cítrica é a hesperidina, que pode atuar no controle da pressão arterial, bem como do colesterol e tem propriedades anti-inflamatórias (Galati & O'Brien, 2004; Tirkey et al., 2005). O consumo de flavonoides tem sido associado a efeitos protetores contra doenças cardiovasculares, câncer e doenças degenerativas, tais como cancro, artrite, arteriosclerose, inflamação, disfunção cerebral e aceleração do processo de envelhecimento (Feskanich et al., 2000; Halliwell et al., 2005). Além disso, os compostos fenólicos podem inibir os processos de oxidação em certos sistemas (Decker, 1997).

As saponinas são outro grupo de compostos presentes na polpa cítrica, e sua concentração varia de 0,030 a 0,043%, e caracterizam-se por ter um sabor amargo, reduzir a palatabilidade dos alimentos e aumentar a excreção de colesterol por se fixar às moléculas de gordura, evitando sua absorção (Ridout et al., 1991). O teor de fitato na polpa cítrica é de 0,062 - 0,082%, o que é considerado baixo comparado com outros alimentos como milho (146 e 353 mg/100 g), sorgo (206 e 280 mg/100 g) batata (14 mg/100 g) e mandioca (624 mg/100 g) (Concon, 1988). O fitato age na complexação de minerais essenciais na dieta, tornando-os pouco disponíveis para os animais monogástricos.

Além disso, a polpa cítrica tem em sua composição 0,033 a 0,048% de oxalato, que podem reduzir a disponibilidade de minerais essenciais na dieta, tais como cálcio (Kumar et al., 2012; Kumar et al., 2013). A polpa cítrica possui também, em sua composição, de 3,88 a 145,83 mg de vitamina C /100g, que encontra-se principalmente na casca de laranja (Ibrahim et al., 2011; Nobakht, 2013). Também contém aproximadamente 2,6 mg de carotenoides totais/100g de polpa cítrica (Ibrahim et al., 2011) e estes compostos podem aumentar a produção de anticorpos, melhorando o sistema imunitário indiretamente pela sua atividade antiviral e efeitos antibacterianos e na fase aquosa sobre os radicais livres (Bianchi & Antunes,

1999). Estudos *in vitro* demonstraram que a vitamina C na presença de metais de transição, como o ferro, pode atuar como uma molécula pró-oxidante e gerar os radicais H_2O_2 e $OH^\cdot$ (Odin, 1997). Os carotenoides têm potencial importante na saúde, por agirem como antioxidantes biológicos, protegendo células e tecidos dos efeitos prejudiciais dos radicais livres e de oxigênio singlete, sendo pigmentos naturais responsáveis pelas colorações do amarelo até laranja, na forma de carotenos ou como ésteres de xantofilas.

A polpa cítrica caracteriza-se por ter minerais em sua composição, dentre os quais se destaca o potássio, com o maior teor, em média 0,99%, e o Ca, com 0,36%, seguido por outros minerais como 0,18 μg de As/g, 0,082 μg de Co/g, 6,27 μg de Cr/g, 789 μg de Fe/g, 0,058 μg de Hg/g, 270 μg de Na/g e 0,025 μg de Sb/g (Espina et al., 2011).

Polpa cítrica na alimentação de monogástricos

Estudos nutricionais em animais monogástricos têm mostrado que a utilização de polpa cítrica pode substituir o milho nas dietas, sem apresentar efeitos adversos sobre o desempenho. Ani et al. (2015) avaliaram o valor nutritivo do subproduto de casca de laranja doce (*Citrus sinensis*), seca ao sol por um período de 63 dias, na alimentação de frangos de corte de uma semana de idade e observaram que as dietas não tiveram efeito sobre o consumo de ração, ganho de peso, consumo de água, conversão alimentar e custo da ração por ave. O peso vivo final e o rendimento de carcaça foram afetados, sendo que as aves alimentadas com dietas de até 15% de inclusão do subproduto de laranja apresentaram um maior peso final e rendimento de coxa e sobrecoxa e maior percentagem de gordura abdominal, devido ao melhor aproveitamento dos nutrientes da dieta. Dados similares são reportados por Oluremi et al. (2006) e Agu et al. (2010) que relataram que a polpa cítrica pode ser utilizada para substituir de 15-20% de milho na dieta de frangos de corte, sem qualquer efeito adverso sobre o desempenho. Hajati et al. (2012) avaliaram três níveis de polpa cítrica (0, 3% e 6%) na alimentação de pintos de corte (Ross 308) de um dia, reportaram que não obtiveram diferença no desempenho aos 42 dias, porém observaram redução do colesterol total no plasma sanguíneo.

