

**FUNDAÇÃO EDUCACIONAL DE ITUVERAVA
FACULDADE DR. FRANCISCO MAEDA**

Lucas Girolamo Mazier

**SUBPRODUTOS DA INDÚSTRIA CANAVIEIRA UTILIZADA NA PRODUÇÃO DE
CULTUTRA: TORTA DE FILTRO E VINHAÇA
REVISÃO DE LITERATURA**

**ITUVERAVA
2023**

LUCAS GIROLAMO MAZIER

**USO DE VINHAÇA E TORTA DE FILTRO DA PRODUÇÃO DE
CANA-DE-AÇÚCAR**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Faculdade Dr. Francisco Maeda. Fundação
Educativa de Ituverava para obtenção do título
de Engenheiro Agrônomo.

Orientadora: Profa. Dra. Lívia Cordaro Galdiano
Chicone

**ITUVERAVA
2023**

LUCAS GIROLAMO MAZIER

**USO DE VINHAÇA E TORTA DE FILTRO DA PRODUÇÃO DE
CANA-DE-AÇÚCAR**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Faculdade Dr. Francisco Maeda. Fundação
Educativa de Ituverava para obtenção do título
de Engenheiro Agrônomo.

Ituverava, ____ de _____ de 2023.

Orientador: _____
Profa. Dra. Lívia Cordaro Galdiano Chicone

Examinador (a): _____
Profa. Dra. Priscila Sawasaki Iamaguti

Examinador (a): _____
Prof. MSc. Lídia Cordaro Galdiano Alves

DEDICATÓRIA

Dedico esse Trabalho de Conclusão de Curso, primeiramente a Deus, que me sustentou até aqui em meio as dificuldades da vida, sempre me fortaleceu e nunca me desamparou. A minha filha Hellena, que faz meus dias melhores e por ela sempre busquei uma evolução. Dedico ainda essa vitória a minha esposa Jhoyce, que desde o início torceu, ajudou de todas as formas possíveis. Minha mãe Ana Maria que nunca mediu esforços para me proporcionar o melhor. Dedico ainda, a minha tia Alice, que mesmo distante, incentivou para que terminasse esse curso. Hoje encerro esse ciclo, foram muitas batalhas, trincheiras, porém, nunca estive sozinho. Pessoas que levarei para vida de forma especial

AGRADECIMENTOS

Agradeço meu amigo Lucas Bonato que permitiu vivenciar o dia a dia do campo, passou experiência e dicas sobre o mundo do agro; também a Ana Maria Abdalla que forneceu sua fazenda para realizar meu estágio. A Fafram que desde o início me acolheu e proporcionou um curso completo, com ótimos docentes. Agradeço minha orientadora Livia que prestou todo auxílio necessário para que esse sonho se tornasse realidade.

RESUMO

Os subprodutos, vinhaça e torta de filtro, derivados do processo de açúcar e álcool têm ganhado destinação correta por meio do método logística reversa. Os resíduos correspondem a uma fonte rica em nutrientes para o solo, sendo aplicados na lavoura nas operações de pré-plantio e pós-plantio, na cultura da cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.). Os compostos que anteriormente eram denominados como resíduos, foram convertidos em uma alternativa sustentável de adubação organomineral, se tornando uma alternativa ao uso do adubo mineral, que frequentemente apresenta aumento em seu valor, impactando assim os custos de produção. O presente trabalho teve como objetivo levantar dados sobre os benefícios da utilização de vinhaça e torta de filtro na produção de cana-de-açúcar. Metodologicamente, a pesquisa propôs analisar a viabilidade econômica do uso desses resíduos em substituição a adubação mineral através de levantamentos bibliográficos. Concluiu-se que os resultados demonstram que a utilização dos resíduos agroindustriais apresentou viabilidade nutricional para aplicação na cultura da cana-de-açúcar e benefícios ao ambiente, reduzindo o custo de produção frente ao uso de adubo mineral no plantio.

Palavras-Chave: Resíduos agroindustriais. *Saccharum* spp.

