

REVISÃO DE USO DE RESÍDUOS INDUSTRIAIS EM SISTEMAS DE PRODUÇÃO AGROECOLÓGICOS: FORMAS, LEIS E RESULTADOS

Chansislayne Gabriela da Silva, Rodrigo Martins Pereira, Marcos Paulo Mazzeo Mariano, Letícia Paulucio.

Universidade Federal do Espírito Santo, Programa de Pós-graduação em Agronomia, Alto Universitário, Guararema, 29500-000, Alegre - ES, Brasil, chansislayne_silva@outlook.com; aquicultura.rodrigo@gmail.com; eng.marcosmazzeo@gmail.com; leticia_paulucio@hotmail.com.

Resumo

A utilização de resíduos industriais de origem vegetal e animal em sistemas agroecológicos tem demonstrando-se sustentável e eficiente para melhorar a fertilidade do solo, aumentar a produtividade e diminuir a dependência de produtos químicos. Objetivou-se com este trabalho realizar uma revisão bibliográfica sobre Uso de resíduos industriais, de origem vegetal e animal em sistemas de produção agroecológicos: formas, leis e resultados. A utilização de resíduos industriais, sejam eles de origem vegetal ou animal, em sistemas agroecológicos, podem proporcionar uma abordagem mais sustentável e eficiente para a produção de alimentos.

Palavras-chave: Torta de filtro. Torta de mamona. Vinhaça. Farinhas de carne e ossos.

Área do Conhecimento: Agronomia.

Introdução

A utilização de resíduos industriais de origem vegetal e animal em sistemas agroecológicos tem demonstrando-se sustentável e eficiente para melhorar a fertilidade do solo, aumentar a produtividade e diminuir a dependência de produtos químicos (LUCENA, 2014). Dentre eles temos as tortas e vinhaças de origem vegetal e farinhas de osso, sangue ou carne de origem animal.

As tortas podem ser produzidas, pela produção de biodiesel direto da semente, sendo um resíduo industrial, porém, pode ser considerada coproduto da produção do biodiesel, a partir de oleaginosas como a mamona, girassol, dendê, pinhão-manso e soja, dentre outras (SILVA et al., 2012).

Em relação à produção de álcool, temos dois resíduos sendo as tortas e a vinhaça, onde a vinhaça é considerada como um resíduo de potencial contaminante elevado, pois que cada litro de álcool produzido, gera aproximadamente dez litros de vinhaça (CHITOLINA & HARDER, 2020).

Enquanto um resíduo em larga escala produzido é ósseo oriundo de abatedouros, e devido à sua natureza química, esses resíduos podem servir como fontes de nutrientes essenciais para plantas após processamento térmico para produção de Farinhas de Osso Calcínadas (FOC) (MATTAR; FRADE-JÚNIOR; OLIVEIRA, 2014).

De acordo com estudos recentes, a aplicação de resíduos orgânicos pode melhorar a estrutura do solo e aumentar a biodiversidade microbiana, auxiliando no controle biológico de pragas (Smith et al., 2020; Zhang et al., 2021). As experiências práticas demonstram que o manejo adequado de resíduos, como vinhaça e compostos orgânicos, pode aumentar significativamente a produtividade agrícola, sem comprometer a qualidade ambiental (Silva et al., 2023).

Objetivou-se com este trabalho realizar uma revisão bibliográfica sobre Uso de resíduos industriais, de origem vegetal e animal em sistemas de produção agroecológicos: formas, leis e resultados.

Metodologia

Para a elaboração do trabalho, foram utilizados materiais dos últimos 10 dez anos, bem como referências clássicas e indispensáveis sobre o tema em questão. As palavras-chave foram: uso de resíduos industriais na agricultura, torta de filtro, torta de mamona, vinhaça, e farinhas de carne e ossos na adubação. Na estratégia de busca, utilizaram-se nove recursos informacionais, sendo cinco bases de dados eletrônicas (BDENf, CINAHL, LILACS, SCOPUS e WEB OF SCIENCES), o portal PubMed, que engloba o MEDLINE, duas bibliotecas digitais (Banco de Teses da CAPES e SciELO) e um buscador acadêmico (Google Acadêmico). A busca foi realizada de abril a junho de 2024.