Sobre a qualidade da carne de frangos de corte, Mourão et al. (2008) avaliaram a inclusão de 5 e 10% de subproduto de laranja de um a 42 dias de idade e observaram redução dos valores de a^* (Intensidade de vermelho) para avaliação da cor do peito, indicando diminuição da cor vermelho da carne do peito de frangos devido à inclusão de polpa cítrica na dietas, o que pode ser devido aos baixos níveis de moléculas bioativas vermelhas contidos na polpa e à absorção intestinal reduzida destes pigmentos, devido ao teor de fibras solúveis contido na polpa cítrica que pode afetar a digestão e absorção destes pigmentos (Silva & Smithard, 1997).

Ojabo & Adenkola (2013) realizaram um estudo para determinar o desempenho, crescimento e hematologia de machos Isa Brown alimentados com dietas contendo níveis crescentes de 0; 2,5; 5; 7,5 e 10% de polpa cítrica (*Citrus sinensis*) substituindo o milho na dieta. Os autores observaram diminuição no peso final, ganho de peso e consumo de ração com o aumento do nível de inclusão do subproduto na dieta. No entanto, a conversão alimentar, taxa de eficiência proteica e os parâmetros hematológicos não foram afetados. Nazok et al. (2010) avaliaram o efeito de diferentes níveis (0, 4, 8, 12 e 16%) de polpa cítrica sobre o desempenho, qualidade de ovos e parâmetros sanguíneos de galinhas poedeiras, de 25 a 37 semanas de idade, e observaram que os tratamentos não diferiram para o consumo de ração, produção de ovos, massa de ovos, conversão alimentar, peso corporal final, índice de gema, coloração da gema, espessura da casca, índice de casca de ovo e Unidade Haugh. O teor de glicose no soro e os teores de lipoproteína de alta densidade aumentaram, enquanto os teores de colesterol, lipoproteína de baixa densidade e triglicerídeos, diminuíram.

Existe uma preferência na utilização do extrato da casca de laranja, devido ao maior teor de compostos benéficos da laranja estarem concentrados na casca, e assim evita-se a utilização da fração fibrosa da polpa, como é o caso de Pourhossein et al. (2015) que avaliaram a inclusão de 0, 1000 e 1250 ppm de extrato de casca de laranja doce (*Citrus sinensis*) na ração de 300 pintinhos Ross-308, de 1 dia de idade, sobre as respostas do sistema imune humoral. As aves foram vacinadas contra o vírus da doença de Newcastle, gripe aviária, gumboro e bronquite infecciosa. Observou-se que a inclusão de extrato de casca de laranja doce

melhorou a resposta imune e resistência a doenças, sendo que um nível moderado de 1000 ppm pode ajudar a aumentar a resposta imune em frangos de corte, por apresentar elevados teores de anticorpos de resposta a células vermelhas do sangue de ovelha, imunoglobulina G (IgG), IgM e titulação de anticorpos para todas as vacinas, sem afetar o peso corporal, ganho de peso diário, ingestão diária de ração e conversão alimentar dos frangos.

Florou-Paneri et al. (2001) relataram que o uso de até 6% polpa cítrica em dietas de codornas não apresentou efeito adverso sobre o desempenho. Guluwa et al. (2014) reportaram que a utilização de 5% de polpa cítrica de laranja doce substituindo o milho na dieta de codornas apresenta um maior peso corporal, ganho de peso e melhor conversão alimentar, mostrando a eficiência da utilização de polpa cítrica na dieta.