SUMMARY

The by-products vinasse and filter cake, derived from the sugar and alcohol process have gained correct destination through the reverse logistics method. The residues correspond to a rich source of nutrients for the soil, and are applied to crops in pre-planting and post-planting operations, in the culture of sugar cane (*Saccharum* spp.). The composts that were previously denominated as residues have been converted into a sustainable alternative of organomineral fertilization, becoming an alternative to the use of mineral fertilizer, which often presents an increase in its value, thus impacting production costs. The present work aimed to gather data on the benefits of using stillage and filter cake in sugarcane production. Methodologically, the research proposed to analyze the economic viability of using these residues as a substitute for mineral fertilizers through a bibliographic survey. It was concluded that the results show that the use of agroindustrial residues presented nutritional viability for application in sugarcane culture and benefits to the environment, reducing the cost of production compared to the use of mineral fertilizer in planting.

Keywords: Production. Agroindustrial residues. *Saccharum* spp

SUMÁRIO

1	
INTRODUÇÃO	9
2 METODOLOGIA	10
3	
DESENVOLVIMENTO	11
3.1 Importância Econômica da Cana-de-Açúcar	11
3.2 Utilização de Vinhaça na Cana-de-Açúcar	12
3.3 Utilização de Torta de Filtro na Cana-de-Açúcar	14
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS	18
REFERÊNCIAS	19

1 INTRODUÇÃO

A cana-de-açúcar é uma cultura que utiliza grandes quantidades de resíduos orgânicos produzidos pela própria agroindústria canavieira, como a vinhaça e a torta de filtro e que representam importantes aportes de matéria orgânica e de potássio e fósforo, respectivamente, colaborando para o uso racional desses materiais (ORLANDO FILHO, 1993)

Para atender a essa expansão, mais áreas são plantadas e, conseqüentemente maiores volumes de resíduos (como a torta de filtro) são gerados. Estes podem ser utilizados na agricultura como fonte de nutrientes, reduzindo a contaminação ambiental e os custos com a produção no campo.

Um dos resíduos que vem chamando atenção é a torta de filtro devido a quantidade produzida e por seu valor agrícola como fertilizante. Para cada tonelada de cana-de-açúcar moída são produzidos de 30 a 40 kg de torta (ZORATTO, 2006). A prática mais usada para esse resíduo é a adubação, pois a mesma contém nutrientes essenciais às plantas como exemplo o fósforo, ou seja, a aplicação da torta implica na adição de nutrientes no perfil do solo. Segundo dados da Unicamp (2006), a torta de filtro é um composto orgânico (85% da sua composição) rico em cálcio, nitrogênio e potássio com composições variáveis dependendo do tipo de cana e da sua maturação. O modo de aplicação do produto é testado de diferentes formas nas unidades de produção, desde a aplicação da área total até nas entrelinhas ou nos sulcos de plantio.

Segundo a UDOP – União dos Produtores de Bioenergia (2007), citado por Alvarenga e Queiroz (2008), a torta de filtro e a vinhaça podem substituir adubos químicos e acarretar uma diminuição dos custos em torno de US\$ 60 por hectare. Cada tonelada de cana moída gera em torno de 40 kg de torta de filtro (KORNDÖRFER, 2003) que é resultante da mistura do processo de clarificação do açúcar (lodo de decantação) como bagaço moído (ALVARENGA; QUEIROZ, 2008). É viável a substituição da adubação química pela orgânica sem perdas na qualidade da matéria-prima e nos rendimentos de colmos e de açúcar mascavo artesanal (ANJOS *et al.*, 2007).

Logo, o presente estudo teve como objetivo o levantamento bibliográfico sobre o uso de resíduos da produção de torta e etanol (torta e vinhaça) na produção de cana-de-açúcar.

2 METODOLOGIA

O trabalho trata-se de um estudo descritivo, de abordagem qualitativa, realizado por meio de pesquisa bibliográfica, de acordo com leitura exploratória realizada em trabalhos da área.

De acordo com Marconi; Lakatos (2007), a pesquisa qualitativa considera uma relação com vínculo entre o mundo real e o sujeito, sendo assim tal relação não pode ser traduzida em números. A interpretação dos fenômenos e atribuição de significados são essenciais na pesquisa qualitativa. Ela requer o ambiente natural como fonte direta para coleta de dados, sendo o pesquisador peça-chave da pesquisa. Sendo assim, pesquisadores tendem a analisar seus dados indutivamente, tornando-a descritiva. O processo e seu significado são os principais focos da abordagem. De acordo com as autoras, a pesquisa descritiva visa descrever as características de determinado fenômeno, população ou o estabelecimento entre as relações. Assume, de maneira geral, a forma de levantamento de dados.

