

**CENTRO PAULA SOUZA
ETEC PROFESSOR JADYR SALLES
TÉCNICO EM AÇÚCAR E ÁLCOOL**

**AVALIAÇÃO DO USO DE VINHAÇA E TORTA DE FILTRO COMO
BIOFERTILIZANTES NA CULTURA DA CANA DE AÇÚCAR**

**HELOA DE OLIVEIRA SANTOS
LÉIA GISELE FERREIRA
MARINA BUSO
MARINA ALVES CARLOS**

**PORTO FERREIRA-SP
2026**

**ETEC PROFESSOR JADYR SALLES
TÉCNICO EM AÇÚCAR E ÁLCOOL**

**HELOA DE OLIVEIRA SANTOS
LÉIA GISELE FERREIRA
MARINA BUSO
MARINA ALVES CARLOS**

**AVALIAÇÃO DO USO DE VINHAÇA E TORTA DE FILTRO COMO
BIOFERTILIZANTES NA CULTURA DA CANA DE AÇÚCAR**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Escola Técnica Estadual Professor Jadyr Salles,
como requisito parcial para obtenção do título de
Técnico em Açúcar e Alcool.

Orientador: Prof.^a Vivian Carnielli Da Costa Iuan

Coorientador: Prof.^a Mariele Monique

Honorato Fernandes Asmus

PORTO FERREIRA-SP

2026

HELOA DE OLIVEIRA SANTOS

LÉIA GISELE FERREIRA

MARINA BUSO

MARINA ALVES CARLOS

**AVALIAÇÃO DO USO DE VINHAÇA E TORTA DE FILTRO COMO
BIOFERTILIZANTES NA CULTURA DA CANA DE AÇÚCAR**

Relatório final apresentado à ETEC Professor Jadyr Salles, como parte das
exigências para obtenção do título de Técnico em Açúcar e Alcool

Porto Ferreira- SP, ____de____de_____.

Banca Examinadora

Dedicamos este trabalho a Deus, por nos dar força e sabedoria durante toda a jornada, às nossas famílias, pelo apoio e incentivo, e aos nossos professores, que contribuíram para a realização deste trabalho

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à ETEC Jadyr Salles pela oportunidade de estudar, contribuindo para o nosso desenvolvimento acadêmico e profissional.

Às professoras orientadoras, Vivian e Mariele pela dedicação e apoio durante a realização desse trabalho.

Aos professores que contribuíram direto e indiretamente para a nossa formação, nosso sincero agradecimento.

E aos amigos que fizemos ao longo do trajeto, pelo companheirismo e incentivo durante essa jornada

“A vida é a arte do encontro, embora haja tanto desencontro pela vida.”

-Vinicius de Moraes

RESUMO

Este TCC aborda o uso de resíduos da produção de etanol (vinhaça e torta de filtro), como biofertilizantes na cultura da cana de açúcar, focando nos benefícios agrônômicos e dos riscos ambientais associados à sua aplicação. O trabalho busca investigar os efeitos sobre a produtividade de colmos, teor de sacarose/Brix, vigor radicular e melhoria da fertilidade do solo, ao mesmo tempo em que avalia impactos negativos, como salinização, mobilidade de potássio no solo, lixiviação, alterações na fauna e microbiota do solo.

A fundamentação teórica evidencia que a vinhaça, rica em potássio e matéria orgânica, pode aumentar a produtividade e aumentar quando aplicada em doses controladas, mas seu uso excessivo gera riscos ambientais e exige monitoramento constante de parâmetros químicos do solo. A torta de filtro, por sua vez, aumenta a disponibilidade de fósforo, nitrogênio e cálcio, melhora a matéria orgânica e pode potencializar a qualidade da cana quando aplicada nas doses recomendadas, especialmente em aplicações localizadas.

A metodologia envolve experimentos de campo, utilizando diferentes tratamentos, incluindo doses crescentes de vinhaça, aplicação de torta de filtro, combinações com NPK (nitrogênio, fósforo e potássio) reduzido, acompanhados de análises periódicas de solo, produtividade, qualidade da cana e monitoramento ambiental. Espera-se, com isso, gerar informações sobre faixas seguras e eficientes de aplicação, mobilidade de nutrientes no perfil do solo, efeitos sobre a biota e recomendações agrônômicas e ambientais que conciliem produtividade, sustentabilidade e redução da dependência de fertilizantes minerais.

Este estudo contribui para o avanço de práticas agrícolas sustentáveis, promove a reciclagem de resíduos do setor sucroenergético e reduz custos na produção da cana de açúcar.

Palavras-chave: vinhaça; torta de filtro; biofertilizante; cana de açúcar; potássio; mobilidade de nutrientes; produtividade; sustentabilidade.

ABSTRACT

This undergraduate thesis addresses the use of ethanol production residues (vinasse and filter cake) as biofertilizers in sugarcane cultivation, focusing on the agronomic benefits and environmental risks associated with their application. The study seeks to investigate the effects on stalk productivity, sucrose/Brix content, root vigor, and improved soil fertility, while also evaluating negative impacts such as salinization, potassium mobility in the soil, leaching, and changes in soil fauna and microbiota.

The theoretical framework demonstrates that vinasse, which is rich in potassium and organic matter, can increase productivity when applied at controlled rates. However, excessive use poses environmental risks and requires constant monitoring of soil chemical parameters. Filter cake, in turn, increases the availability of phosphorus, nitrogen, and calcium, improves soil organic matter, and may enhance sugarcane quality when applied at recommended rates, especially through localized applications.

