

RESSALVA

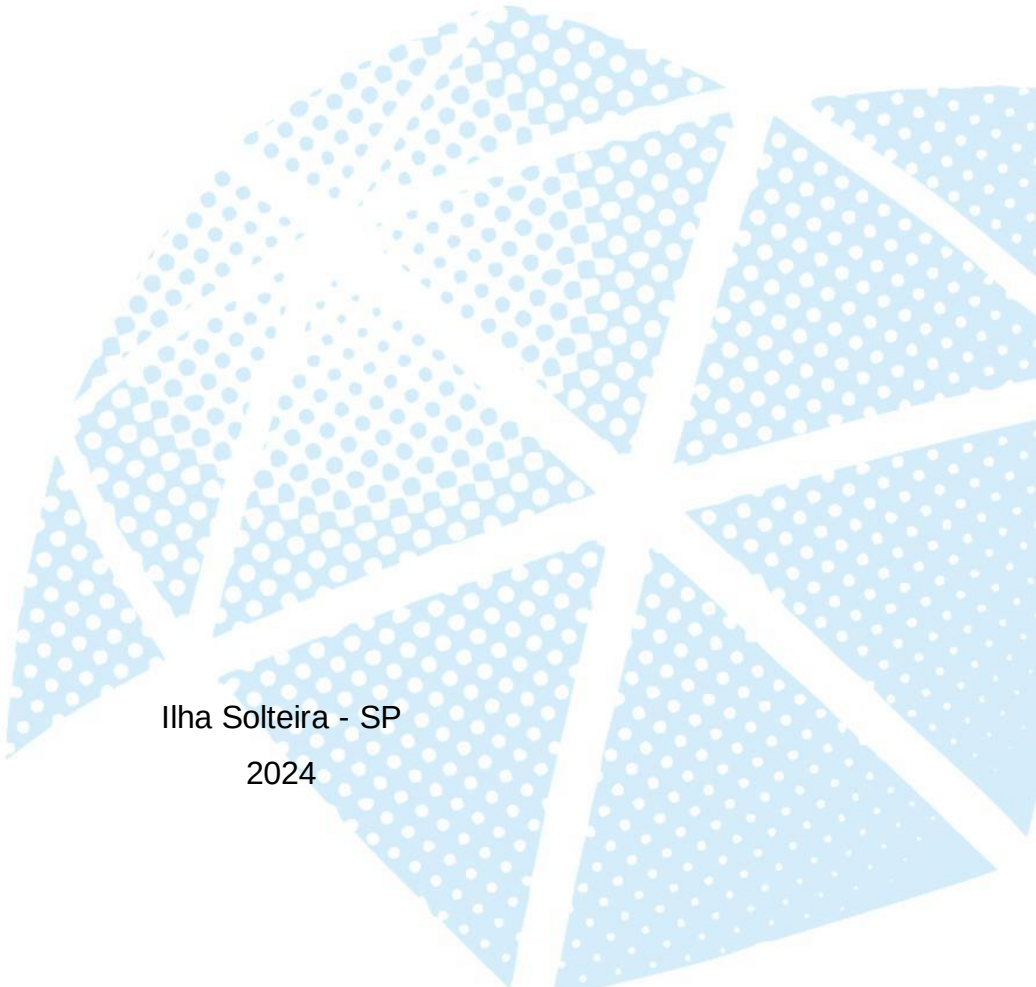
Atendendo a solicitação do autor, o texto completo desta tese será disponibilizado somente a partir de 20/02/2026.

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
CAMPUS DE ILHA SOLTEIRA**

RAFAEL DOS SANTOS SILVA

**FERTILIDADE DO SOLO, VARIÁVEIS TECNOLÓGICAS E AGRONÔMICAS DA
CANA-DE-AÇÚCAR CULTIVADA SOB ADUBAÇÃO ORGÂNICA E MINERAL**

Ilha Solteira - SP
2024



PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

RAFAEL DOS SANTOS SILVA

**FERTILIDADE DO SOLO, VARIÁVEIS TECNOLÓGICAS E AGRONÔMICAS DA
CANA-DE-AÇÚCAR CULTIVADA SOB ADUBAÇÃO ORGÂNICA E MINERAL**

Tese apresentada à Universidade Estadual Paulista (UNESP), Campus de Ilha Solteira, para obtenção do título de Doutor em Agronomia. Especialidade: Sistemas de Produção.

Orientador: Prof. Dr. Thiago Assis Rodrigues Nogueira

Ilha Solteira - SP

2024

FICHA CATALOGRÁFICA

Desenvolvido pelo Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação

S586f Silva, Rafael dos Santos.
Fertilidade do solo, variáveis tecnológicas e agronômicas da cana-de-açúcar cultivada sob adubação orgânica e mineral / Rafael dos Santos Silva. -- Ilha Solteira: [s.n.], 2024
107 f. : il.

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira. Área de conhecimento: Sistemas de Produção, 2024

Orientador: Thiago Assis Rodrigues Nogueira

Inclui bibliografia

1. *Saccharum officinarum* L. 2. Compostagem. 3. Fertilizantes. 4. Economia circular. 5. Lodo de esgoto. 6. Nutrição de plantas.


Amanda Sertori dos Santos
Bibliotecária - CRB/IL-9081
Seção Técnica de Referência, Atendimento ao
Usuário e Documentação
Diretoria Técnica de Biblioteca e Documentação

IMPACTO POTENCIAL DESTA PESQUISA

O manejo da fertilidade do solo é crucial para otimização dos rendimentos da cultura da cana-de-açúcar. Ao analisar a combinação de fertilizantes orgânicos, como o composto de lodo de esgoto, com fertilizantes minerais, esta pesquisa apresenta inovações sobre práticas agrícolas sustentáveis. A utilização de fertilizante orgânico, diminui a dependência de fertilizantes minerais e melhora a produtividade e a qualidade do solo e da cultura da cana-de-açúcar, promovendo um manejo mais sustentável e resilientes para a indústria sucroenergética.