Para Gil (2006), a vantagem fundamental ao se elaborar uma pesquisa bibliográfica é deixar ao pesquisador a cobertura de diversos fenômenos.

A revisão da literatura é a análise meticulosa e ampla, analisando e definindo tópicos, autores, palavras e fontes de dados. Assim, a revisão é considerada o pontapé inicial para a pesquisa científica, mostrando de maneiras novas e diferentes o tema abordado (CONFORTO; AMARAL; SILVA, 2012).

Para o estudo, foi realizada uma leitura exploratória dos materiais bibliográficos pesquisados, de modo que ocorreu uma seleção do material, a fim de subjugar-se os dados que atendam às expectativas da pesquisa.

3 DESENVOLVIMENTO

3.1 Importância Econômica da Cana-de-Açúcar

A cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.) pertence à família das gramíneas (Poaceae) e suas atuais variedades são oriundas de espécies poliplóides de *Saccharum* (VANDENBERGHE, 2022). Esta cultura é responsável pela produção nacional do açúcar no Brasil e, devido ao atual cenário de procura de substitutos para os combustíveis fósseis, vem ganhando muito espaço na produção de biocombustível, sendo o maior produtor de etanol do mundo (BRINKMAN, 2018).

A produção de cana-de-açúcar tem presença essencial na economia mundial e impacto significativo na malha econômica brasileira (ROCHA, 2022). Nos últimos anos, muitos dos estudos envolvendo a cana-de-açúcar destinou-se ao aproveitamento desta na sua totalidade, pois é um fator primordial para a sustentabilidade do processo de produção do complexo sucroalcooleiro (SILVA *et.al.*, 2021).

O Brasil destaca-se mundialmente como um dos principais exportadores de commodities agrícolas, possuindo um território de 851,487 milhões de hectares, sendo que deste, 86,7 milhões de hectares são referentes a área plantada no país em 2021. Comparando com o ano de 2020, há um aumento de 3,9% em hectares (IBGE, 2022).

No Brasil, a maior produção de cana-de-açúcar está concentrada na região Centro-Sul, com enfoque nos estados de São Paulo, Goiás, Minas Gerais e Mato Grosso do Sul, apresentando produção de 520.882,7 toneladas, seguida pela produção Norte Nordeste (CONAB, 2022).

Segundo os dados apresentados pelo IBGE (2022), o agravamento da pandemia de Covid-19 e aumento da inflação ocasionou alta na demanda por commodities em todo o mundo, fator este que contribuiu para os preços elevados em 2021. Dentre os produtos que estão no ranking de valor de produção, a cana-de-açúcar se destaca entre os cinco primeiros, sendo respectivamente, soja, milho, cana-de-açúcar, café e algodão; entretanto, a cana não apresentou aumento na quantidade produzida.

De acordo com o Departamento de Agricultura dos Estados Unidos, (IEA, 2021), o crescimento do setor sucroenergético se deve à crescente demanda mundial de açúcar e etanol. A Indonésia é o país que mais importa açúcar no mundo, seguido pela Tailândia e Estados Unidos, sendo o último o terceiro maior importador e sétimo maior produtor.

O aumento do preço do petróleo no mercado mundial foi primordial para o crescimento da indústria sucroenergética brasileira, pelo etanol ser uma fonte de energia alternativa ao uso da gasolina e apresentar 89% de redução nos gases do efeito estufa quando originado a partir da cana-de-açúcar. Quando produzido a partir da beterraba açucareira a emissão é reduzida a 46% e 31% quando proveniente de grãos, como o milho (UNICA, 2021).

Na economia, a agroindústria sucroalcooleira é responsável por gerar centenas de milhares de empregos diretos e impactar positivamente no desenvolvimento urbano e renda per capita. Assim, a quantidade de cana-de-açúcar plantada e a produção tem crescido consideravelmente no Brasil, principalmente no Estado de São Paulo, que apresenta maior área plantada (UNICA, 2021).

3.2 Utilização de Vinhaça na Produção de Cana-de-Açúcar

Considerada um resíduo pelas destilarias, a vinhaça é um subproduto derivado do processo de produção de álcool na taxa média de 13 L por litro de álcool produzido. Este resíduo, por sua vez, ao ser empregado na fertirrigação da própria cana-de-açúcar, recicla os nutrientes extraídos do caldo destilado e é considerado uma das grandes revoluções no manejo da cultura da cana-de-açúcar no Brasil (ORLANDO FILHO *et al.*, 1981).