The methodology involves field experiments using different treatments, including increasing doses of vinasse, application of filter cake, and combinations with reduced NPK (nitrogen, phosphorus, and potassium), accompanied by periodic analyses of soil, productivity, sugarcane quality, and environmental monitoring. The study is expected to generate information on safe and efficient application ranges, nutrient mobility within the soil profile, effects on soil biota, and agronomic and environmental recommendations that reconcile productivity, sustainability, and reduced dependence on mineral fertilizers.

This study contributes to the advancement of sustainable agricultural practices, promotes the recycling of residues from the sugar-energy sector, and reduces costs in sugarcane production.

Keywords: vinasse; filter cake; biofertilizer; sugarcane; potassium; nutrient mobility; productivity; sustainability.

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – COMPARAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DA VINHAÇA	16
TABELA 2 – BENEFÍCIOS AGRONÔMICOS DA VINHAÇA E DA TORTA DE FILTRO	18
TABELA 3 – POSSÍVEIS IMPACTOS AMBIENTAIS CAUSADOS PELO USO INADEQUADO DOS RESÍDUOS	19
TABELA 4 – COMPOSIÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DA TORTA DE FILTRO	21
TABELA 5 – COMPARAÇÃO ENTRE FERTILIZANTES MINERAIS E BIOFERTILIZANTES	23

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – FLUXOGRAMA DO PROCESSO DE PRODUÇÃO DE ETANOL, AÇÚCAR E ENERGIA.....	12
FIGURA 2 – APLICAÇÃO DE VINHAÇA POR FERTIRRIGAÇÃO EM CANAVIAL.....	19
FIGURA 3 – TORTA DE FILTRO UTILIZADA COMO BIOFERTILIZANTES	21
FIGURA 4 – ECONOMIA CIRCULAR.....	22
FIGURA 5- APROVEITAMENTO TOTAL DE RESÍDUOS NO SETOR SUCROENERGÉTICO	23

SUMÁRIO

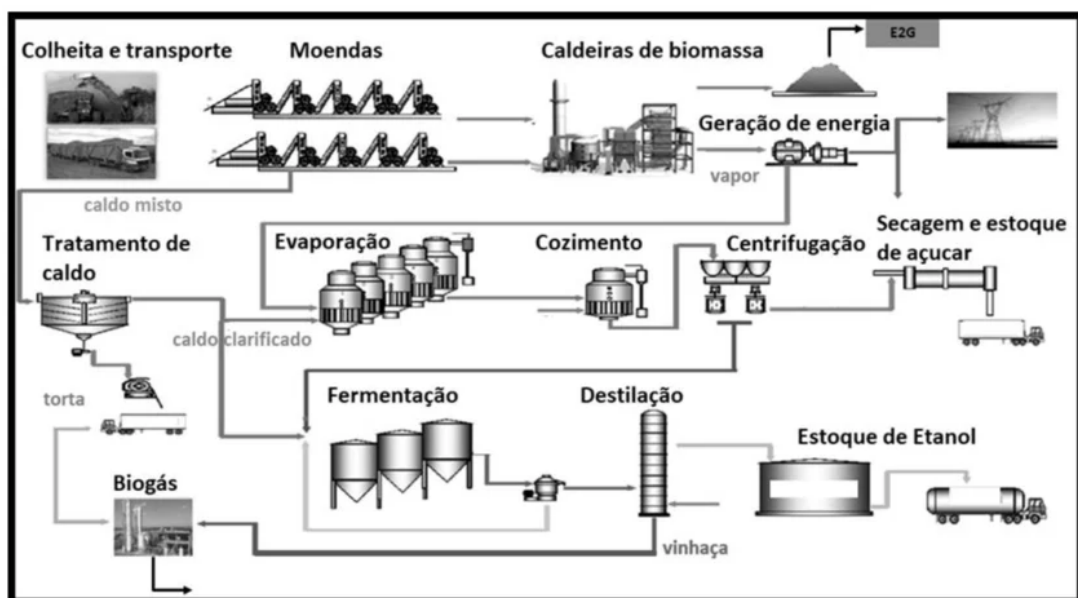
1 INTRODUÇÃO	12
1.2 PROBLEMATIZAÇÃO	13
1.3 OBJETIVO ESPECÍFICO E GERAL	14
1.4 JUSTIFICATIVA	14
 2 DESENVOLVIMENTO	
2.1 METODOLOGIA	15
2.2 FUNDAMENTOS TEÓRICOS	15
2.3 REFERENCIAL TEÓRICO	16
2.4 ANÁLISE E DISCUSSÃO	18
2.5 USO INTEGRADO E SUSTENTABILIDADE	22
 3 CONCLUSÃO	24
 REFERÊNCIAS	25

1. INTRODUÇÃO

A crescente demanda mundial por fontes renováveis de energia tem impulsionado o setor sucroenergético brasileiro, especialmente na produção de etanol a partir da cana de açúcar. O Brasil é um dos maiores produtores e exportadores de etanol do mundo, e o uso desse biocombustível tem contribuído significativamente para a redução das emissões de gases de efeito estufa e para a diversificação da matriz energética nacional.

No entanto, a expansão da produção de etanol gera grandes volumes de resíduos orgânicos, como a vinhaça, a torta de filtro e outros subprodutos que necessitam de destinação adequada para evitar impactos ambientais negativos.

Figura 1-Processo da produção de etanol e geração de resíduos agroindustriais



Fonte: Adaptado de ResearchGate (2024).

Entre esses resíduos, a vinhaça, líquido resultante da destilação do etanol, destaca-se por seu alto teor de matéria orgânica e nutrientes, especialmente potássio (K), cálcio (Ca) e magnésio (Mg). Quando utilizada de forma controlada na fertirrigação da cana-de-açúcar, a vinhaça pode contribuir para o aumento da fertilidade do solo, redução do uso de fertilizantes minerais e incremento da produtividade agrícola.

