

---

## Benefícios dos compostos bioativos encontrados em resíduos agroindustriais utilizados na alimentação animal

Bruna Nichelle Lucas, Andressa Inês Schu, Flávia Michelon Dalla Nora

<https://doi.org/10.4322/mp.978-65-994457-7-4.c9>

### Resumo

A demanda industrial tem gerado em todo o mundo, milhões de toneladas de resíduos de produção, cerca de 394,2 milhões de toneladas de descarte de frutas e hortaliças são gerados pelos principais países produtores, China, Índia e Brasil. Contudo, estes resíduos são considerados subprodutos agroindustriais que apresentam elevada concentração de compostos bioativos, podendo ser aplicados na alimentação animal. Para isso, indústrias tem realizado a aplicação destes resíduos na ração de bovinos, suínos e aves, no intuito de aumentar a saúde dos animais, melhorar a qualidade do produto final, como também, reduzir o impacto ambiental, pela redução de emissores de metano além de, baixo custo na alimentação. Os resíduos agroindustriais mais utilizados como alternativa na nutrição animal são cascas de frutas e hortaliças e sementes. Isso se deve em virtude de conterem compostos bioativos, como tocoferóis, carotenos, polifenóis, entre outros, que são importantes por promoverem uma melhor qualidade da carne e, visando também, uma alimentação saudável e que atendam os padrões de bem-estar animal. Neste contexto, os consumidores têm preferido adquirir produtos com propósitos de origens mais naturais e que proporcionem benefícios a saúde, intensificando a busca das indústrias em procurar métodos para retardar a oxidação lipídica, através do uso de antioxidantes naturais na alimentação animal para evitar uma posterior manipulação na carne. Desta forma, o presente estudo visa fazer uma revisão da literatura a fim de abordar as aplicações atuais dos resíduos agroindustriais e importância da utilização dos compostos bioativos nas rações de suplementação animal.

**Palavras-chave:** reaproveitamento de resíduo agroindustrial, sustentabilidade, ração animal, qualidade da carne.

## 1. Introdução

O crescimento populacional tem se destacado na exigência de alimentos, causando aumento na oferta e demanda da disponibilidade de alimentos atendendo às necessidades sociais (GUAUR *et al.*, 2020). Para isso, a indústria alimentícia, afim de atender as expectativas e desejos dos consumidores, promove o aumento na produção de alimentos e conseqüentemente um aumento na geração de resíduos, causando um grande desafio ambiental (NOBRE *et al.*, 2020). Os resíduos industriais são considerados “descartes” do processamento de matérias primas da indústria alimentícia, causando problemas de poluição ambiental e perda de nutrientes. Cerca de 1,3 bilhão de toneladas de resíduos agroindustriais são gerados anualmente e por serem considerados grande fonte de nutrientes podem promover o crescimento de microrganismos patogênicos no solo se o descarte for inapropriado e não tratado (BHARATHIRAJA *et al.*, 2017; RAVINDRAN *et al.*, 2018).

Os resíduos agroindustriais, são obtidos principalmente através do processamento de cereais, frutas e hortaliças, resíduos animais, carnes, aves e laticínios (GUAUR, *et al.*, 2020). A fração orgânica, que inclui cascas de frutas e vegetais, sementes, bagaço de frutas, folhas secas, talos, entre outros, apresenta uma gama de compostos químicos de interesse, como os compostos bioativos. Os subprodutos obtidos de processos vegetais e frutíferos apresentam uma gama de compostos bioativos como polifenóis, carotenos, tocoferóis e flavonoides, podendo ser considerados uma fonte para alimentos de animais, promovendo saúde e melhor desempenho produtivo (CASTILLO *et al.*, 2013; KALOGEROPOULOS *et al.*, 2012).

A inclusão de subprodutos agroindustriais, como ração, na alimentação animal de ruminantes, tem se tornado de grande interesse por pesquisadores em todo o mundo, a fim de, reduzir custos na alimentação, como também reduzir o alto índice de poluentes, através da redução nos descartes de lixos orgânicos, redução na emissão de metano obtido da produção pecuarista, reduzindo assim os impactos ambientais (SASU-BOAKYE, CEDERBERG & WIRSENIUS, 2014; STEFANELLO *et al.*, 2018). Além disso, os subprodutos são considerados alimentos funcionais devido ao seu elevado conteúdo de compostos bioativos que promovem qualidade dos produtos animais, como

também benefícios a saúde do consumidor, no intuito de minimizar a utilização de produtos sintéticos na conservação dos alimentos de origem animal, como também, promover o bem-estar animal (CASTILLO *et al.*, 2013).

A nutrição animal está relacionada com a composição da produção pecuarista, incluindo a segurança alimentar a qualidade dos produtos animais (MAKKAR, 2016). A introdução de subprodutos na dieta animal pode alterar a composição de ácidos graxos, estabilidade de vida de prateleira, como também, as características sensoriais da carne (ANDERSEN *et al.*, 2005). Desta forma, torna-se de grande importância avaliar a proporção nutricional, entre ração e resíduo, da alimentação de bovinos, ovinos, suínos e aves, para potencializar a sustentabilidade ambiental da carne sem comprometer os atributos de qualidade e aceitação do consumidor de carne e que, agreguem valor e não comprometam o desempenho produtivo, como ganho de peso, menor idade de abate e qualidade da carcaça (SALAMI, *et al.*, 2019; CORREDDU *et al.*, 2020).