POTENTIAL IMPACT OF THIS RESEARCH

Soil fertility management is crucial for optimizing sugarcane crop yields. By examining the combination of organic fertilizers, such as composted sewage sludge, with mineral fertilizers, this research offers innovations in sustainable agricultural practices. The use of organic fertilizers reduces the dependence on mineral fertilizers and improves the productivity and quality of sugarcane, promoting more sustainable and resilient management for the sugar-energy industry.

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA TESE: FERTILIDADE DO SOLO, VARIÁVEIS TECNOLÓGICAS E AGRONÔMICAS DA CANA-DE-AÇÚCAR CULTIVADA SOB ADUBAÇÃO ORGÂNICA E MINERAL

AUTOR: RAFAEL DOS SANTOS SILVA

ORIENTADOR: THIAGO ASSIS RODRIGUES NOGUEIRA

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Doutor em Agronomia, área: Sistemas de Produção pela Comissão Examinadora:

Prof. Dr. THIAGO ASSIS RODRIGUES NOGUEIRA (Participação Virtual)
Departamento de Ciencia do Solo / Faculdade de Ciencias Agrarias e Veterinarias - UNESP

Prof. Dr. SALATIER BUZETTI (Participação Virtual)
Departamento de Fitossanidade, Engenharia Rural e Solos / Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira - UNESP

Prof. Dr. RONALDO DA SILVA VIANA (Participação Virtual)
Departamento de Producao Vegetal / Faculdade de Ciencias Agrarias e Tecnologicas - UNESP

Dr. SÉRGIO GUSTAVO QUASSI DE CASTRO (Participação Virtual)
Departamento de Experimentação e Consultoria Agrônômica Aplicada / AgroQuatro-S

Prof. Dr. CÁSSIO HAMILTON ABREU-JUNIOR (Participação Virtual)
Divisão de Produtividade Agroindustrial e Alimentos / Centro de Energia Nuclear na Agricultura - CENA/USP

Ilha Solteira, 20 de agosto de 2024

Documento assinado digitalmente
 **THIAGO ASSIS RODRIGUES NOGUEIRA**
Data: 21/08/2024 09:01:23-0300
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Documento assinado digitalmente
 **SALATIER BUZETTI**
Data: 21/08/2024 20:37:17-0300
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Documento assinado digitalmente
 **RONALDO DA SILVA VIANA**
Data: 27/08/2024 09:10:35-0300
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Documento assinado digitalmente
 **SERGIO GUSTAVO QUASSI DE CASTRO**
Data: 27/08/2024 09:59:51-0300
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Documento assinado digitalmente
 **CASSIO HAMILTON ABREU JUNIOR**
Data: 27/08/2024 17:33:15-0300
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho à minha mãe, Maria dos Santos Sousa (*in memoriam*), que sempre foi meu maior exemplo de determinação e perseverança. Seu apoio incondicional e seus esforços para me proporcionar a melhor educação foram fundamentais para minha jornada. Sua lembrança continua a me inspirar e a me impulsionar a seguir em frente.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por me agraciar com a vida, saúde, entendimento e sabedoria, além de sempre me acompanhar.

À minha querida família: minha amada esposa Estela e meus filhos Mateus e Gabriel. Vocês, abaixo de Deus, são minha base e fonte de inspiração. Amo vocês!

Ao meu irmão, Raydon Santos, minha cunhada Carla Santos e seus filhos Lorenzo e Miguel, pelo apoio e confiança.

À minha Sogra Maria de Fátima, que me recebeu de braços abertos em sua família e que não mede esforços para me ajudar, orientar e apoiar.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Thiago Assis Rodrigues Nogueira, pela confiança, paciência e conselhos essenciais para o desenvolvimento deste trabalho. Um profissional de excelência.

Ao Dr. Fernando Carvalho Oliveira, da Biossola Agricultura e Ambiente Ltda e Tera Ambiental, pela parceria no desenvolvimento da pesquisa.

À Faculdade de Engenharia da Universidade Estadual Paulista, Campus de Ilha Solteira (FEIS/Unesp), pela oportunidade concedida por meio do Curso de Pós-graduação, que contribuiu significativamente para minha formação científica e profissional.

Aos colegas do Grupo de Estudos em Nutrição, Adubação e Fertilidade do Solo (GENAFERT), pela disposição em colaborar, pelo trabalho em equipe e pela união em prol do grupo. Em especial, agradeço à Raimunda Eliane, Nathércia Castro e Rodrigo pelo grande apoio. Desejo a vocês todo o sucesso possível.

À usina Vale do Paraná S/A - Álcool e Açúcar, pela confiança e por permitir meu crescimento profissional e pessoal, concedendo-me a oportunidade de conciliar o estudo com a jornada de trabalho.

Aos meus líderes na Usina Vale do Paraná, Alberto José Otoyá Dussan (Diretor Geral), Vicente Estuardo Esquit Donis (Gerente Agrícola), por quem tenho grande estima e respeito.

À nova gestão da Usina Vale do Paraná, agora Companhia de Melhoramento Norte do Paraná (CMNP), por continuar contribuindo positivamente com a execução deste trabalho mesmo após o meu desligamento.

Sou grato a todos pela contribuição direta ou indireta para a conclusão deste sonho. A recíproca é verdadeira.