Contudo, a aplicação inadequada ou excessiva desse resíduo pode provocar salinização, lixiviação de nutrientes e contaminação de águas subterrâneas, o que exige estudos mais detalhados sobre as doses adequadas e os efeitos de sua aplicação contínua.

Outro resíduo de grande importância é a torta de filtro, um subproduto sólido da clarificação do caldo da cana. Rica em fósforo (P), nitrogênio (N), cálcio (Ca) e

matéria orgânica, ela tem se mostrado um excelente condicionador do solo e fonte de nutrientes, além de promover melhorias na estrutura e na atividade biológica do solo. Isoladamente ou combinada com outras fontes orgânicas e minerais, a torta de filtro apresenta potencial para reduzir custos de produção.

Nos últimos anos, tem se destacado o uso integrado de resíduos das agroindústrias canavieiras, como a vinhaça, a torta de filtro e as cinzas, alternativas sustentáveis na agricultura. Esses materiais permitem o reaproveitamento de nutrientes e contribuem para a melhoria das propriedades químicas, físicas, e biológicas do solo, promovendo maior eficiência no sistema produtivo.

Dessa forma, o uso de resíduos da produção de etanol como biofertilizantes surge como uma estratégia promissora para integrar a eficiência agrícola e sustentabilidade ambiental. Avaliar os efeitos agronômicos e ambientais dessa prática é essencial para garantir a preservação da qualidade do solo e da água, ao mesmo tempo em que se busca manter altos índices de produtividade.

Nesse contexto, o projeto tem como objetivo avaliar o uso de resíduos da produção de etanol, especialmente a vinhaça e a torta de filtro, como biofertilizantes na cultura da cana de açúcar, analisando seus impactos sobre a mobilidade do potássio no perfil do solo, a produtividade da cultura e os riscos ambientais associados. A pesquisa pretende contribuir com informações científicas que subsidiem o manejo sustentável dos resíduos da indústria sucroalcooleira, promovendo um modelo de produção agrícola mais equilibrada, econômica e ambientalmente responsável.

1.2 PROBLEMATIZAÇÃO

A produção de cana de açúcar no Brasil depende fortemente de fertilizantes minerais importados, especialmente fontes de nitrogênio, fósforo e potássio. O setor torna-se vulnerável às variações cambiais, crises políticas e aumento dos custos logísticos. A crescente utilização de resíduos da produção de etanol, como a vinhaça e a torta de filtro, tem despertado interesse no setor sucroenergético devido ao potencial agronômico desses materiais e à possibilidade de reduzir a dependência de fertilizantes minerais. Entretanto, aplicações inadequadas podem provocar impactos ambientais, como salinização do solo, lixiviação de nutrientes e contaminação de recursos hídricos.

Diante desse cenário, surge o seguinte problema de pesquisa:

Quais são as condições ideais de aplicação da vinhaça e da torta de filtro que permitem maximizar a produtividade da cana-de-açúcar, garantindo simultaneamente a preservação ambiental e a sustentabilidade do sistema produtivo?

1.3 OBJETIVOS

OBJETIVO GERAL

Avaliar o uso da vinhaça e da torta de filtro como fertilizantes na cultura da cana de açúcar, analisando seus efeitos sobre a produtividade agrícola, a fertilidade do solo e o desenvolvimento da cultura, bem como os possíveis impactos ambientais decorrentes de sua aplicação, visando identificar formas mais eficientes e sustentáveis de utilização.

OBJETIVO ESPECÍFICO

Os objetivos específicos deste trabalho consistem em analisar os efeitos da aplicação da vinhaça e da torta de filtro no desenvolvimento da cana-de-açúcar, considerando aspectos relacionados à produtividade, qualidade e vigor da cultura. Além disso, busca-se avaliar a influência desses resíduos nas propriedades químicas, físicas e biológicas do solo, especialmente quanto à fertilidade e à disponibilidade de nutrientes essenciais ao desenvolvimento da planta.

O estudo também pretende verificar o potencial da vinhaça e da torta de filtro como alternativas ao uso de fertilizantes minerais, considerando sua eficiência agrônômica e contribuição para a redução da dependência de insumos químicos. Outro objetivo importante é identificar e analisar os possíveis impactos ambientais associados à aplicação desses resíduos, como salinização do solo, lixiviação de nutrientes e alterações na microbiota do solo.

Por fim, a pesquisa busca investigar as condições adequadas de aplicação desses materiais, visando garantir um uso seguro, eficiente e sustentável no sistema produtivo da cana-de-açúcar.

1.4 JUSTIFICATIVA

A cana-de-açúcar é uma cultura estratégica para o Brasil, tanto pelo seu papel econômico quanto pela contribuição à sustentabilidade energética. Entretanto, o setor sucroenergético enfrenta desafios relacionados à alta dependência de fertilizantes minerais importados, que elevam os custos de produção e comprometem a competitividade do país no mercado global.

Nesse contexto, a utilização de resíduos da produção de etanol, como vinhaça e torta de filtro, subprodutos do próprio processo industrial, como alternativa aos fertilizantes minerais, representa uma opção sustentável e economicamente viável. Essa prática permite o reaproveitamento de resíduos, redução de impactos ambientais e maior eficiência no sistema produtivo.

O estudo busca avaliar os impactos agronômicos e ambientais do uso desses resíduos, contribuindo para práticas agrícolas mais sustentáveis e para a melhoria da produção da cana de açúcar. O aproveitamento desses materiais pode beneficiar o solo e promover o desenvolvimento da cultura, mas seu uso inadequado pode gerar efeitos negativos, tornando essencial o desenvolvimento de práticas seguras e eficientes da aplicação.