Neste sentido, recentemente, há diversos estudos que reportam a suplementação alimentar animal com a utilização de resíduos agroindustriais ricos em compostos bioativos, dentre os quais destacam-se o impacto da suplementação alimentar com goiaba na qualidade da carne de cordeiros (NOBRE *et al.*, 2020), efeito da suplementação de subprodutos agroindustriais nas características nutricionais, fermentação ruminal e produção de metano (MARCOS *et al.*, 2020), uso de polpa de laranja desidratada na dieta de cabras leiteiras, avaliando o efeito sobre a produção e composição do leite e desempenho no crescimento e qualidade da carcaça (BHATT *et al.*, 2020), bagaço de uva e seus efeitos na qualidade da carne de cordeiro (MARTINS *et al.*, 2021), dentre outros. Nestes estudos os autores relatam resultados satisfatórios com a introdução dos resíduos agroindustriais na dieta animal, por promoverem uma melhor qualidade da carne sem alterações nas características sensoriais.

Portanto, o objetivo deste trabalho foi relatar as inovações e os benefícios dos compostos bioativos presentes nos resíduos agroindustriais utilizados na alimentação animal. Para isso, uma revisão da literatura foi realizada de forma sistemática, buscando descrever as fontes de resíduos agroindustriais, como também, a função dos compostos bioativos na

alimentação animal, e sua ação nas características sensoriais e de qualidade da carne.

O presente estudo obteve dados provenientes da metodologia de revisão da literatura, com pesquisas de artigos através da base de estudos Science Direct e do Google Acadêmico. O levantamento dos artigos foi realizado no período compreendido entre maio a agosto de 2021, pesquisando as palavras “*meat agroindustrial residue bioactive compounds food*” e “*agro-industrial residues in animal supplementation*”, na aba de pesquisa avançada, resultando na localização de um total de 91 artigos científicos, selecionando as publicações realizadas entre 2018 a 2021.

Desta forma, o presente trabalho caracteriza-se como uma revisão da literatura de carácter descritivo, no qual utilizou-se meios de pesquisa de artigos, trabalhos acadêmicos e livros didáticos.

## **2. Desenvolvimento**

A atividade industrial gera milhões de toneladas de resíduos agroindustriais, como por exemplo a produção de frutas, a qual atingiu 865,7 milhões de toneladas em 2017, sendo um dos maiores produtores são China, Índia e Brasil (RAVINDRAN *et al.*, 2018). Os resíduos podem ser provenientes de diversas etapas de processamento, incluindo produção, colheita, manuseio, processamento, armazenamento e distribuição (SHARMA, GAUR & KIM, 2019). A coleta insuficiente e o descarte inadequado destes resíduos causam impactos ambientais, relacionados principalmente com poluição ambiental, aumento do volume de lixo e aumento na emissão de gases tóxicos (VODNAR *et al.*, 2017). Os subprodutos obtidos das indústrias de frutas e hortaliças apresentam grande interesse por apresentarem relativo baixo custo e estarem disponíveis em grande quantidade, além de serem abundantes em compostos bioativos de interesse, servindo como uma excelente fonte nutricional para animais de corte, apresentando efeitos positivos na saúde e desempenho produtivo (FIGUEROLA *et al.*, 2005; CORREDDU *et al.*, 2020).

Neste contexto, o interesse e a preferência dos consumidores por alimentos naturais e que proporcionem benefícios para a saúde tem intensificado a busca por metodologias que possibilitam a obtenção de produtos que proporcionem a manutenção e/ou melhora da saúde. Sendo

assim, na área de tecnologia de alimentos, um dos campos que têm ganho bastante atenção está relacionada com a redução da oxidação lipídica em alimentos, o que pode ser alcançada através da utilização de antioxidantes naturais, o que é considerada uma alternativa adequada quando pensamos em nutrição animal. Estas alternativas afetam positivamente a sustentabilidade ambiental, podendo levar a incentivos de políticas globais para a utilização de subprodutos agroindustriais (CASTILLO *et al.*, 2013; SANTANA FILHO, *et al.*, 2016).

Desta forma, a inclusão de subprodutos agroindustriais como fonte de nutrientes na suplementação alimentar animal representa uma das formas de valorização dos resíduos. O uso de compostos bioativos (por exemplo os compostos fenólicos) apresenta aspectos positivos na nutrição animal, devido a isso há um crescente interesse na utilização de subprodutos ricos em bioativos como ingredientes dietéticos em rações de animais (MIN *et al.*, 2003; CASTRICA *et al.*, 2019).