Neste contexto e fundamentado na agricultura sustentável devido à reciclagem de água e nutrientes para o solo cultivado, o manejo da cana-de-açúcar que contempla a aplicação de vinhaça, também mitiga os efeitos dessa monocultura sobre o ambiente. Neste sentido, o controle da aplicação da vinhaça no solo pelas usinas alcooleiras e seus prováveis efeitos sobre o ambiente, devem ser controlados com monitoramento contínuo. As mudanças nas propriedades químicas do solo promovidas pela aplicação da vinhaça podem alterar a estabilidade de agregados e a dispersão de argila do solo, influenciando na sua compactação, cujas principais consequências desta compactação são: o aumento da densidade, a diminuição do tamanho dos poros e a redução da condutividade hidráulica (KLEIN; LIBARDI, 2002).

Composto por 93% de água a vinhaça tem a característica de um fertilizante, pois estão presentes potássio, cálcio, nitrogênio e magnésio em altas quantidades e são essenciais para nutrição das plantas (GLORIA, 1976 SANTOS, 2010). Em menores quantidades estão presentes micronutrientes como o ferro, manganês, cobre e zinco.

A quantidade elevada de matéria orgânica contida na vinhaça, principalmente no mosto proveniente do melaço, é resultante da biodegradação que aumenta a disponibilidade de

nutriente e a capacidade de troca iônica. O alto teor destes elementos pode modificar condições como a salinidade do solo e a condutividade elétrica do meio (SANTOS, 2010).

Com a utilização do solo para as atividades agrícolas, é comum serem encontradas camadas mais compactadas na parte superior do seu perfil. Nessas áreas intensivamente utilizadas para a produção agrícola, os valores de densidade do solo são mais elevados, afetando negativamente a aeração e prejudicando a penetração e proliferação de raízes no solo (CORSINI, 1992; CORSINI; FERRAUDO, 1999).

Apesar do aumento temporário do pH em virtude da aplicação da vinhaça no solo, Silva e Cabeda (2005) e Silva *et al.* (2006a), estudando três sistemas de manejo do solo cultivado com cana-de-açúcar, sendo um de sequeiro, um irrigado e um com aplicação de vinhaça, constataram efeitos benéficos da vinhaça sobre as propriedades físicas e químicas dos solos, devido ao aumento da capacidade de retenção de umidade, porosidade, concentração de potássio e condutividade elétrica.

Silva *et al.* (2006b), verificaram que o efeito dos sistemas de manejo nos valores de matéria seca de raízes da cana-de-açúcar foi significativo com o solo que recebeu vinhaça, apresentando os maiores valores nas camadas de 0-0,2 e 0,2-0,4 m, em relação aos solos sob os sistemas sequeiro e irrigado.

Os autores reforçam ainda, que o maior desenvolvimento do sistema radicular da cana-de-açúcar no solo com vinhaça o que reflete sem dúvida, a melhor condição química deste solo, promovida pela aplicação desse subproduto, em relação aos solos sob os sistemas sequeiro e irrigado.

Korndörfer *et al.* (1989), observaram que, ao longo do perfil do solo, não há diferença na distribuição de raízes entre as variedades de cana-de-açúcar; ficando entre 89 a 92% na camada de 0,30 m na cana planta e entre 85 a 92% até 0,40 m na cana soca. Vasconcelos (2002), observou que a morte ou renovação do sistema radicular não é causada pela colheita da cultura e, sim, pela deficiência hídrica, independente da fase de desenvolvimento.

A elevada quantidade de carga orgânica e sais que fazem da vinhaça um resíduo altamente poluente, melhora a disponibilidade de elementos essenciais para as plantas e aumenta a Capacidade de Troca Catiônica (CTC), a quantidade total de cátions retidos à superfície em condição permutável, devido a oxidação da matéria orgânica e eleva o potencial hidrogeniônico do solo (SANTOS, 2010).