Dessa forma, a pesquisa é relevante por fornecer informações que auxiliam na definição de manejos adequados, promovendo aumento da produtividade, preservação ambiental e utilização racional dos recursos disponíveis.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 METODOLOGIA

A presente pesquisa caracteriza-se como bibliográfica, de natureza descritiva e abordagem qualitativa, tendo como objetivo analisar o uso da vinhaça e da torta de filtro como biofertilizantes na cultura da cana-de-açúcar.

A coleta de dados foi realizada por meio de levantamento em artigos científicos, publicações acadêmicas, dissertações, relatórios técnicos e bases de dados confiáveis, como SciELO, Embrapa, repositórios universitários da UNESP e IF Sertão PE, além de periódicos especializados na área agrícola e ambiental.

Os critérios de seleção das fontes consideraram a relevância científica do tema, a atualidade das publicações e a credibilidade das instituições e autores. Os dados foram organizados e analisados de forma comparativa, considerando a composição química da vinhaça e da torta de filtro, suas formas de aplicação, benefícios agronômicos, riscos ambientais e estratégias de manejo sustentável.

As informações foram interpretadas à luz da literatura científica, permitindo identificar padrões, divergências e recomendações técnicas para o uso eficiente e seguro desses resíduos na cultura da cana-de-açúcar.

2.2 FUNDAMENTOS TEÓRICOS

Estudos científicos demonstram que a vinhaça apresenta elevado potencial agronômico devido à alta concentração de potássio e matéria orgânica, contribuindo para o aumento da produtividade da cana-de-açúcar e melhoria da fertilidade do solo. Pesquisas publicadas pela SciELO e pela UNESP indicam que a fertirrigação com vinhaça pode favorecer a retenção de água no solo e estimular a atividade microbiológica.

Entretanto, alguns autores alertam que aplicações excessivas podem provocar salinização, lixiviação de nutrientes e contaminação de águas subterrâneas, tornando necessário o manejo técnico adequado e o monitoramento contínuo do

solo. A torta de filtro destaca-se pela elevada concentração de fósforo, cálcio e matéria orgânica, atuando como condicionador do solo e promovendo melhorias físicas, químicas e biológicas. Estudos apontam que sua utilização associada à vinhaça pode potencializar os efeitos agrônômicos e reduzir a dependência de fertilizantes minerais, fortalecendo práticas agrícolas sustentáveis no setor sucroenergético.

2.3 REFERENCIAL TEÓRICO

Diversos estudos demonstram a eficácia da vinhaça e da torta de filtro como biofertilizantes no cultivo da cana-de-açúcar. De acordo com a CanaOnline (2023), a aplicação de vinhaça no solo contribui para o aumento da disponibilidade de nutrientes, especialmente potássio e nitrogênio, promovendo maior produtividade quando comparada ao uso exclusivo de fertilizantes minerais.

A Revista Cultivar (2023) destaca que a torta de filtro melhora a fertilidade do solo, reduz a necessidade de insumos químicos e favorece o desenvolvimento radicular das plantas. Estudos publicados pela Revista Pesquisa FAPESP (2023) e pela TMÁQUINAS (2023) indicam que a vinhaça também pode ser utilizada na produção de biogás, agregando valor econômico ao resíduo e contribuindo para a redução do uso de fontes fósseis de energia.

Segundo o portal Hoje São Paulo (2023), a incorporação de cinzas provenientes do bagaço da cana de açúcar permite a recuperação de nutrientes presentes na vinhaça, potencializando seu efeito como fertilizante. Em conjunto com a [Atvos](#) (2023), aponta que a aplicação combinada de vinhaça e torta de filtro promove maior eficiência agrônômica, aumentando a produtividade e incentivando práticas agrícolas mais sustentáveis.

A composição físico-química da vinhaça é determinante para seu uso agrícola, tanto na disponibilidade de nutrientes quanto impactos ambientais. A Tabela 1 apresenta as principais características desse resíduo, considerando diferentes matérias-primas utilizadas na produção de etanol.

Tabela 1 – Comparação físico-química da vinhaça

Parâmetro	Vinhaça de melaço	Vinhaça de caldo	Vinhaça mista
pH	3,5 – 4,5	4,0 – 5,0	3,8 – 4,8
Matéria orgânica (g/L)	20 – 30	10 – 20	15 – 25

Parâmetro	Vinhaça de melaço	Vinhaça de caldo	Vinhaça mista
Potássio (K) (mg/L)	1500 – 2500	800 – 1500	1000 – 2000
Nitrogênio total (mg/L)	300 – 600	200 – 400	250 – 500
Cálcio (mg/L)	200 – 400	150 – 300	180 – 350
Magnésio (mg/L)	100 – 250	80 – 200	90 – 220
DBO (mg/L)	20.000 – 30.000	10.000 – 20.000	15.000 – 25.000
DQO (mg/L)	30.000 – 50.000	20.000 – 40.000	25.000 – 45.000

Fonte: Adaptado de artigos científicos da SciELO, Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental e UNESP.

A partir dos dados apresentados, observa-se que a composição da vinhaça varia conforme o tipo de preparo do mosto, como melaço, caldo ou combinações entre ambos. Apesar dessas variações, a vinhaça apresenta elevada concentração de matéria orgânica e nutrientes essenciais, como potássio, nitrogênio, cálcio e magnésio.

O potássio, em especial, destaca-se por estar presente em altas concentrações, sendo um dos principais responsáveis pelo valor agronômico da vinhaça. Além disso, os elevados valores de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) e Demanda Química de Oxigênio (DQO) indicam alta carga orgânica, o que reforça tanto o seu potencial como fertilizante quanto a necessidade de manejo adequado para evitar impactos ambientais.

Dessa forma, mesmo com diferenças na sua composição em função do tipo de mosto, a vinhaça mantém características que a tornam viável para aplicação na agricultura, especialmente na cultura da cana de açúcar, contribuindo para a reciclagem de nutrientes e redução do uso de fertilizantes químicos.