Os compostos fenólicos são considerados metabólitos secundários de plantas, produzidos através dos mecanismos de defesa em condições de estresse, tais como ferimentos, infecções, luz ultravioleta ou mesmo incidência solar excessiva (COSTA *et al.*, 2015). Os compostos fenólicos estão presentes nos vegetais na forma livre ou ligados a açúcares (glicosídeos) e proteínas (MUCHUWETI *et al.*, 2007). As principais fontes destes compostos são frutas cítricas, como limão, laranja e tangerina, além de outras frutas como mirtilo, uva, ameixa, amora, entre outras. Existem em geral, cerca de 8000 compostos fenólicos identificados, dentre eles, destacam-se os flavonoides, ácidos fenólicos, taninos, tocoferóis e antocianinas (QUIDEAU *et al.*, 2011). Além da contribuição para as propriedades sensoriais como cor, odor, sabor amargo ou adstringência, os compostos fenólicos também contribuem para a estabilidade oxidativa dos alimentos, além de apresentarem diversas funções biológicas e fisiológicas benéficas para a saúde humana (MUCHUWETI *et al.*, 2007). Essa classe de compostos se destaca pela elevada atividade antioxidante, a qual apresenta papel fundamental na redução da oxidação lipídica em tecido vegetal e animal, resultando no aumento da qualidade nos alimentos (CASTRICA *et al.*, 2019; QUIDEAU *et al.*, 2011).

Diversos subprodutos agroindustriais ricos em compostos bioativos utilizados na suplementação alimentar de animais contêm compostos fenólicos, os quais são mostrados na tabela 1. É possível observar que a concentração destes compostos em cada subproduto varia de acordo com os processos da matéria prima. A utilização dos subprodutos agroindustriais está inerente a vantagens como substituição de alimentos tradicionais, possibilitando redução de custos na alimentação, aumento na eficiência alimentar, flexibilidade de formulações das dietas, pela disponibilidade de diversidade alimentos, porém deve-se levar em consideração a sazonalidade e distribuição adequada de nutrientes SALAMI, *et al.*, 2019; HALMEMIES *et al.*, 2018).

**Tabela 1.** Alimentos industrializados e seus respectivos subprodutos agroindustriais utilizados na alimentação animal, com principais compostos bioativos encontrados.

<b>Alimento industrializado</b>	<b>Subproduto</b>	<b>Compostos Bioativos</b>	<b>Referências</b>
Fruta Cítrica	Casca de Laranja	ácido gálico, catequinas, quercetina, <i>kaempferol</i>	(OZTURK, PARKINSON & GONZALEZ, 2018)
Uva	Bagaço de uva	antocianinas, taninos, catequinas, ácido gálico	(NUDDA <i>et al.</i> , 2019; ALONSO <i>et al.</i> , 2002)
	Talo de uva	flavonoides, taninos	
	Sementes de uva	taninos, catequinas, ácido gálico, ácido cafeico e ácidos ferúlicos	
Mirtilo	Frutos inteiros esmagados sementes casca	taninos, ácidos fenólicos, flavonóides	(CORREDU <i>et al.</i> , 2019)
Azeitona	Bagaço de oliva	rutina, luteolina, quercetina, oleuropeina	(OBIED <i>et al.</i> , 2007; ABBEDDOU <i>et al.</i> , 2011)
	Água residual	oleuropeina, <i>tyrosol</i> , ácido cafeico, ácido vanílico, rutina	
	Sementes	oleuropeina, <i>tyrosol</i>	
Tomate	Bagaço de tomate	Rutina, quercetina, <i>kaempferol</i>	(NUDDA <i>et al.</i> , 2019; ABBEDDOU <i>et al.</i> , 2011)

Os compostos fenólicos adicionados nas rações animais na forma de resíduos agroindustriais são submetidos ao efeito da mastigação. Neste processo, as bactérias ruminais e o metabolismo intestinal microbiano agem antes de serem absorvidos no intestino delgado e por fim depositados nos tecidos (FRUTOS *et al.*, 2004). Quando os compostos são ingeridos, podem ser hidrolisados, despolimerizados ou convertidos e conjugados no intestino e no fígado, dependendo das características estruturais (VASTA *et al.*, 2019). Vale ressaltar que a utilização dos resíduos industriais ricos em bioativos apresentaram efeitos benéficos na alimentação animal, como melhoraram o desempenho dos animais devido a melhor utilização da proteína dietética, melhorar a qualidade dos alimentos derivados, devido a capacidade dos compostos fenólicos de modular a biohidrogênio (metabolismo lipídico) do rúmen de ácidos graxos poli-insaturados, melhorando a fração lipídica dos produtos cárneos através do aumento da concentração de ácidos graxos benéficos, reduzindo a biossíntese ruminal e aumentando a estabilidade oxidativa dos produtos obtidos, como também apresentar efeito benéfico a saúde humana por reduzir riscos de doenças cardiovasculares (VASTA *et al.*, 2019; TAVENDALE *et al.*, 2005). Efeitos benéficos em relação a saúde do animal também pode ser observada como a redução de parasitas intestinas (ATHANASIADOU *et al.*, 2001), melhora na resposta imune por células, redução dos processos inflamatórios (GESSNER, RINGSEIS & EDER, 2017) e melhoria no estado antioxidante dos animais (LIU, ZHOU & LI, 2013).