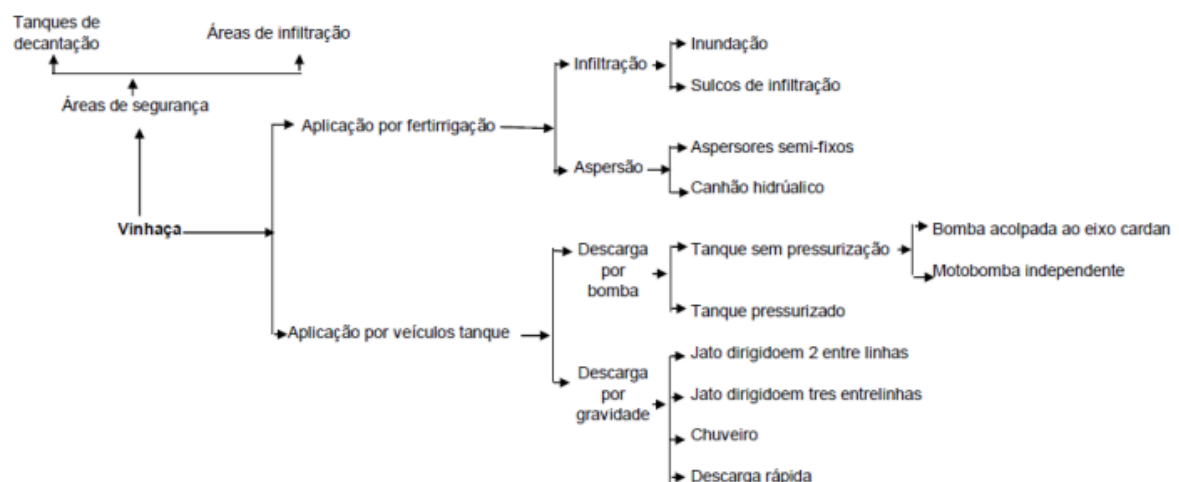
Na década de 40 foram desenvolvidos os estudos pioneiros visando resolver a problemática da vinhaça e como consequência foram apresentado as primeiras pesquisas sobre a técnica de irrigação com o resíduo em questão. Mas somente em 1950, no VIII

Congresso Internacional das Indústrias Agrícolas, que foi apresentado um trabalho que discutia os efeitos da vinhaça no solo. Apresentado no Congresso Internacional das Indústrias Agrícolas, o estudo serviu de base para futuros trabalhos que viriam reforçar a técnica, chamada de fertirrigação, que hoje é empregada nas indústrias canavieiras (LAIME *et al.*, 2011).

A fertirrigação se dá por um processo comum de irrigação e adubação, em que utiliza-se da própria água de irrigação para distribuir o adubo químico ou orgânico na lavoura, utilizando-se de qualquer sistema de irrigação (VIEIRA 1986 apud LUZ 2005). Em virtude dos elevados níveis de matéria orgânica e dos nutrientes contidos na vinhaça, com destaque para o potássio, as destilarias brasileiras têm adotado sua utilização na fertirrigação de plantações de cana-de-açúcar (SANTOS, 2010).

A vinhaça fica depositada em uma área de segurança quando não utilizada, assim evitando contaminação. Existem diferentes técnicas para a aplicação da vinhaça como fertilizante do solo, representadas na Figura 1 podendo ser por inundação ou suco de infiltração, por aspersão com equipamento fixo ou aspersão com canhão hidráulico, ou ainda veículos tanques para distribuição nos talhões (área visualmente homogênea dentro do hectare destinada à plantação). (SANTOS, 2010)

Figura 1. Representação esquemática dos sistemas de aplicação da vinhaça na cultura da cana-de-açúcar.



Fonte: Silva (2009).

Aplicada em quantidades adequadas a utilização da vinhaça como adubo melhora-se a quantidade do canavial e pode aumentar o número de cortes da planta, assim como a

proliferação de microrganismos, aumentando a produtividade até mesmo em regiões secas devido seu alto teor de água (NOEMI, 2011).

Gianchini e Ferras (2009) afirmaram que a grande vantagem da vinhaça é que ela pode substituir em grande parte os nutrientes da adubação mineral, e o benefício imediato do uso deste resíduo é aumento da produtividade, que ocorre com mais intensidade em solos mais pobres e em regiões mais secas.

3.3 Utilização de Torta de Filtro na Produção de Cana-de-Açúcar

A torta de filtro é um resíduo composto da mistura de bagaço moído e lodo da decantação, sendo proveniente do processo do tratamento e clarificação do caldo da cana-de-açúcar (SANTOS *et al.*, 2009). No Brasil, sua importância resulta não só do grande volume em que são geradas sendo cerca de 30 a 40 kg de torta por tonelada de cana moída, mas também resulta da economia de insumos que se obtêm com a prática do seu aproveitamento na forma de fertilizante e/ou como condicionadora de solos. Nunes Junior (2008) relata que a torta filtro é um excelente produto orgânico para solos de baixa fertilidade, e que sai da filtragem com 75 a 80% de umidade.