Além do uso como fertilizante, resíduos da produção de etanol, como vinhaça e torta de filtro, também apresentam potencial energético.

2.4 ANÁLISE E DISCUSSÃO

A utilização de diferentes doses de torta de filtro pode impactar diretamente as características tecnológicas da cana-de-açúcar, influenciando variáveis como o teor de açúcar e produtividade.

Além disso, tanto a vinhaça quanto a torta de filtro apresentam importantes benefícios agronômicos quando aplicadas no cultivo da cana-de-açúcar, contribuindo para o aumento da produtividade, melhoria das propriedades do solo e sustentabilidade do sistema produtivo.

Tabela 2 – Benefícios agronômicos da vinhaça e da torta de filtro

Resíduo	Benefícios para o solo e cultura
Vinhaça	Aumento da fertilidade, retenção de água e produtividade agrícola
Vinhaça	Estímulo da microbiota do solo
Torta de filtro	Melhoria da estrutura física do solo
Torta de filtro	Liberação gradual de nutrientes
Aplicação combinada	Redução do uso de fertilizantes minerais
Aplicação combinada	Maior sustentabilidade agrícola

Fonte: Adaptado de IF Sertão PE (2024), SciELO (2024) e Embrapa (2025).

A partir dos dados apresentados, observa-se que ambos os resíduos atuam de forma complementar no sistema agrícola, promovendo aumento da fertilidade do solo, estímulo da microbiota e melhoria na retenção de água. Esses fatores contribuem diretamente para o desenvolvimento da cultura da cana-de-açúcar e para a eficiência do sistema produtivo

- **VINHAÇA**

A vinhaça demonstra-se um biofertilizante eficiente para cultura a cana-de-açúcar. Estudos indicam que sua aplicação pode proporcionar elevação da produtividade da cana, além de melhorar a retenção de água no solo, favorecendo o desenvolvimento da cultura.

Figura 2- Aplicação de vinhaça por fertirrigação em canavial



Fonte: Adaptado de Usina Estiva (2024).

Além disso, a vinhaça contribui para o estímulo da microbiota e da fauna do solo, aumentando a atividade biológica e auxiliando na ciclagem de nutrientes. Outro aspecto relevante é a possibilidade de utilização da vinhaça para geração de biogás, agregando valor econômico e contribuindo para a sustentabilidade do setor sucroenergético (CanaOnline, 2023; TMÁQUINAS, 2023; Revista Pesquisa FAPESP, 2023)

. Entretanto, apesar de seus benefícios, a aplicação inadequada da vinhaça pode causar impactos ambientais negativos, especialmente quando esses resíduos são aplicados em excesso ou sem monitoramento adequado das condições do solo.

Com o objetivo de apresentar os principais riscos associados à utilização desses resíduos, a Tabela 3 destaca alguns impactos ambientais identificados na literatura científica.

Tabela 3 – Possíveis impactos ambientais causados pelo uso inadequado dos resíduos.

Resíduo	Impactos ambientais
Vinhaça	Salinização do solo
Vinhaça	Lixiviação de nutrientes
Vinhaça	Contaminação de águas subterrâneas

Resíduo	Impactos ambientais
Torta de filtro	Acúmulo excessivo de fósforo
Aplicação inadequada	Desequilíbrio da microbiota do solo
Excesso de resíduos	Alterações químicas e biológicas no solo

Fonte: Adaptado de artigos científicos da SciELO, Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental e UNESP.

A partir das informações apresentadas, observa-se que, embora os resíduos agroindustriais possuam elevado potencial como biofertilizantes, sua aplicação inadequada pode comprometer a qualidade do solo e dos recursos hídricos. Dessa forma, torna-se essencial o planejamento das doses aplicadas, o monitoramento das características físico-químicas do solo e a adoção de práticas de manejo sustentável.

Quando utilizada em excesso, pode ocorrer salinização do solo e contaminação de águas subterrâneas, comprometendo a germinação e o crescimento radicular das plantas. Dessa forma, torna-se indispensável o controle das doses aplicadas, bem como o monitoramento constante das condições do solo, visando garantir segurança ambiental e eficiência agronômica (FATEC JALES, 2023; SERGOMEL, 2023).

• TORTA DE FILTRO

A torta de filtro também apresenta grande importância como biofertilizante, pois fornece nutrientes essenciais de forma gradual ao solo. Sua utilização promove melhorias na estrutura física do solo, aumenta a capacidade de retenção de água e estimula a atividade biológica, favorecendo a fertilidade e o desenvolvimento das plantas.

Figura 3 – Torta de filtro como biofertilizante



Fonte: CanaOnline (2024).

Estudos demonstram que a aplicação combinada da torta de filtro com a vinhaça pode proporcionar maior produtividade agrícola, além de reduzir o desperdício de nutrientes e diminuir a dependência de fertilizantes químicos (EMBRAPA, 2025; ATVOS, 2023).

Com o objetivo de apresentar as principais características nutricionais da torta de filtro, a Tabela 4 demonstra sua composição físico-química.