Resultados e Discussão

O processo de industrialização no Brasil é subsidiado principalmente pelo crescente aporte de matérias primas advinda das “commodities” agrícolas, este setor, além de movimentar a economia colaborando com o PIB - Produto Interno Bruto, fornece matéria prima para os diversos setores da indústria alimentícia e biocombustíveis. Gerando uma relação de crescimento mútuo entre os setores. (ZANCO e DE MELLO, 2024), no entanto, diversos setores industriais geram resíduos que deveriam ser incorporados novamente ao ciclo de produção das culturas.

Todavia, algumas características peculiares de cada processo industrial, torna o seu uso restrito, condicionado ou proibido, e para tanto se faz necessário compreender as formas de uso destes resíduos industriais na agricultura (LUCENA, 2014).

Devido ao Brasil ser grande produtor, consumidor e exportador de grãos, cana e carne, os subprodutos gerados pela industrialização desses podem ajudar a diminuir a demanda externa por insumos uma vez que existe grande potencial para uso de 100% destes resíduos como fertilizantes e/ou condicionadores de solo (LEITE et al, 2019).

Os resíduos industriais podem ser utilizados diretamente sobre as culturas que os originou como a vinhaça e a torta de filtro, destinados diretamente para cultura da cana (BORDIN et al, 2024), ou indiretamente sendo destinados para outra cultura, ainda, há aqueles resíduos agroindustriais que não são de origem vegetal, mas que possuem potencial de uso como fertilizantes, como é o caso das farinhas (carne, ossos e peixe).

A vinhaça é o subproduto líquido oriunda do processamento de destilação do caldo de cana. Em algumas regiões também pode ser chamado de vinhoto, caldo, vinhote, restilo, garapão, etc. (SANTOS, 2021). Dentre os diversos estudos com este subproduto as formas mais eficientes de utilização têm se destacado na atualidade (Tabela1), deve-se ao fato do elevado custo de armazenamento e transporte. Visto que, para cada litro de álcool produzido são gerados de 10 a 14 litros de vinhaça, dos quais 97% é água e 3% sólidos (TEIXEIRA, 2022).

Tabela 1- Relação de alguns estudos recentes com as formas de utilização da vinhaça e seus objetivos.

Autor	Objetivo	Forma de utilização
(TAVARES et al, 2024)	Verificar influencia qualidade química e física do solo	Fertirrigação
(GOMES, 2024)	Concentrar o volume de Vinhaça	Evaporação
(TAVARES et al, 2024)	Fertilização de Milho	Fertirrigação
(MESSIAS JUNIOR, 2024)	Comparação entre as formas de aplicação da vinhaça convencional e Vinhaça Otimizada.	Fertirrigação
(CARDOSO, 2024)	Tratamento da Vinhaça por digestão anaeróbia	Digestão Anaeróbia

Fonte: o autor.

De acordo com Rossetto e Santiago (2013), a vinhaça pode ser aplicada por caminhão tanque (caminhão percorre o campo realizando a fertirrigação por bombas ou por gravidade), Aspersão convencional (Tubulações conduzem a vinhaça diretamente para as lavouras) e Aspersão por canhão hidráulico (a vinhaça é lançada na lavoura por meio de bombas que a succionam e bombeiam diretamente do canal).

Devido a algumas características da vinhaça como pH ácido, poder corrosivo e alta demanda bioquímica de oxigênio (SANTOS, 2021), deve-se ter critérios visando evitar a salinização do solo, lixiviação de compostos e percolação dos mesmos até corpos hídricos (SEIXAS et al., 2016). No entanto, o uso moderado e seguro da vinhaça demonstra benefícios significativos, tais como a melhoria da fertilidade do solo e o aumento da produtividade agrícola, o que pode favorecer o crescimento de colônias de fungos e bactérias, incluindo o *Bacillus subtilis*, que auxilia no controle de doenças do filoplanto (CHITOLINA & HARDER, 2020).