Trabalhando com coelhos, Effiong et al. (2013) avaliaram a utilização da polpa cítrica utilizando uma dieta controle e 3 dietas experimentais, com substituição do trigo da dieta por endocarpo (OEM) (parte interna da laranja ou bagaço), farinha de mesocarpo (OMM) (casca da laranja ou parte branca que se encontra grudada à casca) e pericarpo (combinação do endocarpo e mesocarpo da laranja). O resultado mostrou que a inclusão dos componentes do subproduto de laranja na dieta melhorou o ganho de peso médio diário, média de consumo diário de ração, conversão alimentar e custo por kg de ganho de peso e as aves alimentadas com dietas contendo endocarpo ou mesocarpo apresentaram um maior rendimento de carcaça. Ibrahim et al. (2011) avaliaram a digestibilidade dos nutrientes e valor nutritivo da polpa, substituindo o milho amarelo na dieta basal em 3 níveis (20, 40 e 60%), utilizando 21 coelhos brancos da raça Nova Zelândia, com 8 semanas de idade. Não houve diferenças para os coeficientes de digestibilidade, tendo sido obtida a maior digestibilidade da fibra bruta (CF) para o nível de 60% de substituição de polpa de laranja, o que demonstra que a fibra contida na polpa tem um alto aproveitamento para coelhos.

Na alimentação de suínos, Watanabe et al. (2010) observaram que a inclusão de diferentes níveis de polpa cítrica (0, 10, 20 e 30%) nas dietas de suínos em terminação não apresentaram efeitos sobre a conversão alimentar e o consumo de ração, porém houve maior ganho de peso diário ao nível de 10,79% de inclusão, sendo que os autores reportaram que a polpa cítrica tem 55% de coeficiente de digestibilidade para a PB. Por outro lado, Mejía et al. (2001) trabalharam com 0, 5, 10, 15 e 20% de inclusão de polpa cítrica na dieta de suínos na fase de crescimento, e não encontraram diferenças na digestibilidade da matéria seca, proteína e energia bruta, sendo que o melhor consumo diário de ração, o ganho diário de peso e a conversão alimentar foram observados nos níveis de até 5% de inclusão, provavelmente, devido a que em níveis maiores que 5% o teor de fibra da polpa afeta a absorção dos nutrientes da dieta.

Referências bibliográficas

- Agu, P. N., Oluremi, O. I. A. & Tuleun, C. D. (2010). Nutritional evaluation of sweet orange (*Citrus sinensis*) fruit peel as feed resource in broiler production. *International Journal of Poultry Science*, 9(7):684-688.
- Amorim, A. B., Thomaz, M. C., Ruiz, U. S., Martinez, J. F., Pascoal, L. A. F., Daniel, E. & Rosalen, D. L. (2014). Citrus pulp and enzyme complex for growing and finishing pigs. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, 15(2):369-380.
- Ani, A. O., Iloh, E. A. & Akinsola, O. O. (2015). Dietary effect of processed orange peels on growth performance of broiler finisher birds. *British Journal of Applied Science and Technology*, 9576-583.
- Bampidis, V. & Robinson, P. (2006). Citrus by-products as ruminant feeds: A review. *Animal Feed Science and Technology*, 128(3):175-217.
- Bianchi, M. L. P. & Antunes, L. M. G. (1999). Radicais livres e os principais antioxidantes da dieta. *Revista Nutrição*, 12(2):123-130.
- Burkhalter, T. M., Merchen, N. R., Bauer, L. L., Murray, S. M., Patil, A. R., Brent Junior, J. L. & Fahey Junior, G. C. (2001). The ratio of insoluble to soluble fiber components in soybean hulls affects ileal and total-tract nutrient digestibilities and fecal characteristics of dogs. *The Journal of Nutrition*, 131(7):1978-1985.

Calliari (2009)

Chau, C. F. & Huang, Y. L. (2004). Characterization of passion fruit seed fibres—a potential fibre source. *Food Chemistry*, 85(2):189-194.

Concon, J. M. (1988). *Food toxicology*: Dekker.

Decker, E. A. (1997). Phenolics: prooxidants or antioxidants? *Nutrition Reviews*, 55(11):396-398.

Domínguez, P. L. (1995). Pulpa de cítricos en la alimentación de cerdos. *Revista Computacional de Producción Porcina*, 21-14.

Effiong, O. O., Wogar, G. S. I. & Umana, D. E. (2013). Comparative evaluation of sweet orange waste meals and wheat offal as fibre sources in growing rabbits diets. *Journal of Agricultural Science*, 5(3):164-169.

Espina, L., Somolinos, M., Lorán, S., Conchello, P., García, D. & Pagán, R. (2011). Chemical composition of commercial citrus fruit essential oils and evaluation of their antimicrobial activity acting alone or in combined processes. *Food Control*, 22(6):896-902. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodcont.2010.11.021>

Feskanich, D., Ziegler, R. G., Michaud, D. S., Giovannucci, E. L., Speizer, F. E., Willett, W. C. & Colditz, G. A. (2000). Prospective study of fruit and vegetable consumption and risk of lung cancer among men and women. *Journal of the National Cancer Institute*, 92(22):1812-1823.