A torta de filtro apresenta elevado percentual de umidade (de 70 a 80%) e teores elevados de matéria orgânica e fósforo, além de nitrogênio, cálcio e potássio (NUNES JÚNIOR, 2008), sendo empregada, principalmente, nas adubações da cana-planta e proporcionando ao agricultor uma economia nos custos de implantação da cultura. A composição da torta de filtro é variável, em função do tipo de solo, variedade e maturação da cana, processo de clarificação do caldo e outros (ALMEIDA JUNIOR *et al.*, 2011). O fósforo que predomina na torta é orgânico, o que juntamente com o nitrogênio por intermédio da mineralização e ataque de microrganismos do solo, apresentam lenta liberação, com alto aproveitamento pelas plantas (NUNES JÚNIOR, 2008).

A torta de filtro pode substituir a adubação normal de plantio, fazendo-se uma complementação com adubos minerais. Para se ter uma ideia de como seria tal complementação, é necessário se conhecer a composição de uma tonelada deste material, sendo, em média: 14,5 kg de Nitrogênio; 11,1 kg de P_2O_5 ; 7 kg de K_2O ; 52,5 kg de CaO e 5,2 kg de MgO (KOFFLER; DONZELLI, 1987). Assim, para realizar a complementação, basta determinar a quantidade de torta economicamente aplicável por hectare, e depois por intermédio da análise de solo, faz-se a determinação das necessidades da cultura e subtrai-se o total de nutrientes fornecidos pela torta (FERNANDES, 1990).

A qualidade da torta de filtro é diretamente influenciada pelo processo produtivo da cana-de-açúcar, e sabendo que a cana é cultivada em todo o Brasil, sob diferentes classes de solos, o composto a ser produzido pode sofrer diferentes composições nutricionais (ALVES *et al.*, 2017).

O uso racional da torta de filtro, de acordo com as recomendações técnicas, gera benefícios ambientais, agronômicos e financeiros. De acordo com Nunes Jr. (1988), a torta de filtro fresca aplicada no sulco do plantio proporcionou um ganho de cerca de 13,4% em produtividade e em sacarose. Cardozo (1988), analisando a torta de filtro aplicada em área total observou que houve melhoria na disponibilidade de nutrientes e aumento na produtividade.

Donzelli e Penatti (1997), afirmam que houve retorno econômico quando a torta de filtro foi aplicada no sulco de plantio juntamente com a complementação mineral. Korndörfer e Anderson (1997) observaram que a torta de filtro promove alterações significativas nos atributos químicos do solo, tais como: aumento na disponibilidade de fósforo, cálcio e nitrogênio, aumento nos teores de carbono orgânico, aumento na capacidade de troca catiônica e diminuição nos teores de alumínio trocável.

Nardin (2007) verificou que a torta de filtro promoveu uma melhoria na fertilidade do solo na camada de 20 a 40 cm proporcionando aumentos significativos de cálcio e fósforo.

Silva (1995) avaliando a influência do cultivo contínuo de cana-de-açúcar por até 25 anos nas propriedades químicas de solos argilosos, observou que o manejo adequado dos solos, com a adição de vinhaça e torta de filtro, pode melhorar as características químicas dos solos cultivados em relação ao solo nativo, não observando redução no carbono orgânico nas áreas de cultivo. Por ser um material orgânico, a torta de filtro por excelência, mostra elevada capacidade de retenção de água a baixas tensões, e esta propriedade contribui, tanto para aumentar a produtividade da cana-de-açúcar, especialmente em regime não irrigado, como para assegurar melhor brotação em plantios realizados em épocas desfavoráveis (ROSSETTO; DIAS, 2005).

Ruiz (1997) avaliou o uso da torta de filtro, gesso e vinhaça na recuperação de um solo salino-sódico na cultura do arroz e pode observar que o uso conjunto de gesso e torta de filtro mostrou-se o melhor corretivo em relação a testemunha e ao uso de ambos isoladamente, observou também que houve um aumento na parte aérea da planta no uso conjunto de torta de filtro e gesso.