Em relação as tortas de uma maneira geral são o subproduto oriundo da extração de óleos das sementes. São exemplos os mais comuns são a torta de mamona e girassol, que contém características compatíveis com seu uso na nutrição animal e/ou fertilização dos solos (FERNANDES et al., 2019).

A torta de mamona pode ser utilizada como fertilizante orgânico diretamente sobre as culturas por ter uma alta concentração de nitrogênio ($37\text{kg}^*\text{t}^{-1}$) quando comparado com esterco bovino ($3,4\text{kg}^*\text{t}^{-1}$) por exemplo, já quando comparado com outra torta a torta de algodão os valores se assemelham ($31,30\text{kg}^*\text{t}^{-1}$) (BELTRÃO, 2002). Devido a sua alta relação C/N recomenda-se pode ser utilizada na compostagem de outros produtos com baixa relação C/N, deste modo melhorando a qualidade final do composto, sua eficiência e volume a ser transportado (MOROKAWA et al., 2017).

Da mesma forma a torta de algodão pode ser utilizada na agricultura, pois apresenta 4,53% de nitrogênio, 2,16% de fósforo, 0,74% de potássio, 0,57% cálcio e 0,39% magnésio (SEVERINO et al., 2006). No entanto, devido ao seu valor nutricional este produto é mais destinado a dietas de ruminantes (MELO, 2017).

Em relação a torta de filtro, diferente das demais tortas, é obtida a partir do processo de filtração mecânica e tratamento do caldo de cana durante o processo de clarificação (SILVA, 2021). Na qual apresenta características desejáveis do ponto de vista de fertilidade, pois tem alto teor de matéria orgânica, cálcio e fósforo, que vão conferir maior CTC, disponibilidade de nitrogênio e alumínio de forma benéfica, neste sentido podendo ser parcialmente substitutivos da adubação convencional (MIALICHI JÚNIOR et al, 2020).

Todavia, às altas concentrações de metais alta DBO, são fatores limitantes a sua utilização e devem ser levados em consideração na caracterização e uso com intuito de não causar problemas ambientais com o mesmo (ROSA; MARTINS, 2013). As farinhas de origem animal como a farinha de carne e osso, farinha de sangue, farinha de ossos, mesmo sendo mais comumente utilizadas na alimentação animal (VIEITES, 1999), podem ser utilizadas como fertilizante orgânico na agricultura (LEITÃO, 2001).

Enquanto as farinhas de carne e osso pode ser utilizada como fonte de nitrogênio e fósforo pois possui altos teores destes nutrientes. Fernandes e Vilela (2020), caracterizaram esse subproduto e encontraram valores de 11,25 e 7,24% para fósforo e nitrogênio respectivamente.

Outro subproduto de origem animal bastante utilizado é a farinha de ossos calcinada, em que os ossos bovinos são tratados termicamente em muflas e posteriormente triturados e peneirados para padronização, para atender a legislação e ser classificado como um fertilizante mineral simples, essa farinha deve conter no mínimo 20% de P_2O_5 e 16% de Cálcio (BRASIL, 2007).

Estas farinhas apesar de terem alto teor de fósforo este fósforo não apresenta total disponibilidade para as plantas, isso é devido a sua solubilidade nos solos, sendo este ainda um desafio no uso destas farinhas (BALAWEJDER et al., 2019). Mesmo com essa limitação as farinhas de ossos calcinada vem sendo empregada na agricultura com ótimos resultados de desempenho de milho, soja, trigo, forrageiras e frutíferas (FERREIRA et al., 2014).

Na legislação Brasileira não existe uma lei específica que trata exclusivamente de resíduos industriais na agricultura. No entanto, pode-se considerar como base para esta temática algumas resoluções que mencionam os resíduos de origem orgânica em sua regulamentação. Como exemplo, as leis da agricultura orgânica, os decretos e portarias que regulamentam essa lei, a política nacional de resíduos sólidos, a norma regulamentadora sobre resíduos industriais, a lei de crimes ambientais e a política nacional de saneamento básico (BRASIL, 2024).