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 fur Geflugelkunde*, 65(4):178-181.

Franzolin, R. & Franzolin, M. H. T. (2000). População protozoários ciliados e degradabilidade ruminal em búfalos e bovinos zebuínos sob dieta à base de cana-de-açúcar. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 29:1853-1861.

Fukumoto, L. R. & Mazza, G. (2000). Assessing antioxidant and prooxidant activities of phenolic compounds. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48(8):3597-3604. doi: <http://dx.doi.org/10.1021/jf000220w>.

Galati, G. & O'Brien, P. J. (2004). Potential toxicity of flavonoids and other dietary phenolics: significance for their chemopreventive and anticancer properties. *Free Radical Biology and Medicine*, 37(3):287-303. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.freeradbiomed.2004.04.034>

Guluwa, L. Y., Madaki, Y. A., Machido, H., Dantayi, R. J. & Kulokom, S. (2014). Growth performance and carcass evaluation of quails fed graded levels of water soaked sweet orange peel meal (SOPM). *Advances in Life Science and Technology*, 202224-7181.

Hajati, H., Hassanabadi, A. & Yansari, A. T. (2012). Effect of citrus pulp on performance and some blood parameters of broiler chickens. Paper presented at the The 1th International and The 4th National Congress on Recycling of Organic Waste in Agriculture, Isfahan, Iran.

Halliwell, B., Rafter, J. & Jenner, A. (2005). Health promotion by flavonoids, tocopherols, tocotrienols, and other phenols: direct or indirect effects? Antioxidant or not? *The American Journal of Clinical Nutrition*, 81(1):268S-276S.

IBGE, (2013)

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. (2017). *Anuário estatístico do Brasil: Aspecto das atividades agropecuárias e extração vegetal*. 172p. IBGE, Rio de Janeiro.

Ibrahim, M. R., El-Banna, H. M., Omara, I. I. & Suliman, M. A. (2011). Evaluation of nutritive value of some citrus pulp as feedstuffs in rabbit diets. *Pakistan Journal of Nutrition*, 10(7):667-674.

Ítavo, L. C. V., Santos, G. T., Jobim, C. C., Voltolini, T. V., Faria, K. P. & Ferreira, C. C. B. (2000). Composition and apparent digestibility of orange peel silage additives. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 29(5):1485-1490.