RESUMO

O composto de lodo de esgoto (CLE), utilizado como fertilizante orgânico, pode ser uma fonte alternativa para melhorar a fertilidade do solo, aumentar a produtividade da cana-de-açúcar e reduzir o uso de fertilizantes minerais. No presente estudo, objetivou-se avaliar a fertilidade do solo, além de variáveis tecnológicas e agronômicas da cana-de-açúcar (RB867515) cultivada sob adubação orgânica e mineral. O experimento foi desenvolvido em condições de campo, utilizando o delineamento experimental em blocos casualizados, com 11 tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos constituem-se de doses de CLE (0,0, 2,5; 5,0 e 7,5 t ha⁻¹, base úmida), associadas ou não com 50% e 100% da adubação mineral convencional (AMC) recomendada para a cultura e um tratamento com 100% de AMC e sem aplicação de CLE. Nas safras 2020/21 e 2021/22, na colheita da cultura, foram coletadas amostras de solo (0,00–0,25 m e 0,25–0,50 m de profundidade) para avaliação da fertilidade (MO, pH, CTC, H+Al, Al, SB, V, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn e Zn). O estado nutricional, a produtividade e a qualidade tecnológica (°Brix, ATR, POL e TAH) da cana-de-açúcar também foram avaliados. Na 1ª e 2ª soca, nas duas profundidades, as doses de 5,0 a 7,5 t ha⁻¹ de CLE incrementaram os atributos MO, SB, CTC e V, além de aumentarem os teores de P, K, Ca, Mg, B, Cu e Zn no solo. A aplicação de CLE permite uma redução de até 50% na adubação mineral de soqueira. A dose de 5,0 t ha⁻¹ de CLE promoveu um incremento de 20% na produtividade em relação a adubação mineral. O efeito residual da associação de 7,5 t ha⁻¹ de CLE com 50% da AMC incrementou em 10% a produtividade em relação ao tratamento com 100% de AMC. Nas duas soqueiras, essas mesmas doses promoveram adequada nutrição das plantas e incrementaram o TAH. Conclui-se que o CLE pode ser utilizado como fonte complementar à adubação mineral na produção da cultura da cana-de-açúcar.

Palavras-chave: *Saccharum officinarum* L; compostagem; fertilizantes; economia circular; lodo de esgoto; nutrição de plantas.

ABSTRACT

Organic fertilization in sugarcane cultivation using composted sewage sludge (CSS) could be an alternative for improving soil fertility and increasing productivity while reducing the need for mineral fertilizers. In this context, the aim of this study was to evaluate soil fertility as well as the agronomic responses of sugarcane cultivated under organic and mineral fertilization in a commercial production system. The experiment was conducted under field conditions using a randomized complete block design with 11 treatments and four replications. The treatments consisted of CSS application rates (0.0, 2.5, 5.0, and 7.5 Mg ha⁻¹, wet basis) associated with 50% or 100% of conventional mineral fertilization (CMF) and one treatment with 100% of CMF. During the 2020/21 and 2021/22 harvest seasons, soil samples (0.00–0.25 m and 0.25–0.50 m depth) were collected at the end of the crop cycle to assess fertility parameters (OM, pH, CEC, H+Al, Al, BS, BS, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn, and Zn). Nutritional status (K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn, and Zn), productivity (Mg ha⁻¹ of cane), and technological quality (°Brix, ATR, POL, and TAH) of the RB867515 sugarcane variety were evaluated. Results indicated that applying CSS at rates of 5.0 to 7.5 Mg ha⁻¹ significantly increased the concentration of P, K, Ca, Mg, B, Cu, and Zn in the soil. This effect was observed through the increase in OM, SB, CEC, and BS attributes in the first and second ratoons. Additionally, CSS application allowed for a reduction of up to 50% in the amount of mineral fertilizers needed to achieve high productivity levels. Specifically, a rate of 5.0 Mg ha⁻¹ of CSS increased productivity by 20% compared to mineral fertilization alone. The residual effect of 7.5 Mg ha⁻¹ CSS combined with 50% CMF increased productivity by 10% compared to mineral fertilization alone. These rates also promoted increased TAH in both the first and second ratoons. In conclusion, CSS can be used as a complementary source to mineral fertilization in the commercial production of sugarcane, as this organic fertilizer can meet the crop's nutritional needs. Such management practices promote sustainability through the responsible management of urban waste.

Keywords: *Saccharum officinarum* L; composting; fertilizers; circular economy; sewage sludge; mineral plant nutrition.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Localização da área experimental (a), unidade experimental e suas dimensões (b).....	41
Figura 2 – Médias mensais da precipitação pluvial (mm), da umidade relativa do ar (%) e da temperatura (°C) máxima, média e mínima registradas durante o cultivo da cana-de-açúcar. Dados coletados da estação climática da Faculdade de Engenharia da Unesp, Ilha Solteira	42
Figura 3 - Matéria orgânica – MO (a), acidez ativa – pH (b), acidez potencial – H+Al (c), soma de bases – V (f) nas amostras de solo coletadas após o cultivo da cana-de-açúcar, nas camadas 0,00–0,25 m de profundidade, em função dos tratamentos e dos anos.....	51
Figura 4 - Matéria orgânica – MO (a), acidez ativa – pH (b), acidez potencial – H+Al (c), soma de bases – SB (d) capacidade de troca catiônica – CTC (e) e saturação de bases – V (f) nas amostras de solo coletadas após o cultivo da cana-de-açúcar, nas camadas 0,25–0,50 m de profundidade, em função dos tratamentos e dos anos	53
Figura 5 - Teores de P (a), K (b), Ca (c), Mg (d) e S (e) nas amostras de solo coletadas após o cultivo da cana-de-açúcar, nas camadas 0,00–0,25 m de profundidade, em função dos tratamentos e dos anos	56
Figura 6 - Teores de P (a), K (b), Ca (c), Mg (d) e S (e) nas amostras de solo coletadas após o cultivo da cana-de-açúcar, nas camadas 0,25–0,50 m de profundidade, em função dos tratamentos e dos anos	58
Figura 7 - Teores de B (a), Cu (b), Fe (c), Mn (d) e Zn (e) nas amostras de solo coletadas após o cultivo da cana-de-açúcar, nas camadas 0,0–0,25 m de profundidade, em função dos tratamentos e dos anos	60
Figura 8 - Teores de B (a), Cu (b), Fe (c), Mn (d) e Zn (e) nas amostras de solo coletadas após o cultivo da cana-de-açúcar, nas camadas 0,25–0,50 m de profundidade, em função dos tratamentos e dos anos	62
Figura 9 - Localização da área experimental (município de Suzanópolis, São Paulo, Brasil) e representação esquemática de uma única parcela com a individuação da "área útil" para coleta de dados do solo e da planta.....	76
Figura 10 - Médias mensais da precipitação pluvial (mm), da umidade relativa do ar (%) e da temperatura (°C) máxima, média e mínima registradas durante o cultivo da	