Outro aspecto importante é o efeito dos compostos fenólicos na capacidade de reduzir emissões de metano, diminuindo assim, o impacto ambiental (KUMAR *et al.*, 2013). Este efeito está relacionado aos taninos, em particular, devido à interação com microrganismos ruminais e pela inibição da digestão de fibras, ou seja, ocorre interações entre os metabólitos secundário presentes nos resíduos industriais e microrganismos ruminais, além da diminuição dos íons de hidrogênio devido à menor degradação alimentar (KUMAR *et al.*, 2013; PATRA & SAXENA, 2011). Porém, este efeito promove uma redução na digestibilidade dos alimentos, causando impacto na produtividade animal (PATRA & SAXENA, 2011).

O uso de subprodutos agroindustriais na alimentação animal vem sendo explorado por diversos pesquisadores. Alguns trabalhos recentemente publicados empregando esta abordagem estão demonstrados na tabela 2.

**Tabela 2.** Aplicações recentes empregando a utilização de subprodutos agroindustriais na alimentação animal.

<b>Objetivo do estudo</b>	<b>Referências</b>
Avaliar o efeito da suplementação de subprodutos agroindustriais nas características do leite de cabra leiteira, utilização de nutrientes, fermentação ruminal e produção de metano.	(MARCOS <i>et al.</i> , 2020)
Aumentar o teor de ácidos graxos essenciais em carnes de cordeiros, a partir de uma dieta baseada em linhaça e sabão de cálcio.	(BHATT <i>et al.</i> , 2020)
Uso de polpa de laranja desidratada na dieta de cabras leiteiras: efeitos sobre a produção e composição do leite e parâmetros sanguíneos de mães e desempenho de crescimento e qualidade de carcaça de cabritos.	(GUZMÁN <i>et al.</i> , 2020)
Glicerina bruta na suplementação de novilhas mestiças em pastagens tropicais.	(ALMEIDA <i>et al.</i> , 2021)
avaliar a composição físico-química da carne, bem como o perfil dos ácidos graxos após a introdução do subproduto de torta de girassol na alimentação dos animais.	(OLIVEIRA <i>et al.</i> , 2019)
avaliar os efeitos da adição de biomassa de levedura na dieta de camarão <i>Macrobrachium rosenbergii</i> e no perfil bioquímico durante o ciclo produtivo.	(SOARES <i>et al.</i> , 2020)
Avaliar o potencial nos resíduos agroindustriais de brócolis na dieta de gado leiteiro.	(QUINTERO-HERRERA <i>et al.</i> , 2021)

Visando o aproveitamento de partes do pinheiro que geralmente são descartadas no lixo, como as cascas, o trabalho de Reynolds *et al.* (2020) utilizou as cascas de pinheiro moídas (PB) na alimentação de cabras de corte

para avaliar o desempenho das mesmas (REYNOLDS *et al.*, 2019). No seu experimento, 24 cabras foram submetidas a dois tratamentos para avaliar o efeito do resíduo PB rico em tanino condensado, no desenvolvimento dos animais, metabólitos sanguíneos e características de carcaça (REYNOLDS *et al.*, 2019). A dieta das cabras consistia em porções mistas de grãos compostas por 30% de feno de capim-bermuda (BGH) mais concentrado e 30% de PB mais concentrado por 55 dias. Concluiu-se com o trabalho que o uso das cascas de pinheiro moídas na alimentação dos animais não causou grandes alterações no peso corporal, no ganho médio diário, nas características da carcaça, no pH e na cor da carne se comparado com a dieta controle (REYNOLDS *et al.*, 2019). Em relação aos metabólitos sanguíneos, o plasma gama-glutamil transferase ( $P = 0,03$ ), glicose ( $P < 0,01$ ) e concentrações de Ca ( $P = 0,04$ ) foram maiores para PB do que para BGH. Nesse sentido, a dieta se mostrou satisfatória no que se refere ao desempenho dos animais e com potencial para reduzir os custos das dietas dos animais (REYNOLDS *et al.*, 2019).

Na pesquisa de Martins e colaboradores (2021) foi aplicada a silagem do bagaço de uva (GPS) na alimentação de cordeiros para substituir a silagem de milho e avaliar a qualidade da carne após o tratamento (MARTINS *et al.*, 2021). Neste trabalho, a dieta foi introduzida a 24 cordeiros machos e em 4 tratamentos com crescentes níveis de silagem de bagaço de uva. Os resultados apontaram que o uso da GPS auxiliou na produção de uma carne com maior teor de lipídios totais, maior participação de ácidos graxos poli-insaturados e maior estabilidade oxidativa, e não apresentou alterações sensoriais na carne (MARTINS *et al.*, 2021). Nesse sentido, o incremento da silagem de bagaço de uva na dieta de cordeiros mostrou resultados satisfatório na qualidade da carne, bem como pode ser considerada é uma boa forma de destino dos resíduos de indústrias e agroindústrias que beneficiam uva (MARTINS *et al.*, 2021).