A política nacional de resíduos sólidos instituída pela lei 12.305/2010 é responsável pelas diretrizes relativas à gestão integrada e gerenciamento de resíduos sólidos, que classifica os resíduos sólidos gerados nos processos produtivos e industriais em resíduos industriais. Nesta lei, é estabelecido que cabe ao titular dos serviços limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos a implantação de sistema de compostagem para resíduos sólidos orgânicos e articular com os agentes econômicos e sociais formas de utilização do composto produzido (BRASIL, 2024a).

No entanto, é necessário seguir alguns critérios, como por exemplo os estabelecidos pela Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) n° 313 (2002), pois ela estabelece a definição, classificação e gerenciamento dos resíduos de origem antrópica.

Conforme visto até então, a legislação trata os resíduos de origem industrial com diferentes classificações e especificidades. Já a Norma Regulamentadora (NR) n° 25 define resíduos industriais os provenientes de processos industriais, fazendo uma distinção daqueles de origem doméstica, quanto a suas características químicas, físicas e biológicas, como é o exemplo das cinzas, lodos, óleos, materiais alcalinos ou ácidos, escórias, poeiras borras dentre outros. Do ponto de vista agroecológico,

esta norma ainda é importante pois estabelece requisitos de segurança e saúde no trabalho para o gerenciamento de resíduos industriais, visando garantir o bem-estar do trabalhador.

Já a norma ABNT NBR 10004:2004 classifica os resíduos sólidos quanto a sua periculosidade em que o processo que gerou o resíduo é importante e determinante para essa classificação, que pode ser de classe I, considerados perigosos, ou seja, que apresentam risco à saúde pública e/ou meio ambiente, ou classe II, neste caso não perigosos. Neste sentido, aqueles classificados como classe II serão mais aceitos quanto ao que preconiza a Portaria do Ministério da Agricultura e Pecuária nº52/2021. Essa que regulamenta sistemas orgânicos de produção e as listas de substâncias e práticas para o uso nos sistemas orgânicos de produção.

Especificamente quanto aos resíduos industriais, a resolução supracitada determina que: “Permitidos desde que sejam oriundos de atividade legal. Permitidos desde que seu uso e manejo não causem danos à saúde e ao meio ambiente. Permitidos somente com a autorização do - Organismo de Avaliação da Conformidade Orgânica - OAC ou da Organização de Controle Social - OCS”. Condicionando o uso quanto a origem não ser de produtos geneticamente modificados ou derivados de organismos geneticamente modificados. Sendo vedado o uso de vinhaça amônia (BRASIL, 2024b).

Quanto às farinhas, de acordo com o MAPA (BRASIL, 2008) as farinhas são produtos não comestíveis, resultantes do processamento de resíduos animais, sejam eles carcaças, ossos, penas, sangue e vísceras, que atendem ao padrão de identidade e qualidade preestabelecidos, bem como aspectos higiênicos, sanitários e nutricionais, submetidos a trituração e esterilização. Este Regulamento define os procedimentos básicos para fabricação de farinhas e produtos gordurosos destinados à alimentação animal e, a critério da Secretaria de Defesa Agropecuária, de outros produtos derivados, para os estabelecimentos que processam resíduos animais não comestíveis.

De uma maneira geral, a legislação brasileira não restringe o uso de resíduos industriais na agricultura, mas estabelece critérios como pode ser visto alguns mais específicos como no caso dos produtos considerados orgânicos (BRASIL, 2024c), outros mais voltados para a proteção ambiental conforme a Política Nacional de Meio Ambiente (BRASIL, 2024d). Ainda, é preciso levar em consideração a legislação estadual. Por exemplo, em São Paulo, a indústria precisa obter o certificado de movimentação de resíduos de interesse ambiental, que é um documento emitido pela CETESB (Companhia Ambiental do Estado de São Paulo) que aprova o encaminhamento de resíduos de interesse ambiental a locais de reprocessamento, armazenamento, tratamento ou disposição final (CETESB, 2024). Com isso, pesquisas voltadas para o uso destes resíduos na agricultura deve sempre ter como princípios o que preconiza a legislação supracitada.

Conclusão

A utilização de resíduos industriais, sejam eles de origem vegetal ou animal, em sistemas agroecológicos, podem proporcionar uma abordagem mais sustentável e eficiente para a produção de alimentos, desde que seja feita com base em técnicas bem fundamentadas, o que trará benefícios tanto ambientais quanto econômicos para os agricultores.