cana-de-açúcar. Dados coletados da estação climática da Faculdade de Engenharia da Unesp, Ilha Solteira	78
Figura 11 - Teor de N (a), P (b), K (c), Ca (d), Mg (e) e S (f) na folha diagnose da cultura da cana-de-açúcar em resposta aos tratamentos e anos de cultivo	84
Figura 12 - Teores de B (a), Cu (b), Fe (c), Mn (d) e Zn (e) na folha diagnose da cultura da cana-de-açúcar em resposta aos tratamentos e anos de cultivo	88
Figura 13 - Brix% caldo (a), açúcar total recuperável (ATR) (b), produtividade de açúcar em toneladas de açúcar por hectare (TAH) (c) e porcentagem de sacarose da cana (Pol% cana) (d) em resposta aos tratamentos e anos de cultivo.....	91
Figura 14 - Produtividade de cana de açúcar em toneladas de colmos por hectare (TCH), em resposta aos tratamentos.....	92
Figura 15 - Análise de regressão de N foliar na 1ª e 2ª soca, em resposta às doses de CLE (0,0; 2,5; 5,0 e 7,5 ha ⁻¹ , base úmida)	93
Figura 16 - Análise de regressão de Mg foliar na 1ª e 2ª soca, em resposta às doses de CLE (0,0; 2,5; 5,0 e 7,5 ha ⁻¹ , base úmida).....	94
Figura 17 - Análise de regressão de B foliar na 1ª e 2ª soca, em resposta às doses de CLE (0,0; 2,5; 5,0 e 7,5 ha ⁻¹ , base úmida).....	94
Figura 18 - Mapa de calor com as correlações de Pearson entre as variáveis de atributos químicos do solo, teores de nutrientes no solo, produtividade e qualidade tecnológica da planta	95
Figura 19 - Correlograma evidenciando a distribuição e correlação entre TCH (Tonelada de Cana por Hectare) e TAH (Tonelada de Açúcar por Hectare) na cultura da cana-de-açúcar	96

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Atributos físicos ^a e químicos ^b das amostras de solo coletadas na área experimental nas camadas de 0,00–0,25 e 0,25–0,50 m de profundidade (média ± desvio padrão, $n = 3$	43
Tabela 2 - Composição dos tratamentos estudados na presente pesquisa.....	44
Tabela 3 - Análise de regressão de atributos químicos de solo de amostras coletadas nas camadas de 0,00–0,25 e 0,25–0,50 m de profundidade, após a colheita da cana-açúcar 1 ^a e 2 ^a soca, em resposta às doses de CLE (0,0; 2,5; 5,0 e 7,5 ha ⁻¹ , base úmida.....	50
Tabela 4 - Atributos físicos ^a e químicos ^b das amostras de solo coletadas na área experimental nas camadas de 0,00–0,25 e 0,25–0,50 m de profundidade (média ± desvio padrão, $n = 3$).....	77
Tabela 5 - Composição dos tratamentos estudados na presente pesquisa.....	79
Tabela 6 - Composição química e microbiológica de amostras do composto de lodo de esgoto	80

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AMC	Adubação mineral convencional
ATR	Açúcares Total Recuperável
CLE	Composto de lodo de esgoto
CONAB	Companhia Nacional de Abastecimento
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
CSS	Composted sewage sludge
LE	Lodo de Esgoto
PIB	Produtos Interno Bruto
POL	Teor de sacarose aparente
PRNT	Poder Relativo de Neutralização Total
ST	Sólidos Totais
TAH	Toneladas de açúcar por hectare
TCH	Toneladas de cana por hectare
TDV	Folha mais alta com colarinho visível