O uso do extrato de raiz de alcaçuz na dieta de coelhos e na carne dos animais foi avaliado em um experimento com 56 coelhos com as suas ninhadas (6-8 kits / litro), as quais foram divididos em quatro grupos dietéticos. O primeiro grupo recebeu dieta comercial (controle C), enquanto os demais grupos foram alimentados com dieta C suplementada com quantidade

crescente de extrato de alcaçuz: 2 g / kg (L2), 4 g / kg (L4), 6 g / kg (L6). Para as análises, 6 coelhos com 6 semanas foram selecionados para avaliar o pH do trato gastrointestinal e contagem microbiana. Após o abate as características da carcaça, da perna traseira (HL) e Carne *Longissimus lumborum* (LL) foram avaliadas (DALLE ZOTTE *et al.*, 2019). A carne picada do HL pertencente aos tratamentos dietéticos C e L6 foi dividida em duas partes cada para incorporar o extrato de alcaçuz a 0,25% (p / p), obtendo-se quatro grupos de hambúrgueres de carne: CC; CL; L6C e L6L. O pH, a cor e a contagem microbiana (TVC, coliformes e *Pseudomonas*) foram medidos nos dias 0, 3 e 6 de armazenamento refrigerado. Já a carne Carne *Longissimus lumborum* (LL) passou por uma análise sensorial para avaliar sabor, textura, odor e sabores estranhos (DALLE ZOTTE *et al.*, 2019).

Os resultados obtidos demonstraram que as bactérias aeróbias totais do conteúdo fecal aumentaram com a inclusão do extrato (DALLE ZOTTE *et al.*, 2019). Além disso, coelhos do grupo L6 apresentaram o maior peso de carcaça e maior proporção da parte intermediária da carcaça, mas em detrimento da parte traseira, em comparação aos coelhos do grupo sem tratamento. Também, o nível de inclusão na dieta de alcaçuz aumentou significativamente a proporção de gordura dissecável na carcaça resfriada (DALLE ZOTTE *et al.*, 2019). Em relação as análises sensoriais de hamburgueres produzidos com a carne dos experimentos, não foram observadas alterações com o incremento do extrato de alcaçuz. No entanto, os hambúrgueres L6C e L6L possuíram o menor crescimento microbiano durante o armazenamento refrigerado. Ainda assim, pode-se concluir que a inclusão dietética foi mais eficaz do que a incorporação à carne como antimicrobiano em hambúrgueres cárneos. E que a combinação da suplementação com extrato de alcaçuz na dieta e na carne pode reduzir os patógenos de origem alimentar (DALLE ZOTTE *et al.*, 2019).

O trabalho realizado por Stefanello *et al* (2019) objetivou analisar as características físico-químicas da carne a vácuo de novilhos submetidos a dieta com bagaço de cervejaria (BSG) como substituto parcial da silagem de milho (CS) (STEFANELLO *et al.*, 2019). Para o experimento, vinte novilhos foram distribuídos a tratamentos com cinco repetições cada: 50% concentrado + 50% CS; + 35% CS + 15% BSG; + 25% CS + 25% BSG; e 15% CS + 35% BSG por 90 dias. Sendo o concentrado composto por farelo de arroz, farelo de trigo e

fubá de milho e suplemento mineral-vitamínico. Após os tratamentos, os animais foram abatidos e o músculo *Longissimus thoracis* foi utilizado para a condução das análises. Com base nos resultados obtidos nas análises, foi constatado que padrões como oxidação lipídica e proteica, cor e estabilidade microbiológica da carne não sofreram alterações devido a dieta, mas oscilaram ao longo do armazenamento. Nesse sentido o BSG poderia ser usado na alimentação de bovinos de corte como forragem em até 35% (base seca) sem trazer riscos a vida útil da carne (STEFANELLO *et al.*, 2019).

O trabalho desenvolvido por Nobre *et al* (2020) visou demonstrar o potencial uso de subprodutos da goiaba na fabricação de rações animais, uma vez que o resíduo é rico em proteínas, lipídios, polifenóis e vitamina C (NOBRE *et al.*, 2020). Nesse sentido, o trabalho avaliou as modificações físico-químicas e o desempenho produtivo em carnes de cordeiros submetidos ao tratamento com resíduos agroindustriais de goiaba (GAW) (NOBRE *et al.*, 2020). No experimento, 40 animais da raça Santa Inês com em média 4 meses, e em torno de 22 kg foram avaliados. Esses animais receberam uma dieta na proporção volumoso: concentrado de 50:50, visando um ganho de peso de 250 g / dia. A dieta experimental foi composta por milho moído, farelo de soja e suplemento vitamínico e mineral e o feno Tifton 85 (*Cynodon dactylon*L) foi substituído pelo GAW (NOBRE *et al.*, 2020).