Tabela 4 – Composição físico-química da torta de filtro

Parâmetro	Valores médios
pH	5,5 – 7,0
Matéria orgânica (%)	60 – 85
Nitrogênio (N) (%)	1,0 – 2,5
Fósforo (P ₂ O ₅) (%)	1,5 – 3,0
Potássio (K ₂ O) (%)	0,3 – 1,0
Cálcio (Ca) (%)	2,0 – 5,0
Magnésio (Mg) (%)	0,3 – 1,0
Umidade (%)	60 – 80

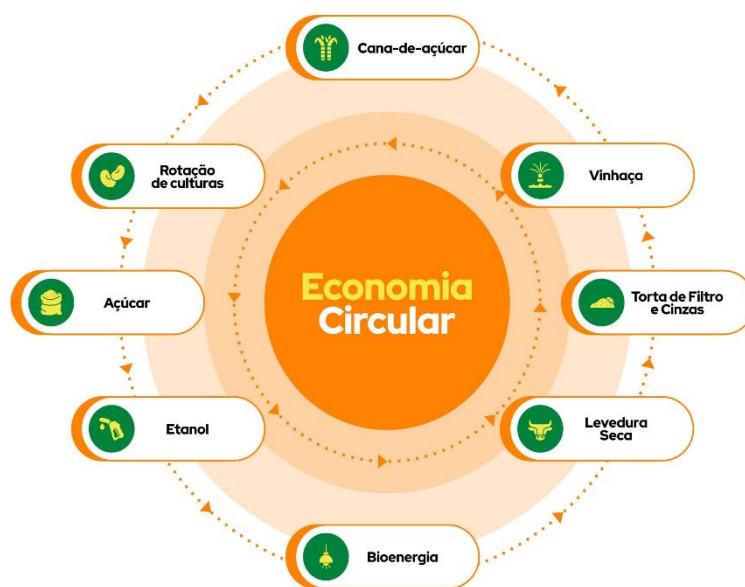
Fonte: Adaptado de EMBRAPA (2025), Revista Cultivar (2024) e UNESP (2024).

A partir dos dados apresentados, observa-se que a torta de filtro possui elevada concentração de matéria orgânica e nutrientes essenciais para o desenvolvimento da cana-de-açúcar. O fósforo destaca-se como um dos principais componentes, contribuindo para o crescimento radicular e para o aumento da fertilidade do solo. Além disso, a presença de cálcio, magnésio e nitrogênio favorece melhorias nas propriedades químicas e biológicas do solo, reforçando o potencial da torta de filtro como biofertilizante sustentável.

2.5 USO INTEGRADO E SUSTENTABILIDADE

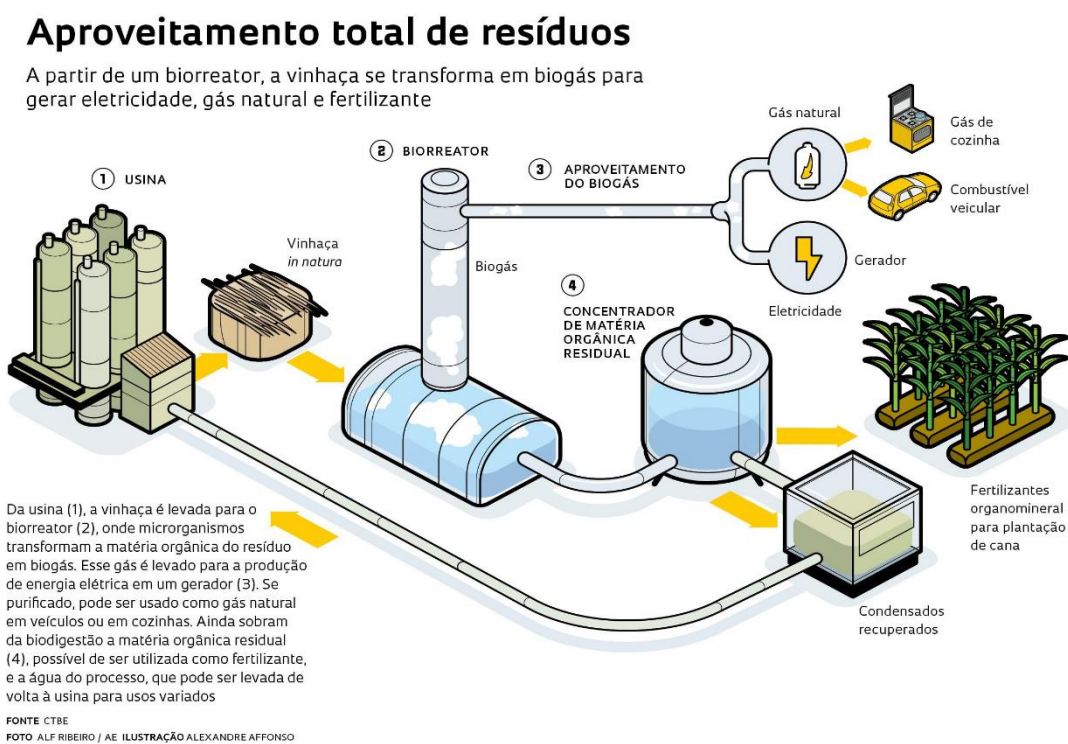
O uso integrado da vinhaça e da torta de filtro apresenta vantagens estratégicas para a sustentabilidade da produção agrícola. A combinação desses resíduos contribui para a redução da dependência de fertilizantes minerais, promove o retorno de nutrientes ao solo e favorece práticas de economia circular, integrando produção agrícola, geração de energia e preservação ambiental.

Figura 4 – Economia circular



Fonte: Adaptado de Usina Coruripe (2024)

Figura 5- Modelo de aproveitamento total de resíduos agroindustriais



Fonte: Revista Pesquisa FAPESP (2024).

Com o objetivo de comparar os fertilizantes minerais convencionais com os biofertilizantes provenientes de resíduos agroindustriais, a Tabela 5 apresenta as principais diferenças entre esses insumos no contexto agrícola.

Tabela 5 – Comparação entre fertilizantes minerais e biofertilizantes
Características Fertilizantes minerais Biofertilizantes (vinhaça e torta de filtro)

Características	Fertilizantes minerais	Biofertilizantes (vinhaça e torta de filtro)
Origem	Industrial	Resíduos agroindustriais
Custo	Elevado	Reduzido
Sustentabilidade	Menor	Maior
Impacto ambiental	Pode causar degradação	Reaproveitamento de resíduos
Disponibilidade de nutrientes	Rápida	Gradual

Características	Fertilizantes minerais	Biofertilizantes (vinhaça e torta de filtro)
Dependência externa	Alta	Menor

Fonte: Adaptado de Embrapa (2025), SciELO (2024) e artigos acadêmicos sobre biofertilizantes.