SUMÁRIO

1	CONSIDERAÇÕES GERAIS	14
1.1	INTRODUÇÃO	14
1.2	REVISÃO DE LITERATURA	16
1.2.1	Panorama nacional da produção da cana-de-açúcar	16
1.2.2	Uso estratégico da adubação orgânica na cultura da cana-de-açúcar ...	17
1.2.3	Composto de lodo de esgoto e seus efeitos na fertilidade do solo.....	18
1.2.4	Fertilizante a base de lodo de esgoto na agricultura-cana.....	20
	REFERÊNCIAS	23
2	FERTILIDADE DE SOLO TROPICAL CULTIVADO COM CANA-DE-AÇÚCAR E REDUÇÃO NO USO DE FERTILIZANTES MINERAIS EM RESPOSTA À ASSOCIAÇÃO COM FERTILIZANTE ORGÂNICO A BASE DE LODO DE ESGOTO	37
2.1	INTRODUÇÃO	38
2.2	MATERIAL E MÉTODOS.....	41
2.2.1	Descrição da área experimental	41
2.2.2	Delineamento experimental e tratamentos	43
2.2.3	Caracterização do composto de lodo de esgoto	44
2.2.4	Desenvolvimento e histórico do experimento	45
2.2.5	Análise dos atributos químicos do solo.....	47
2.2.6	Análise estatística.....	47
2.2.7	Resultados e Discussão	47
2.3	CONCLUSÃO	63
	REFERÊNCIAS	64
3	ESTADO NUTRICIONAL, PRODUTIVIDADE E QUALIDADE TECNOLÓGICA DA CANA-DE-AÇÚCAR ADUBADA COM COMPOSTO DE LODO DE ESGOTO E FERTILIZANTES MINERAIS	72
3.1	INTRODUÇÃO	74
3.2	MATERIAL E MÉTODOS.....	76
3.1.1	Delineamento experimental e tratamentos	78
3.1.2	Caracterização do composto de lodo de esgoto	79
3.1.3	Histórico do experimento e desenvolvimento da cultura	81
3.1.4	Análise dos teores de nutrientes, análise tecnológica e produtividade .	82

3.1.5	Análise estatística.....	82
3.1.6	Resultados e discussão	83
3.2	CONCLUSÃO	97
	REFERÊNCIAS	98

1 CONSIDERAÇÕES GERAIS

1.1 INTRODUÇÃO

A crescente demanda por energia, aliada à necessidade de mitigar os impactos ambientais decorrentes da utilização de fontes não renováveis, tem impulsionado a busca por alternativas sustentáveis e eficientes na produção de biomassa e energia, com grande importância para a segurança alimentar (FAO, 2021; ICLEI, 2023; Agency, 2024). A cultura da cana-de-açúcar (*Saccharum* L.) se destaca como uma promissora fonte de energia renovável. Além de sua elevada produtividade e versatilidade na produção de diversos produtos derivados (etanol, açúcar, energia, torta de filtro e vinhaça) contribui significativamente para redução das emissões de gases de efeito estufa (Corrêa, 2022; Epifanio, 2023; Filho *et al.*, 2023; Reis, Santos e Gomes, 2023).

Para alcançar altos níveis de produtividade, o cultivo de cana-de-açúcar demanda uma atenção especial às suas necessidades nutricionais. Isso inclui o fornecimento adequado de corretivos de solo, gesso agrícola e fertilizantes (Castro, 2022; Freire *et al.*, 2022; Garcia e Mendes, 2022; Raizer *et al.*, 2022).

A demanda por fertilizantes minerais na produção agrícola, tanto em nível nacional quanto mundial, tem aumentado significativamente nas últimas décadas, refletindo a necessidade de aumentar a produtividade agrícola para atender à crescente demanda por alimentos. Em 2023, estima-se que cerca de 194 milhões de toneladas de fertilizantes foram consumidas globalmente, representando aumento de 1,8% em relação ao ano de 2022 (FAO, 2023). Esse crescimento é impulsionado pelo aumento populacional, mudanças nos hábitos alimentares e degradação do solo, tornando-se um grande desafio para a produção agrícola (Brasil, 2023; FAO, 2023; FAO *et al.*, 2023). No Brasil, a cultura da cana-de-açúcar já ocupa uma área de 8,6 milhões de hectares, com uma produção média de 79 t ha⁻¹, estando entre as espécies cultivadas que mais utilizam fertilizante minerais quando comprado a outras culturas como milho, café e algodão. Por outro lado, o Brasil depende significativamente da importação de fertilizantes, com cerca de 85% dos fertilizantes utilizados no país sendo provenientes de mercados internacionais (Mafrá, 2022). Além do mais, o Brasil ocupa a quarta posição no ranking mundial de consumo de fertilizantes, ficando atrás apenas da China, Índia e Estados Unidos. O país é responsável por aproximadamente 8% do consumo global de fertilizantes (Brasil, 2021; Brasil, 2022; ANDA, 2024). Esta dependência expõe o agronegócio brasileiro a riscos significativos, como crises que

podem comprometer a produção agrícola e a segurança alimentar (Brasil, 2022a). Para mitigar esses riscos, o Plano Nacional de Fertilizantes tem como foco principal a busca por fontes alternativas e a redução da dependência de insumos importados (Brasil, 2021a). Entre as medidas adotadas, destaca-se o incentivo ao uso de adubação alternativa orgânica, que não só diminui a necessidade de fertilizantes minerais, mas também promove a sustentabilidade agrícola (Santos e Glass, 2018; Velden, van der *et al.*, 2022)

Para enfrentar esses desafios de maneira sustentável, será fundamental a adoção de práticas agrícolas que promovam a eficiência no uso de fertilizantes, a conservação do solo e a proteção do ambiente. O uso de fertilizantes orgânicos como fonte de matéria orgânica (MO) e de nutrientes de plantas oferece múltiplos benefícios. Além de fornecer os elementos essenciais para o desenvolvimento da cultura da cana-de-açúcar, contribui para a melhoria da estrutura do solo, aumentando sua capacidade de retenção de água e nutrientes, e promove a atividade biológica, essencial para a saúde do ecossistema do solo, além de armazenar grandes quantidade de carbono auxiliando na mitigação das mudanças climática (Gomes *et al.*, 2019; Alves, 2020; Oliveira, 2022; Moraes *et al.*, 2023).

Fertilizantes orgânicos a base de lodo de esgoto emergem como alternativas promissoras, podendo substituir parcialmente os fertilizantes minerais, diminuindo os custos de produção e os impactos ambientais, além de promover uma disposição final mais sustentável para os lodos (Doss e Sivakumar, 2022; Silva *et al.*, 2022a; Souza, Silva, *et al.*, 2023). O composto de lodo de esgoto (CLE) vem sendo estudado em diversas culturas (feijão, soja, milho, cana e outras), sendo observado melhorias nos atributos químicos do solo, aumentos dos teores de N, P, Cu, Mn e Zn no solo e nas plantas, além de ganhos de produtividades (Oliveira *et al.*, 2023). Por outro lado, ainda são escassas informações sobre o uso combinado de CLE com os fertilizantes minerais.