Como resultado, foi observado um aumento de peso médio de 316 g / dia consumindo 1,32 kg / dia de matéria seca. Além disso, não foi constatado mudanças de pH e as perdas por cocção não foram relacionadas ao tratamento (NOBRE *et al.*, 2020). A alimentação com GAW reduziu a umidade do músculo *Longissimus lumborum* (LL) e aumentou a gordura intramuscular (devido aos ácidos graxos insaturados presentes no GAW) bem como aumentou o conteúdo de cinzas (devido ao alto teor de cinzas no GAW). Por fim, a alimentação com GAW não afetou negativamente as análises sensoriais da carne de cordeiro (odor, sabor, textura), nesse sentido o GAW pode ser acrescentado na alimentação de cordeiros em até 30% sem comprometer as características físico-químicas e sensoriais da carne (NOBRE *et al.*, 2020).

Pode-se observar de forma geral o papel benéfico do uso de subprodutos agroindustriais na suplementação alimentar animal. A população impulsiona a demanda por alimento, aumentando consequentemente a

produção industrial como também as atividades pecuaristas. Como efeito positivo deste processo produtivo, os subprodutos agroindustriais obtidos do extensivo processo industrial podem ser empregados como substituintes de rações e refeições animais, descritos como “concentrados não comestíveis humanos”. Como também, fornecem compostos bioativos que promovem efeitos benéficos para o meio ambiente, como a redução de metano, aumento do valor nutricional dos alimentos humanos de origem animal e produtividade animal, proporcionando uma maior eficácia na cadeia alimentar.

### 3. Conclusão

O uso de subprodutos agroindustriais rico em compostos bioativos na suplementação animal é considerada uma estratégia eficaz para a redução da proporção de descarte inadequada de matérias-primas utilizando-as em rações animais. Diversos aspectos positivos foram relatados, como aumento dos ácidos graxos poli-insaturados, redução da emissão de gases poluentes, melhor saúde animal, melhor qualidade da carne, como também a redução do custo alimentar. Desta forma, a valorização destes resíduos torna-se uma estratégia eficaz na redução e gestão dos resíduos, contribuindo significativamente para maior sustentabilidade ambiental aliada a qualidade dos alimentos que chegam até a mesa do consumidor.

### 4. Referências

ABBEDDOU Souheila *et al.* Modification of milk fatty acid composition by feeding forages and agro-industrial byproducts from dry areas to Awassi sheep. **Journal of Dairy Science**. v. 94, n. 9, p. 4657-68, 2011. <https://doi.org/10.3168/jds.2011-4154>.

ALMEIDA, V. S. Vitor *et al.* Crude glycerin in the supplementation of crossbred heifers in tropical pastures. **Animal**. v. 15, n. 2, p. 100088, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.animal.2020.100088>.

ALONSO, M. Angeles *et al.* Determination of antioxidant activity of wine byproducts and its correlation with polyphenolic content. **J Agric Food Chem**. v. 50, n. 21, p. 5832-6, 2002. <https://doi.org/10.1021/jf025683b>.

ANDERSEN, J. Henrik *et al.* Feeding and meat quality – a future approach. **Meat Science**. v.70, n. 3, p. 543-54, 2005. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2004.07.015>.

ATHANASIADOU, Spiridoula *et al.* Direct anthelmintic effects of condensed tannins towards different gastrointestinal nematodes of sheep: in vitro and in vivo studies. **Veterinary Parasitology**. v. 99, n. 3, p. 205-19, 2001. [https://doi.org/10.1016/S0304-4017\(01\)00467-8](https://doi.org/10.1016/S0304-4017(01)00467-8).

ATHANASIADOU Spiridoula, KYRIAZAKIS, Ilias, JACKSON, Frank. Can plant secondary metabolites have a role in controlling gastrointestinal nematode parasitism in small ruminants? **BSAP Occasional Publication**. v. 34, p. 197-207, 2018. <https://doi.org/10.1017/S1463981500042424>.

BHARATHIRAJA, Subramaniyan *et al.* **Production of Enzymes From Agricultural Wastes and Their Potential Industrial Applications**. In: Kim S-K, Toldrá F, editors. *Advances in Food and Nutrition Research*. 80: Academic Press; 2017. p. 125-48.

BHATT, Randhir *et al.* Dietary supplementation of extruded linseed and calcium soap for augmenting meat attributes and fatty acid profile of longissimus thoracis muscle and adipose tissue in finisher Malpura lambs. **Small Ruminant Research**. v.184, p.106062, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2020.106062>.

CASTILLO, Cristina *et al.* Effect of Supplementation with Antioxidants on the Quality of Bovine Milk and Meat Production. **The Scientific World Journal**. 2013;2013:616098. <https://doi.org/10.1155/2013/616098>.

CASTRICA, Marta *et al.* Total phenolic content and antioxidant capacity of agri-food waste and by-products. **Italian Journal of Animal Science**. v. 18, n. 1, p. 336-41, 2019. <https://doi.org/10.1080/1828051X.2018.1529544>.