Neste contexto, a torta de filtro pode ser excelente fonte de fósforo, e o que antes gerava problemas e custos para as empresas, começa a fazer parte do seu capital ativo da empresa, amenizando despesas e maximizando os lucros (BITTENCOURT *et al.*, 2006).

Porém estudos indicam um aumento na concentração dos teores de metais pesados em solos que tradicionalmente recebem tratamentos culturais a base de torta de filtro e um potencial risco de contaminação do lençol freático sendo que esses metais não são absorvidos pela planta e tendem a percolar. Sendo assim, é recomendada a utilização desse resíduo na forma de rodízio, evitando a concentração desse material durante safras seguidas na mesma área, e reforça a necessidade de monitoramento nessas áreas de aplicação de torta de filtro a fim de controlar e evitar o crescimento de níveis tóxicos de metais pesados no solo (UNICAMP, 2006).

4 CONCLUSÃO

A partir dos dados obtidos, pode-se concluir que tanto a vinhaça quanto a torta de filtro apresentam grandes benefícios para a produção de cana-de-açúcar, atendendo tanto a legislação sobre o descarte dos resíduos da agroindústria, diminuição do impacto ambiental com a utilização de produtos químicos, como trazendo benefícios para a produtividade.

Tudo isso, faz com que esses resíduos sejam propostas interessantes para sua utilização no programa de adubação nas propriedades agrícolas.

REFÊRENCIAS

- ALMEIDA JÚNIOR, A. B.; NASCIMENTO, C. W. A.; SOBRAL, M. F. et al. Fertilidade do solo e absorção de nutrientes em cana-de-açúcar fertilizada com torta de filtro. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.15, n.10, p.1004-1013, 2011. <<http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662011001000004>>
- ALVES, D. R.; ABDALLA, M. G.; LIMA, A. F. **Aplicação da torta de filtro como adubo em canaviais**. 2017. Disponível em: . Acesso em: 10 out. 2022.
- BITTENCOURT, V. C. et al. Torta de filtro enriquecida. **Revista Idea News**, v 6, n.63, p. 2-6, jan., 2006.
- BRINKMAN, M. L.J., et al. Interregional assessment of socio-economic effects of sugarcane ethanol production in Brazil. **Renewable and sustainable energy reviews**, v. 88, p. 347-362, 2018.
- CONAB. **Conab realiza pesquisa de campo sobre a cana-de-açúcar. 2022**. Disponível em: . Acesso em: 06 abr. 2023.
- CORSINI, P. C. Problemas causados pela compactação dos solos. **STAB**, v.18, p.8-12, 1992.
- CORSINI, P. C.; FERRAUDO, A. S. Efeitos de sistemas de cultivo na densidade e na macroporosidade do solo e no desenvolvimento radicular do milho em Latossolo Roxo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.34, p.289-298, 1999.
- DONZELLI, J. L.; PENATTI, C. P. **Manejo do solo classificado como Latossolo Roxo Acríco**. Piracicaba: Centro de Tecnologia Copersucar, 1997, p.8. (Relatório Técnico).
- GIANCHINI, C.F. Benefícios da utilização de vinhaça em terras de plantio de cana-de-açúcar – Revisão da literatura. **Revista Científica eletrônica de agronomia**. Garça, SP. 2009. 15 ed. Disponível em:< www.revista.inf.br/agro15/revisao/TEVLIT01.pdf>. Acesso em: 25 abr.2023
- INSTITUTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA. **Alta na Produção e nas Exportações de Açúcar Marca a Safra 2020/21 de Cana**. 2021. Disponível em: < <http://www.iea.sp.gov.br/out/TerTexto.php?codTexto=15925>>. Acesso em: 05 abr. 2023.
- KLEIN, V. A.; LIBARDI, P. L. Densidade e distribuição de diâmetro dos poros de um Latossolo Vermelho, sob diferentes sistemas de uso e manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.26, p.857-867, 2002.
- KOFFLER, N. F.; DONZELLI, P. L. Avaliação dos solos brasileiros para a cultura da cana-de-açúcar. **In: Cana-de-açúcar: cultivo e utilização**. Campinas, Fundação Cargill, v.1, p. 19. 1987.
- KORNDÖRFER, G. H.; PRIMAVESI, O.; DEUBER, R. Crescimento e distribuição do sistema radicular da cana-de-açúcar em solo LVA. **Boletim Técnico Coopersucar**, v.47, p.32-36, 1989.
- LAIME, M.O. et al. Possibilidades tecnológicas para a destinação da vinhaça: uma revisão. 2011. **Revista Trópica – Ciências Agrárias e Biológicas**, v.5, N.3, P.16, 2011.