Diante do exposto, tem-se como hipótese que a associação do fertilizante orgânico a base de lodo de esgoto com fontes minerais, além de melhorar a fertilidade do solo e as variáveis tecnológicas e agronômicas da cana, contribuirá para a redução do fornecimento de fertilizantes minerais. Assim, objetivou-se com esta pesquisa, avaliar a fertilidade do solo, o estado nutricional, a produtividade e qualidade tecnológica da cana soca após a aplicação do CLE associado ou não à adubação mineral.

em canaviais promoverá uma gestão mais sustentável para a destinação final do lodo de esgoto sanitário.

REFERÊNCIAS

- ALLOWAY, B. J. **Zinc in Soils and Crop Nutrition**. 2. ed. Paris - França: International Zinc Association and International Fertilizer Industry Association, 2008.
- ALVES, B. S. Q.; ZELAYA, K. P. S.; COLEN, F.; FRAZÃO, L. A.; NAPOLI, A.; PARIKH, S. J.; FERNANDES, L. A. Effect of sewage sludge and sugarcane bagasse biochar on soil properties and sugar beet production. **Pedosphere**, Beijing, v. 31, n. 4, p. 572–582, 1 ago. 2021.
- ALVES, P. H. N.; TEIXEIRA, W. C. Biocombustíveis: trajetória histórica e o horizonte de oportunidades no Brasil. **Caderno de Estudos em Engenharia Elétrica**, Juiz de Fora, v. 5, n. 2, 18 dez. 2023.
- ARAÚJO, V. D. S. *et al.* Lodo de esgoto e suas potencialidades agrícolas. **Research, Society and Development**, Itabira, v. 11, n. 3, p. e14711326200, 16 fev. 2022.
- BALAGANESH, P.; VASUDEVAN, M.; SUNEETHKUMAR, S. M.; SHAHIR, S.; NATARAJAN, N. Evaluation of Sugarcane and Soil Quality Amended by Sewage Sludge Derived Compost and Chemical Fertilizer. **Nature Environment and Pollution Technology**, Pune, v. 19, n. 4, p. 1737-1741, 1 dez. 2020.
- BARBOSA, J. C.; MALDONADO JÚNIOR, W. **Experimentação Agronômica e AgroEstat**: sistema para análises estatísticas de ensaios agrônômicos. Jaboticabal: SPFCA/UNESP, 2015.
- BERG, S.; DENNIS, P. G.; PAUNGFOO-LONHIENNE, C.; ANDERSON, J.; ROBINSON, N.; BRACKIN, R.; ROYLE, A.; DIBELLA, L.; SCHMIDT, S. Effects of commercial microbial biostimulants on soil and root microbial communities and sugarcane yield. **Biology and Fertility of Soils**, Heidelberg v. 56, n. 4, p. 565–580, 1 maio 2020.
- BHATT, R. Resources Management for Sustainable Sugarcane Production. In: KUMAR, S.; MEENA, R. S.; JHARIYA, M. K. **Resources Use Efficiency in Agriculture**. Singapore: Springer Singapore, 2020. Disponível em: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-981-15-6953-1_18. Acesso em: 24 maio. 2023.
- BOSCHIERO, B. N.; MARIANO, E.; TORRES-DORANTE, L. O.; SATTOLO, T. M. S.; OTTO, R.; GARCIA, P. L.; DIAS, C. T. S.; TRIVELIN, P. C. O. Nitrogen fertilizer effects on sugarcane growth, nutritional status, and productivity in tropical acid soils. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, Dordrecht, v. 117, n. 3, p. 367–382, 1 jul. 2020.

BOUDJABI, S.; CHENCHOUNI, H. On the sustainability of land applications of sewage sludge: How to apply the sewage biosolid in order to improve soil fertility and increase crop yield? **Chemosphere**, Oxford, v. 282, p. 131122, 1 nov. 2021.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). **Resolução nº 375, de 29 de agosto de 2006**. Define critérios e procedimentos, para o uso agrícola de lodos de esgoto gerados em estações de tratamento de esgoto sanitário e seus produtos derivados. Brasília - DF: Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima, 2006. Disponível em: https://iema.es.gov.br/Media/iema/CQAI/FIGURAS/CRSS/CONAMA/CONAMA_375_2006.pdf. Acesso em: 4 mai. 2024.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). **Resolução nº 498, de 19 de agosto de 2020**. Define critérios e procedimentos para produção e aplicação de biossólido em solos , e dá outras providências. Brasília - DF: Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima, 2020a. Disponível em: [https://conama.mma.gov.br/index.php?option=com_sisconama&task=arquivo.downlo](https://conama.mma.gov.br/index.php?option=com_sisconama&task=arquivo.download&id=797) ad&id=797. Acesso em: 26 abr. 2024.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). **Instrução Normativa nº 61, de 08 de julho de 2020**. Estabelece as regras sobre definições, exigências, especificações, garantias, tolerâncias, registro, embalagem e rotulagem dos fertilizantes orgânicos e dos biofertilizantes, destinados à agricultura. Brasília - DF: Secretaria de Defesa Agropecuária, 2020b.