CORREDDU, Fabio *et al.* Can Agro-Industrial By-Products Rich in Polyphenols be Advantageously Used in the Feeding and Nutrition of Dairy Small Ruminants? **Animals (Basel)**. v. 10, n. 1, 2020. <https://doi.org/10.3390/ani10010131>.

COSTA, C. Denise *et al.* Advances in phenolic compounds analysis of aromatic plants and their potential applications. **Trends in Food Science & Technology**. v. 45, n. 2, p. 336-54, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2015.06.009>.

DALLE ZOTTE, Antonella *et al.* Effect of an in-vivo and/or in-meat application of a liquorice (*Glycyrrhiza glabra* L.) extract on fattening rabbits live performance, carcass traits and meat quality. **Animal Feed Science and Technology**. v. 260, p. 114333, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2019.114333>.

FIGUEREOLA, Fernando *et al.* Fibre concentrates from apple pomace and citrus peel as potential fibre sources for food enrichment. **Food Chemistry**. v. 91, n. 3, p. 395-401, 2005. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2004.04.036>.

FRUTOS, P *et al.* Review. Tannins and ruminant nutrition. **Spanish Journal of Agricultural Research**. v. 2, 2004. <https://doi.org/10.5424/sjar/2004022-73>.

GAUR, K. Vivek *et al.* Assessing the impact of industrial waste on environment and mitigation strategies: A comprehensive review. **Journal of Hazardous Materials**. v. 398, p.123019, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2020.123019>.

GESSNER, K. Denise; RINGSEIS Robert; EDER Klaus. Potential of plant polyphenols to combat oxidative stress and inflammatory processes in farm animals. **J Anim Physiol Anim Nutr (Berl)**. v. 101, n. 4, p. 605-28, 2017. <https://doi.org/10.1111/jpn.12579>.

GUZMÀN, José *et al.* Using dried orange pulp in the diet of dairy goats: effects on milk yield and composition and blood parameters of dams and growth performance and carcass quality of kids. **Animal**. v. 14, n. 10, p. 2212-20, 2020. <https://doi.org/10.1017/S1751731120000932>.

HALMEMI, Anni *et al.* Review: Alternative and novel feeds for ruminants: nutritive value, product quality and environmental aspects. **Animal**. v. 12, n. s2, p. s295-s309, 2018. <https://doi.org/10.1017/s1751731118002252>.

KALOGEROPOULOS, Nick *et al.* Bioactive phytochemicals in industrial tomatoes and their processing byproducts. **LWT - Food Science and**

**Technology.** v. 49, n. 2, p. 213-6, 2012. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2011.12.036>.

KUMAR, Sanjay *et al.* New aspects and strategies for methane mitigation from ruminants. **Applied microbiology and biotechnology.** v. 98, 2013. <https://doi.org/10.1007/s00253-013-5365-0>.

LIU, Huawei; Zhou Daowei; Li Ke Effects of chestnut tannins on performance and antioxidative status of transition dairy cows. **Journal of Dairy Science.** v. 96, n. 9, p. 5901-7, 2013. <https://doi.org/10.3168/jds.2013-6904>.

MAKKAR, Harinder Paul Singh. State-of-the-art on detoxification of *Jatropha curcas* products aimed for use as animal and fish feed: A review. **Animal Feed Science and Technology.** V.222, p. 87-99, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2016.09.013>.

MARCOS, N. Carlos *et al.* Effects of agroindustrial by-product supplementation on dairy goat milk characteristics, nutrient utilization, ruminal fermentation, and methane production. **Journal of Dairy Science.** v. 103, n. 2, p.1472-83, 2020. <https://doi.org/10.3168/jds.2019-17386>.

MARTINS, Diego *et al.* Lambs fed with increasing levels of grape pomace silage: Effects on meat quality. **Small Ruminant Research.** v. 195, p. 106234, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2020.106234>.

MIN, R. Beyng *et al.* The effect of condensed tannins on the nutrition and health of ruminants fed fresh temperate forages: a review. **Animal Feed Science and Technology.** v. 106, n.1, p. 3-19, 2003. [https://doi.org/10.1016/S0377-8401\(03\)00041-5](https://doi.org/10.1016/S0377-8401(03)00041-5).

MUCHUWETI, Maud *et al.* Phenolic Composition and Antioxidant Properties of Some Spices. **American Journal of Food Technology.** v. 2, 2007. <https://doi.org/10.3923/ajft.2007.414.420>.

NOBRE, Priscila *et al.* The impact of dietary supplementation with guava (*Psidium guajava* L.) agroindustrial waste on growth performance and meat quality of lambs. **Meat Science.** v. 164, p.108105, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2020.108105>.

NUDDA, Anna *et al.* Small amounts of agro-industrial byproducts in dairy ewes diets affects milk production traits and hematological parameters. **Animal Feed Science and Technology**. v. 251, p. 76-85, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2019.02.007>.

OBIED, Hassan *et al.* Bioscreening of Australian olive mill waste extracts: biophenol content, antioxidant, antimicrobial and molluscicidal activities. **Food Chem Toxicol**. v. 45, n. 7, p.1238-48, 2007. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2007.01.004>.