LUZ, P.H. **Novas tecnologias no uso da vinhaça e alguns aspectos legais**. 2005. II Simpósio de Tecnologia da produção de cana-de-açúcar. Pirassununga – SP. Jun 2005

NARDIN, R. R. **Torta de filtro aplicada em Argissolo e seus efeitos agrônomicosem duas variedades de cana-de-açúcar colhidas em duas épocas**. 2007, 39f. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical e Subtropical) – Instituto Agrônômico, Campinas.

NOEMI, R.P. 2011. **Uso de vinhaça para fertirrigação**. Trabalho de graduação. Faculdade de Tecnologia Prof. Fernando Amaral de Almeida Prado. Araçatuba, 2011.

NUNES JUNIOR, D. **Torta de Filtro: de resíduo a produto nobre**. Idea News, ano 8, n.92. junho, p.2-30, 2008.

ORLANDO FILHO, J.; ZAMBELLO JÚNIOR, E.; RODELLA, A. A. Calibração de potássio no solo e recomendação de adubação para a cana-de-açúcar. **Brasil Açucareiro**, v.97, p.18-24, 1981.

ROCHA, B. M.; FONSECA, U. A.; PEDRINI, H.; SOARES, F. **Automatic detection and evaluation of sugarcane planting rows in aerial images**. **Information Processing in Agriculture**, 2022

ROSSETO, R; DIAS, F. L. F. **Nutrição e adubação da cana-de-açúcar: indagações e reflexões**. Encarte de Informações Agrônômicas, n. 110, junho de 2005.

RUIZ, H.A.; GUEYI, H.R. ALMEIDA, M.T.; RIBEIRO, A.C. Torta-de-Filtro e vinhaça na recuperação de um solo salino-sódico e no desenvolvimento de arroz irrigado(1). **Revista Brasileira da Ciência do solo**. v. 21, p. 659-665. Viçosa, 1997.

SANTOS, J.D. **Utilização da vinhaça como componente de solução nutritiva para hidroponia**. 2010. Dissertação de Pós-Graduação. Universidade federal do Paraná. Paraná. 2010.

SILVA, A.T. 2010. Benefícios da fertirrigação com vinhaça na melhoria do solo e à produtividade da cana-de-açúcar. III Seminário de Agroecologia. **Caderno de Agroecologia**, v.5, n.1, 2010.

SILVA, A. J. N.; CABEDA, M. S. V. Influência de diferentes sistemas de uso e manejo na coesão, resistência ao cisalhamento e óxidos de Fe, Si e Al em solo de tabuleiro costeiro de Alagoas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.29, p.447- 457, 2005.

SILVA, A. J. N. DA; CABEDA, M. S. V.; CARVALHO, F. G. de. Matéria orgânica e propriedades físicas de um Argissolo Amarelo Coeso sob sistemas de manejo com cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.10, p.759– 585, 2006a.

SILVA, A. J. N. DA; CABEDA, M. S. V.; CARVALHO, F. G. DE; LIMA, J. F. W. F. Alterações físicas e químicas de um Argissolo Amarelo sob diferentes sistemas de uso e manejo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.10, p.76–83, 2006b.

UNICA. **Cana-de-açúcar é fonte de 19% da energia consumida no Brasil. 2021**. Disponível em: <

<https://unica.com.br/noticias/cana-de-acucar-e-fonte-de19-da-energia-consumida-no-brasil/>>. Acesso em: 23 mar. 2023.

UNICAMP: banco de dados. **Desenvolvimento sustentável na agroindústria canavieira**. Disponível em: <http://www.cori.unicamp.br/IAU/completos> Acesso em: 10 abr. 2023.

VANDENBERGHE, L. P. S. et al. Beyond sugar and ethanol: The future of sugarcane biorefineries in Brazil. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 167, p. 112721, 2022.

VASCONCELOS, A. C. M. **Desenvolvimento do sistema radicular e da parte aérea de socas de cana-de-açúcar sob dois sistemas de colheita**. Jaboticabal: Universidade Estadual Paulista, 2002. 140p. Tese Doutorado