- Kumar, A., Kumar, S., Sharma, B. D., Mendiratta, S. K., Verma, O. P. & Patel, A. K. (2012). Functional meat and meat products: An overview. *Journal of Advanced Veterinary Research*, 2(4):314-324.
- Kumar, P., Kumar, S., Tripathi, M., Mehta, N., Ranjan, R., Bhat, Z. & Singh, P. K. (2013). Flavonoids in the development of functional meat products: A review. *Veterinary World*, 6(8):573-578.
- Mejía, G. A., Ferreira, W. M., Oliveira, S. G. & V.L., A. (2001). Efeito da inclusão de polpa seca na dieta sobre desempenho de suínos em terminação. Paper presented at the Anais da 38º Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, Piracicaba, São Paulo, Brasil.
- Montagne, L., Pluske, J. R. & Hampson, D. J. (2003). A review of interactions between dietary fibre and the intestinal mucosa, and their consequences on digestive health in young non-ruminant animals. *Animal Feed Science and Technology*, 108(1):95-117.
- Mourão, J. L., Pinheiro, V. M., Prates, J. A., Bessa, R. J. B., Ferreira, L. M. A., Fontes, C. A. & Ponte, P. I. P. (2008). Effect of dietary dehydrated pasture and citrus pulp on the performance and meat quality of broiler chickens. *Poultry Science*, 87(4):733-743.
- Muller, M. & Prado, I. N. (2004a). Metabolismo da pecina para produção de carne e leite em ruminantes. In I. N. Prado (Ed.), *Conceitos sobre a produção com qualidade de carne e leite* (Vol. 1, pp. 115-146). Maringá, Paraná, Brasil: Eduem.
- Muller, M. & Prado, I. N. (2004b). Metabolismo da pectina em animais ruminantes. Uma revisão. *Revista Varia Scientia*, 4(8):45-56.
- Nazok, A., Rezaei, M. & Sayyazadeh, H. (2010). Effect of different levels of dried citrus pulp on performance, egg quality, and blood parameters of laying hens in early phase of production. *Tropical Animal Health and Production*, 42(4):737-742.
- Nobakht, A. (2013). Evaluation the effects of different levels of dried lemon (*Citrus aurantifolia*) pulp on performance of broilers and laying hens. *International Research Journal of Applied*, 4882-888.
- NRC. (2000). *Nutrient Requirements of Beef Cattle* (7th rev. ed.). Washington, DC, USA: Natl. Acad. Press.
- NRC. (2012). *Nutrient Requirements of Swine* (7th rev. ed.). Washington: Natl. Acad. Press, Washington, DC.
- Odin, A. P. (1997). Vitamins as antimutagens: advantages and some possible mechanisms of antimutagenic action. *Mutation Research*, 386(1):39-67.
- Ojabo, L. D. & Adenkola, A. Y. (2013). The growth performance and haematology of cockerel chicks fed with sweet orange (*Citrus sinensis*) fruit peel meal. *Annals of Biological Research*, 4(10):11-15.
- Oluremi, O. I. A., Ojighen, V. O. & Ejembi, E. H. (2006). The nutritive potentials of sweet orange (*Citrus sinensis*) rind in broiler production. *International Journal of Poultry Science*, 5(7):613-617.
- 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.
- Pourhossein, Z., Qotbi, A. A. A., Seidavi, A., Laudadio, V., Centoducati, G. & Tufarelli, V. (2015). Effect of different levels of dietary sweet orange (*Citrus sinensis*) peel extract on humoral immune system responses in broiler chickens. *Animal Science Journal*, 86(1):105-110.
- Ridout, C. L., Price, K. R., Dupont, M. S., Parker, M. L. & Fenwick, G. R. (1991). Quinoa saponins—analysis and preliminary investigations into the effects of reduction by processing. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 54(2):165-176.
- Rostagno, H. S., Albino, L. F. T., Donzele, J. L., Gomes, P. C., Oliveira, R., Lopes, D. C. & Euclides, R. F. (2017). *Composição de alimentos e exigências nutricionais* (3 ed. Vol. 1). Viçosa: Universidade Federal de Viçosa.
- Santos, F. A. P., Carmo, C. d. A., Bittar, C. M. M., Pires, A. V., Pedroso, A. M. & Pereira, E. M. (2007). Milho com diferentes graus de moagem em combinação com polpa cítrica peletizada ou casca de soja para vacas leiteiras no terço médio da lactação. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 36(4):1183-1191.

- Sarikhan, M., Shahryar, H. A., Gholizadeh, B., Hosseinzadeh, M.-H., Beheshti, B. & Mahmoodnejad, A. (2010). Effects of insoluble fiber on growth performance, carcass traits and ileum morphological parameters on broiler chick males. *International Journal of Agriculture and Biology*, 12(4):531-536.
- Silva, M. A. M., Barcelos, M. F. P., Sousa, R. V., Lima, H. M., Falco, I. R., Lima, A. L. & Pereira, M. C. A. (2003). Efeito das fibras dos farelos de trigo e aveia sobre o perfil lipídico no sangue e fígado de ratos. *Ciência Agrotecnologia*, 27(1321-1329).
- Silva, S. S. P. & Smithard, R. R. (1997). Digestion of protein, fat and energy in rye-based broiler diets is improved by the addition of exogenous xylanase and protease. *British Poultry Science*, 38S38-S39.
- Teixeira, J. C. (2001). Utilização da polpa cítrica na alimentação de bovinos leiteiros Parte I. *Milkbizz Tecnologia*, 1(3):25-28.
- Tirkey, N., Pilkhwai, S., Kuhad, A. & Chopra, K. (2005). Hesperidin, a citrus bioflavonoid, decreases the oxidative stress produced by carbon tetrachloride in rat liver and kidney. *BMC Pharmacology*, 5(1):1-8.
- Watanabe, P. H., Thomaz, M. C., Ruiz, U. S., Santos, V. M., Masson, G. C., Fraga, A. L. & Silva, S. Z. (2010). Carcass characteristics and meat quality of heavy swine fed different citrus pulp levels. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 62(4):921-929.

Recebido: 15 de maio, 2019.

Aprovado: 15 de junho, 2019.

Publicado: 4 de julho, 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.