A literatura destaca ainda a importância da aplicação em doses adequadas e em períodos apropriados, além do monitoramento da condutividade elétrica, da salinidade do solo, da microbiota e das condições climáticas e de drenagem. Dessa forma, os biofertilizantes podem ser utilizados de maneira segura, eficiente e sustentável, promovendo equilíbrio entre produtividade agrícola e preservação ambiental (CanaOnline, 2023; Revista Cultivar, 2023; Alice Embrapa, 2025).

3. CONCLUSÃO

O presente estudo permitiu analisar o uso da vinhaça e da torta de filtro como biofertilizantes na cultura da cana de açúcar, evidenciando seu potencial agrônomo e os riscos ambientais associados à sua aplicação.

Com base na literatura analisada, verifica-se que ambos os resíduos apresentam elevada capacidade de fornecer nutrientes ao solo, melhorando suas propriedades físicas, químicas, biológicas, além de contribuir para o aumento da produtividade agrícola. A vinhaça destaca-se pelo alto teor de potássio e matéria orgânica, enquanto a torta de filtro atua principalmente como fonte de fósforo e condicionador do solo.

Entretanto, o estudo evidencia que o uso inadequado desses resíduos pode provocar impactos negativos, como salinização do solo, lixiviação de nutrientes e contaminação de recursos hídricos, reforçando a necessidade de manejo técnico criterioso.

Dessa forma, conclui-se que a utilização da vinhaça e da torta de filtro é uma alternativa viável e sustentável, desde que realizada com base em critérios agrônômicos, monitoramento contínuo do solo e planejamento adequado das doses aplicadas.

Como limitação do estudo, destaca-se o caráter exclusivamente bibliográfico da pesquisa, o que reforça a necessidade de investigações experimentais futuras para validação prática dos resultados.

Recomenda-se, portanto, que estudos futuros avaliem aplicações desses resíduos em condições de solo e clima, contribuindo para o desenvolvimento das práticas agrícolas mais eficientes e sustentáveis no setor sucroenergético

REFERÊNCIAS

AGROLINK. Insumos biológicos. Porto Alegre, 2024. Disponível em: https://www.agrolink.com.br/fertilizantes/outros-insumos/insumos-biologicos_454993.html. Acesso em: 19 maio 2026.

ATVOS. Saiba o que é a torta de filtro e entenda sua função na produção de cana-de-açúcar. São Paulo, 2024. Disponível em: <https://atvos.com/sabe-o-que-e-a-torta-de-filtro-entenda-sua-funcao-na-producao-de-cana-de-acucar/>. Acesso em: 19 maio 2026.

CANAONLINE. As formas básicas de utilização da torta de filtro como fertilizante orgânico. Ribeirão Preto, 2024. Disponível em: <https://www.canaonline.com.br/conteudo/as-formas-basicas-de-utilizacao-da-torta-de-filtro-como-fertilizante-orgnico.html>. Acesso em: 19 maio 2026.

CANAONLINE. Os benefícios da aplicação da torta de filtro na cana-planta e na cana-soca. Ribeirão Preto, 2024. Disponível em: <https://www.canaonline.com.br/conteudo/os-beneficios-da-aplicacao-da-torta-de-filtro-na-cana-planta-e-na-cana-soca.html>. Acesso em: 19 maio 2026.

CANAONLINE. Vinhaça, biofertilizante e energia sustentável. Ribeirão Preto, 2024. Disponível em: <https://www.canaonline.com.br/conteudo/vinhaca-biofertilizante-e-energia-sustentavel.html>. Acesso em: 19 maio 2026.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). Adubação com resíduos alternativos na cultura da cana-de-açúcar. Brasília, DF, 2025. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/cana-de-acucar/producao/correcao-e-adubacao/diagnose-das-necessidades-nutricionais/recomendacao-de-correcao-e-adubacao/adubacao-residuos-alternativos>. Acesso em: 19 maio 2026.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). Processo de fabricação de biofertilizante. Brasília, DF, 2025. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-solucoes-tecnologicas/-/produto-servico/804/processo-de-fabricacao-de-biofertilizante>. Acesso em: 19 maio 2026.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). Avaliação de sustentabilidade em sistemas agrícolas utilizando resíduos agroindustriais. Brasília, DF, 2025. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1177816/1/AP-Avaliacao-sustentabilidade-2025.pdf>. Acesso em: 19 maio 2026.

ENSAIO ENERGÉTICO. O mercado de biometano em construção: a escassez de infraestrutura de transporte como barreira ao desenvolvimento do mercado de biometano no Brasil. São Paulo, 2024. Disponível em: <https://ensaioenergetico.com.br/o-mercado-de-biometano-em-construcao-parte-iii-a-ilusao-do-pre-sal-caipira-a-escassez-de-infraestrutura-de-transporte-como->

barreira-ao-desenvolvimento-do-mercado-de-biometano-no-brasil/. Acesso em: 19 maio 2026.

FACULDADE DE TECNOLOGIA DE JALES (FATEC JALES). Vinhaça: conceito, desafios e oportunidades – uma revisão bibliográfica. Jales, 2024. Disponível em: https://www.fatecjales.edu.br/revista-agro/images/artigos/1a_edicao/volume10-1/vinhaca-conceito-desafios-e-oportunidades-uma-revisao-bibliografica.pdf. Acesso em: 19 maio 2026.