BRASIL. Secretária Especial de Assuntos Estratégicos. **Plano Nacional de Fertilizantes 2050: Uma Estratégia para os Fertilizantes no Brasil**. Brasília - DF: SAE, 2021.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional; Secretária Nacional de Saneamento. **Diagnóstico Temático Serviços de Água e Esgoto: Visão Geral**. Brasília, DF: Ministério do Desenvolvimento Regional, 2022a. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento - SNIS. Disponível em: <https://www.gov.br/cidades/pt-br/aceso-a-informacao/acoes-e-programas/saneamento/snis/diagnosticos-anteriores-do-snis/agua-e-esgotos-1/2021>. Acesso em: 26 abr. 2024.

BRASIL. Agência Nacional de águas e Saneamento Básico (ANA). **Levantamento da ANA aponta aumento expressivo no número de estações de tratamento de esgotos no Brasil**. Brasília: DF: Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional, 28 jul. 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/ana/pt-br/assuntos/noticias-e-eventos/noticias/levantamento-da-ana-aponta-aumento-expressivo-no-numero-de-estacoes-de-tratamento-de-esgotos-no-brasil>. Acesso em: 26 abr. 2024b.

BURDUCEA, M.; LOBIUC, A.; ASANDULESA, M.; ZALTARIOV, M.-F.; BURDUCEA, I.; POPESCU, S. M.; ZHELJAZKOV, V. D. Effects of Sewage Sludge Amendments on the Growth and Physiology of Sweet Basil. **Agronomy**, Basel, v. 9, n. 9, p. 548, set. 2019.

CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; MATTOS JUNIOR, D.; BOARETO, R. M.; RAIJ, B. V. **Boletim 100: Recomendações de adubação e clagem para o estado de São Paulo**. Campinas: Instituto Agrônomo de Campinas, 2022.

CARDOSO, P. H. S.; GONÇALVES, P. W. B.; ALVES, G. DE O.; PEGORARO, R. F.; FERNANDES, L. A.; FRAZÃO, L. A.; SAMPAIO, R. A. Improving the quality of organic compost of sewage sludge using grass cultivation followed by composting. **Journal of Environmental Management**, Amsterdam, v. 314, p. 115076, 15 jul. 2022.

CASTRO, S. A. Q. **Aproveitamento do N-fertilizante (N-ureia) pela cana-de-açúcar aplicado por via foliar no período de máximo crescimento da cultura em complemento à adubação de solo**. 2022. 158 f. Tese (Doutorado em Ciências) - Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2022. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11140/tde-13092022-110622/pt-br.php>. Acesso em: 26 abr. 2024

CASTRO, S. G. Q.; COELHO, A. P.; CASTRO, S. A. Q. DE; SOUZA CHIACHIA, T. R. DE; CASTRO, R. A. DE; LEMOS, L. B. Fertilizer source and application method influence sugarcane production and nutritional status. **Frontiers in Plant Science**, Lausanne, v. 14, 8 mar. 2023.

CHEN, Y.; CHEN, X.; ZHANG, C.; TU, P.; DENG, L. Conversion of ammonium polyphosphate (App) in acidic soil and its effect on soil phosphorus availability. **Applied Ecology and Environmental Research**, Budapest, v. 18, p. 4405-4415, 1 jul. 2020.

CHRISTOFOLETTI, D.; VASCONCELOS, J. C. S.; SPERANZA, E. A.; BARBOSA, L. A. F.; CANÇADO, G. M. A. Avaliação de parâmetros associados à qualidade e produtividade em cana-de-açúcar. Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica, 15., 2021, Campinas-SP. **Anais [...]**. Campinas: Instituto de Zootecnia. 2021.

DAROS, E.; OLIVEIRA, R. A. DE; ZAMBON, J. L. C.; BESPALHOK FILHO, J. C. **Catálogo nacional de variedades “RB” de cana-de-açúcar**. Curitiba: RIDESA, 2010a.

DAROS, E.; OLIVEIRA, R. A. DE; ZAMBON, J. L. C.; FILHO, J. C. B. **Catálogo nacional de variedades “RB” de cana-de-açúcar**. Curitiba: RIDESA, 2010b.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **A Cana de Açúcar**. Brasília: Portal Embrapa. 2022. Disponível em: <https://www.embrapa.br/visao-de-futuro/trajetoria-do-agro/desempenho-recente-do-agro/cana-de-acucar>. Acesso em: 17 maio. 2024.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION – FAO. **The state of food and agriculture 2023: revealing the true cost of food to transform agrifood systems**. Rome: FAO, 2023.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION – FAO. **Marco estratégico para 2022-2031**. [S. l]: FAO, 2021. 44 p.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION – FAO; THE INTERNATIONAL FUND FOR AGRICULTURAL DEVELOPMENT – IFAD; UNITED NATIONS CHILDREN'S FUND – UNICEF; WORLD FOOD PROGRAMME - WFP; WORLD HEALTH ORGANIZATION – WHO. **The state of food security and nutrition in the world 2023: urbanization, agrifood systems transformation and healthy diets across the rural–urban continuum**. Rome: FAO, IFAD, UNICEF, WFP, WHO, 2023.

MATOS FILHO, C. H. A.; SOUSA, R. S.; ALCÂNTARA NETO, F.; SILVA, V. B.; DINIZ, Y. B.; CARVALHO JÚNIOR, G. M.; NASCIMENTO, F. N. DO; SILVA, R. R. C.; SOUSA, G. L. Avaliação de clones de cana-de-açúcar para produção de biomassa de qualidade na região canavieira do Piauí. **Peer Review**, Washington, v. 5, n. 4, p. 188-204, 2 abr. 2023.

FLORIANO, P. H. P. **Aspectos nutricionais e adubação nitrogenada para cana-de-açúcar**. 2021. 23 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista, Unesp, Jaboticabal, 9 mai. 2022.