No entanto, é crucial analisar e manusear de forma adequada para prevenir danos ambientais ao solo e às águas, de modo a maximizar os benefícios, minimizando os efeitos colaterais.

Referências

BALAWAJDER, M.; MATŁOK, N.; GORZELANY, J.; PIENIAŻEK, M.; ANTOS, P.; WITEK, G.; SZOSTEK, M. Foliar Fertilizer Based on Calcined Bones, Boron and Molybdenum - A Study on the Development and Potential Effects on Maize Grain Production. *Sustainability*, v. 11, n. 19, p. 5287, 2019.

BELTRÃO, N. E. M. **Torta de mamona (Ricinus communis L.): fertilizante e alimento**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2002.

BELTRÃO, NE de M.; DE OLIVEIRA, M. I. P. **Detoxicação e aplicações da torta de mamona**. Campina Grande: Embrapa Algodão. 2009.

BRASIL a. **Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010.** Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Ministério do Meio Ambiente, Brasília, DF, 2010.

BRASIL b. **Decreto nº 6.323, de 27 de dezembro de 2007.** Regulamenta a Lei nº 10.831, de 23 de dezembro de 2003, que dispõe sobre a agricultura orgânica, e dá outras providências. Presidência da República, Brasília, DF, 2007.

BRASIL c. **Lei nº 10.831, de 23 de dezembro de 2003.** Dispõe sobre agricultura orgânica e dá outras providências. Presidência da República, Brasília, DF, 2003.

BRASILb. **Portaria n. 52 de 15 de março de 2021.** Estabelece o Regulamento Técnico para os Sistemas Orgânicos de Produção e as listas de substâncias e práticas para o uso nos Sistemas Orgânicos de Produção.

CARDOSO, L. P. L.; OLIVEIRA NETTO, A. P. Simulação preliminar da geração de subprodutos em reatores biológicos tratando vinhaça. **Revista AIDIS de ingeniería y ciencias ambientales: Investigación, desarrollo y práctica**, v. 17, n. 1, p. 156-174.

CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Legislação vigente.** Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/residuossolidos/> Acesso em: 15 de jun. 2024.

CHITOLINA, G. M.; HARDER, M. N. C. Avaliação da viabilidade do uso de vinhaça como adubo. **Bioenergia em Revista: Diálogos**, v. 10, n. 2, p. 08-24, 2020.

FERNANDES, G. G.; VILELA, H. H. Uso de farinha de carne e ossos e de farinha de sangue na adubação do milho. **Cerrado Agrociências**, v. 11, p. 86-94, 2020.

FERNANDES, R. C.; AQUINO, A. M.; LEAL, M.M.A. Utilização de composto orgânico com diferentes níveis de enriquecimento como substrato para produção de mudas de alface e beterraba. **Cadernos de Agroecologia**, v. 4, n. 1, 2019.

FERREIRA, A. V. L.; FERREIRA, E.; CAVALI, J.; PORTO, M. O.; STACHIW, R. Farinha de ossos calcinada. **Revista Brasileira de Ciências da Amazônia/Brazilian Journal of Science of the Amazon**, v. 3, n. 1, p. 29-36, 2014.

LEITÃO, M. F. **Patógenos emergentes na indústria de carnes.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE CARNES, 1., 2001. Campinas. Anais. Campinas: CTC/ITAL, 2001. p. 422-428.

LEITE, R.; SILVA, R. R.; LEITE, R.; CARNEIRO, J. S.; FARIA, Á. J. G.; FREITAS, G. A. Farinha de carne e ossos e adubação de cobertura na produtividade de capim Mombaça. **Nativa**, v. 7, n. 1, p. 59-63, 2019

LUCENA, E. H. L. **Efeitos da aplicação de vinhaça e torta de filtro na cultura do sorgo sacarino visando produção de biomassa e rendimento de caldo.** 2014. 50 f. Dissertação (Programa de Pós-graduação em Engenharia Agrícola). Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, Pernambuco, 2014.

MAPA BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 34, de 28 de maio de 2008. Diário **Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, ano 2008. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos>. Acesso em: Jun. 2024.