FUNDAÇÃO DE AMPARO À PESQUISA DO ESTADO DE SÃO PAULO (FAPESP). Vinhaça para gerar energia. Revista Pesquisa FAPESP, São Paulo, 2024. Disponível em: <https://revistapesquisa.fapesp.br/vinhaca-para-gerar-energia/>. Acesso em: 19 maio 2026.

GROADVANCE. Vinhaça: de resíduo a recurso. São Paulo, 2024. Disponível em: <https://groadvance.com.br/blog-vinhaca-de-residuo-a-recurso/>. Acesso em: 19 maio 2026.

HOJE SÃO PAULO. Cientistas usam cinzas da queima do bagaço de cana para recuperar nutrientes da vinhaça. São Paulo, 2024. Disponível em: <https://hojesaopaulo.com.br/noticia/cientistas-usam-cinzas-da-queima-do-bagaco-de-cana-para-recuperar-nutrientes-da-vinhaca/21680>. Acesso em: 19 maio 2026.

MAPA DA CACHAÇA. Vinhoto: o que é e como utilizá-lo na agricultura. São Paulo, 2024. Disponível em: <https://mapadacachaca.com.br/artigos/vinhoto-o-que-e-e-como-utiliza-lo-na-agricultura/>. Acesso em: 19 maio 2026.

REVISTA CULTIVAR. Aplicação de resíduos da cana. Pelotas, 2024. Disponível em: <https://revistacultivar.com.br/index.php/artigos/aplicacao-de-residuos-da-cana>. Acesso em: 19 maio 2026.

REVISTA DELOS. Sustentabilidade e reaproveitamento de resíduos agroindustriais. 2024. Disponível em: <https://ojs.revistadelos.com/ojs/index.php/delos/article/view/3328>. Acesso em: 19 maio 2026.

REVISTA OPINIÕES. Estratégias sustentáveis para evolução e eficiência no setor sucroenergético. Ribeirão Preto, 2024. Disponível em: <https://sucroenergetico.revistaopinioes.com.br/pt-br/revista/detalhes/10-estrategias-sustentaveis-para-evolucao-e-eficie/>. Acesso em: 19 maio 2026.

SCIELO BRASIL. Aplicação de vinhaça na cultura da cana-de-açúcar: efeito no solo e na produtividade de colmos. Ciência e Agrotecnologia, Lavras, v. 28, n. 2, 2004. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cagro/a/ZVGWb5LTTWDZvM7zyC4NYwP/?format=html&lang=pt>. Acesso em: 19 maio 2026.

SCIELO BRASIL. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental. Campina Grande, 2024. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/rbeaa/a/7YN6G78TWSpMGfH57Z8SKnx/?format=html&lang=pt>. Acesso em: 19 maio 2026.

SERGOMEL. Vinhaça de cana-de-açúcar: o que é e qual sua aplicação. Goiás, 2024. Disponível em: <https://www.sergomel.com.br/vinhaca-de-cana-de-acucar-o-que-e-e-qual-sua-aplicacao->. Acesso em: 19 maio 2026.

TECHSOLO. Utilização da vinhaça no cenário da cana-de-açúcar. São Paulo, 2024. Disponível em: <https://www.techsolo.com.br/conteudo-detallhes/utlizacao-da-vinhaca-no-cenario-da-cana-de-acucar>. Acesso em: 19 maio 2026.

TMÁQUINAS. Vinhaça: o tesouro escondido da agricultura sustentável. São Paulo, 2023. Disponível em: <https://tmamaquinas.com.br/2023/06/07/vinhaca-o-tesouro-escondido-da-agricultura-sustentavel/>. Acesso em: 19 maio 2026.

UNIÃO DA INDÚSTRIA DE CANA-DE-AÇÚCAR E BIOENERGIA (UNICA). Vinhaça: do resíduo ao produto. São Paulo, 2024. Disponível em: <https://unica.com.br/noticias/artigo-vinhaca-do-residuo-ao-produto/>. Acesso em: 19 maio 2026.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO (USP). Pesquisa e inovação em sustentabilidade agrícola. São Paulo, 2010. Disponível em: <https://sites.usp.br/prp/2010>. Acesso em: 19 maio 2026.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA (UNESP). Estudos sobre resíduos agroindustriais aplicados à cultura da cana-de-açúcar. São Paulo, 2024. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/server/api/core/bitstreams/532df024-72e7-424f-8517-09a9b8215acb/content>. Acesso em: 19 maio 2026.

RESEARCHGATE. Fluxograma do processo de produção de açúcar, etanol e energia. 2024. Disponível em: https://www.researchgate.net/figure/Figura-1-Fluxograma-do-processo-de-producao-de-acucar-etanol-e-energia_fig1_383169473. Acesso em: 20 maio 2026.

USINA ESTIVA. Título da página ou matéria. Novo Horizonte, 2024. Disponível em: <https://estiva.com.br/blog/post/671/register.html>. Acesso em: 20 maio 2026.

CANAONLINE. Para que serve a carreta distribuidora de torta de filtro. Ribeirão Preto, 2024. Disponível em: <https://www.canaonline.com.br/conteudo/para-que-serve-a-carreta-distribuidora-de-torta-de-filtro.html>. Acesso em: 20 maio 2026.

USINA CORURIPE. Governance and sustainability. Alagoas, 2024. Disponível em: <https://www.usinacoruripe.com.br/en/sustainability/governance>. Acesso em: 20 maio 2026.

FUNDAÇÃO DE AMPARO À PESQUISA DO ESTADO DE SÃO PAULO (FAPESP). Vinhaça para gerar energia. Revista Pesquisa FAPESP, São Paulo, 2024. Disponível em: <https://revistapesquisa.fapesp.br/vinhaca-para-gerar-energia/>. Acesso em: 20 maio 2026.