OZTURK, Baranse *et al.* Extraction of polyphenolic antioxidants from orange peel waste using deep eutectic solvents. **Separation and Purification Technology**. v. 206, p. 1-13, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.seppur.2018.05.052>.

OLIVEIRA, Vinicius *et al.* Physicochemical composition, fatty acid profile and sensory attributes of the meat of young Nellore bulls fed sunflower cake from the biodiesel industry. **Livestock Science**. v. 227, p. 97-104, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2019.07.012>.

PATRA, Amlan; SAXENA, Jyotisna Exploitation of dietary tannins to improve rumen metabolism and ruminant nutrition. **J Sci Food Agric**. v. 91, n. 1, p. 24-37, 2011. <https://doi.org/10.1002/jsfa.4152>.

QUIDEAU, Stéphane *et al.* Plant Polyphenols: Chemical Properties, Biological Activities, and Synthesis. **Angewandte Chemie International Edition**. v. 50, n. 3, p. 586-621, 2011. <https://doi.org/10.1002/anie.201000044>.

QUINTERO, Samuel *et al.* The use of broccoli agro-industrial waste in dairy cattle diet for environmental mitigation. **Cleaner Environmental Systems**. v. 2, p. 100035, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.cesys.2021.100035>.

REYNOLDS, Desnatie *et al.* Influence of tannin-rich pine bark supplementation in the grain mixes for meat goats: Growth performance, blood metabolites, and carcass characteristics. **Animal Nutrition**. v. 6, n. 1, p. 85-91, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.aninu.2019.09.003>.

RAVINDRAN, Rajeev *et al.* Review on Bioconversion of Agro-Industrial Wastes to Industrially Important Enzymes. **Bioengineering**. v. 5, n. 4, 2018. <https://doi.org/10.3390/bioengineering5040093>.

SALAMI, Saheed *et al.* Sustainability of feeding plant by-products: A review of the implications for ruminant meat production. **Animal Feed Science and Technology**. v. 251, n. 37-55, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2019.02.006>.

SANTANA-FILHO, Nivaldo *et al.* Physicochemical and sensory characteristics of meat from young Nellore bulls fed different levels of palm kernel cake. **J Sci Food Agric**. v. 96, n. 10, p. 3590-5, 2016. <https://doi.org/10.1002/jsfa.7546>.

SASU, Yaw; CEDERBERG, Christel; WIRSENIUS Stefans. Localising livestock protein feed production and the impact on land use and greenhouse gas emissions. **Animal**. v. 8, n. 8, p. 1339-48, 2014. <https://doi.org/10.1017/S1751731114001293>.

SHARMA, Poonam *et al.* Microbial strategies for bio-transforming food waste into resources. **Bioresource Technology**. v. 299, p. 122580, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2019.122580>.

SOARES, Mariana *et al.* Protein hydrolysates from poultry by-product and swine liver as an alternative dietary protein source for the Pacific white shrimp. **Aquaculture Reports**. v. 17, p. 100344, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.aqrep.2020.100344>.

STEFANELLO, Flávia *et al.* Stability of vacuum-packed meat from finishing steers fed different inclusion levels of brewer's spent grain. **Meat Science**. v. 147, p.155-61, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2018.09.004>.

TAVENDAL, Michael *et al.* Methane production from in vitro rumen incubations with *Lotus pedunculatus* and *Medicago sativa*, and effects of extractable condensed tannin fractions on methanogenesis. **Animal Feed Science and Technology**.123124:40319, 2005. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2005.04.037>.

VASTA, Valentina; LUCIANO Giuseppe. The effects of dietary consumption of plants secondary compounds on small ruminants' products quality. **Small**

**Ruminant Research.** v. 101, n. 1, p. 150-9, 2011.  
<https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2011.09.035>.

VASTA, Valentina *et al.* Invited review: Plant polyphenols and rumen microbiota responsible for fatty acid biohydrogenation, fiber digestion, and methane emission: Experimental evidence and methodological approaches. **Journal of Dairy Science.** v. 102, n. 5, p. 3781-804, 2019.  
<https://doi.org/10.3168/jds.2018-14985>.

VODNAR, Dan *et al.* Identification of the bioactive compounds and antioxidant, antimutagenic and antimicrobial activities of thermally processed agro-industrial waste. **Food Chemistry.** v. 231, p. 131-40, 2017.  
<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.03.131>.

ZAMUZ, Sol *et al.* Citrullus lanatus as source of bioactive components: An up-to-date review. **Trends in Food Science & Technology.** v. 111, p. 208-22, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.03.002>.

## **Autores**

Bruna Nichelle Lucas, Andressa Inês Schu, Flávia Michelin Dalla Nora

Universidade Federal de Santa Maria Endereço: Av. Roraima, 1000, CEP 97105-900, Santa Maria/RS, Brasil.

\* Autor para correspondência: [flavia.nora@ufsm.br](mailto:flavia.nora@ufsm.br)