MATTAR, E.P.L.; FRADE JÚNIOR, E.F.; OLIVEIRA, E. Caracterização físico-química de cinza de osso bovino para avaliação do seu potencial uso agrícola. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 44, n. 1, p. 65-70, 2014.

MELO, J. C. R. **Uso da espectroscopia de reflectância do infravermelho próximo (NIRS) para previsão da composição bromatológica da torta de algodão e feijão guandu**. 2017. 68 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual Vale do Acaraú, Sobral, 2017.

MESSIAS JUNIOR, W. R. **Vinhaça na plantação de cana-de-açúcar**: Modelo de análise para identificar a aplicação mais favorável entre a técnica de vinhaça convencional e a otimizada. 2024.

MIALICHI JÚNIOR, A. J. M.; ALVES, A. B.; BAZELA, C.; FARIA, F. A. Torta de filtro e micronutrientes no plantio de cana-de-açúcar. **Revista Ciência & Tecnologia - Fatec**, v. 12, n. 1, p. 110-124, 2020.

MOROKAWA, M. J. et al. **Obtenção de substratos orgânicos para mudas de espécies florestais a partir da compostagem de capim-elefante e torta de mamona**. 2017. Norma Regulamentadora 25. **Resíduos Industriais**. Disponível em: <http://trabalho.gov.br/images/Documentos/SST/NR/NR25.pdf>. Acesso em: 15 de jun. de 2024.

Resolução CONAMA nº 313, de 29 de outubro de 2002. **Gestão de resíduos e produtos perigosos**. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=33>. Acesso em: 15 de jun. de 2019.

SEIXAS, F. L.; GIMENES, M. L.; FERNANDES-MACHADO, N. R. C. Tratamento da vinhaça por adsorção em carvão de bagaço de cana-de-açúcar. **Química Nova**, v. 39, p. 172-179, 2016.

SILVA, A.; OLIVEIRA, M.; SANTOS, L. Eficácia do Uso de Resíduos Orgânicos em Sistemas Agroecológicos. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 10, n. 2, p. 98-112, 2023.

SILVA, D. L. G.; BATISTI, D. L. S.; FERREIRA, M. J. G.; MERLINI, F. B.; CAMARGO, R. B.; BARROS, B. C. B. "Cana-de-açúcar: Aspectos econômicos, sociais, ambientais, subprodutos e sustentabilidade." **Research, Society and Development**, v. 10, p. 1-7, 2021.

SILVA, S. D. D. D.; PRESOTTO, R. A.; MAROTA, H. B.; ZONTA, E. Uso de torta de mamona como fertilizante orgânico. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 42, p. 19-27, 2012.

SMITH, J.; JOHNSON, P.; LEE, K. Sustainable Soil Management through Organic Waste Utilization. **Journal of Agroecology**, v. 15, n. 4, p. 123-136, 2020.

TAVARES, V. D. N.; SILVA, I. J. S. D.; ROLIM, F. C.; PARAHYBA, R. D. B. V.; MENEZES, R. S. C.; CORREA, M. M.; ARAÚJO, M. D. S. B. D. Influência da Vinhaça e Colheita Mecanizada nos Aspectos Físicos e Químicos do Solo no Município de Paudalho-PE. **Sociedade & Natureza**, v. 36, p. 1-8, 2024.

VIEITES, F. M. **Valores energéticos e de aminoácidos digestíveis de farinhas de carne e ossos para aves**. 1999, 75 f. (Dissertação de Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1999.

ZANCO, Andressa; DE MELLO, Nilvania Aparecida. A comoditização agrícola como fator de manutenção e aprofundamento da condição de subdesenvolvimento do Brasil. **OBSERVATÓRIO DE LA ECONOMÍA LATINOAMERICANA**, v. 22, n. 2, p. 1-33, 2024.

ZHANG, W.; WANG, Q.; CHEN, Y. Impact of Organic Waste Amendments on Soil Health and Crop Productivity. **Agricultural Systems**, v. 19, n. 3, p. 234-245, 2021.

Agradecimentos

O apoio da CAPES e FAPES pelas bolsas de pesquisas.