GABIRA, M. M.; SILVA, R. B. G.; BORTOLHEIRO, F. P. A. P.; MATEUS, C. M. D.'A.; BOAS, R. L. V.; ROSSI, S.; GIRONA, M. M.; SILVA, M. R. Composted sewage sludge as an alternative substrate for forest seedlings production. **iForest - Biogeosciences and Forestry**, Potenza, v. 14, n. 6, p. 569-575, 2021.

GONÇALVES, C. A.; CAMARGO, R.; SOUSA, R. T. X.; SOARES, N. S.; OLIVEIRA, R. C.; STANGER, M. C.; LANA, R. M. Q.; LEMES, E. M. Chemical and technological attributes of sugarcane as functions of organomineral fertilizer based on filter cake or sewage sludge as organic matter sources. **Plos One**, San Francisco, v. 16, n. 12, p. e0236852, 15 dez. 2021.

GUERRA, R. C.; ANGELIS, D. F. D. Classificação e biodegradação de lodo de estações de tratamento de água para descarte em aterro sanitário. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 72, p. 87-91, 1 abr. 2021.

LACERDA, S. M. P.; SILVA, J. O.; ROCHA, F. A.; OLIVEIRA, J. T.; SILVA, T. O.; NORONHA, R. H. F.; ALMEIDA, T. F.; FERRAZ, L. L. Reaproveitamento do lodo de esgoto da ETE do Município de Vitória Da Conquista na produção de mudas da *Leucanthemum maximum* / Reuse of sewage sludge from the ETE in the city of Vitória da Conquista in the production of seedlings for *Leucanthemum maximum*. **Brazilian Journal of Development**, São José dos Pinhais, v. 8, n. 1, p. 1279-1288, 7 jan. 2022.

MENGEL, K.; KIRKBY, E. A. **Principles of plant nutrition**. Dordrecht - Holanda: Kluwer Academic Plubishers, v. 93, 2001.

MORETTI, S. M. L.; BERTONCINI, E. I.; ABREU JUNIOR, C. H. Decomposição de lodo de esgoto e composto de lodo de esgoto em nitossolo háplico. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 39, p. 1796-1805, dez. 2015.

NASCIMENTO, A. L.; SOUZA, A. J. DE; OLIVEIRA, F. C.; COSCIONE, A. R.; VIANA, D. G.; REGITANO, J. B. Chemical attributes of sewage sludges: Relationships to sources and treatments, and implications for sludge usage in agriculture. **Journal of Cleaner Production**, Amsterdam, v. 258, p. 120746, 10 jun. 2020.

PIAZON NETO, M. **Nutrição mineral e produção de óleo essencial em plantações de corymbia citriodora fertilizado com composto orgânico de lodo de esgoto**. 2012. 95 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Faculdade de Ciências Agronômicas de Botucatu, 2012.

NICCHIO, B.; SANTOS, G. A.; LINO, A. C. M.; RAMOS, L. A.; PEREIRA, H. S.; KORNDÖRFER, G. H. Efeito da adubação foliar em soqueira de cana-de-açúcar. **Acta Iguazu**, Cascavel, v. 9, n. 2, p. 10–24, 24 jul. 2020.

NIU, H.; PANG, Z.; FALLAH, N.; ZHOU, Y.; ZHANG, C.; HU, C.; LIN, W.; YUAN, Z. Diversity of microbial communities and soil nutrients in sugarcane rhizosphere soil under water soluble fertilizer. **PLOS ONE**, San Francisco, v. 16, n. 1, 22 jan. 2021.

OLIVA, F. A.; JACOMETTI, S. Análise de variedades de cana-de-açúcar: Um estudo sobre a competitividade. **Revista Alomorfia**, Presidente Prudente, v. 7, n. 4, p. 800–809, 2023.

OLIVEIRA, E. C. A.; FREIRE, F. J.; OLIVEIRA, R. I. DE; OLIVEIRA, A. C. DE; FREIRE, M. B. G. DOS S. Acúmulo e alocação de nutrientes em cana-de-açúcar. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 42, p. 579–588, set. 2011.

OLIVEIRA, F. C.; MATTIAZZO, M. E.; MARCIANO, C. R.; ROSSETTO, R. Efeitos de aplicações sucessivas de lodo de esgoto em um latossolo amarelo distrófico cultivado com cana-de-açúcar: carbono orgânico, condutividade elétrica, pH e CTC. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 26, p. 505–519, jun. 2002.

OLIVEIRA, G. S. DE *et al.* Common Bean Productivity and Micronutrients in the Soil–Plant System under Residual Applications of Composted Sewage Sludge. **Plants**, Basel, v. 12, n. 11, p. 2153, jan. 2023.

OLIVEIRA, I. N.; SOUZA, Z. M. DE; BOLONHEZI, D.; TOTTI, M. C. V.; MORAES, M. T. DE; LOVERA, L. H.; LIMA, E. DE S.; ESTEBAN, D. A. A.; OLIVEIRA, C. F. Tillage systems impact on soil physical attributes, sugarcane yield and root system propagated by pre-sprouted seedlings. **Soil and Tillage Research**, Amsterdam, v. 223, p. 105460, 1 set. 2022.

OLIVEIRA, J. C. DE. **Qualidade do solo e crescimento inicial de plantas do cerrado após adubação com resíduos de cana-de-açúcar e biochar de torta de filtro**. 2022. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) - Universidade Federal de Minas Gerais, ICA Instituto de Ciências Agrárias, Montes Claros, 30 set. 2022.

OLIVEIRA, M. W. De; MACÊDO, G. A. R.; MARTINS, J. A.; OLIVEIRA, A. B. De; SILVA, V. S. G. Mineral Nutrition and Fertilization of Sugarcane. *In: Sugarcane: Technology and Research*. London: IntechOpen, 2017.

OLIVEIRA, R. A. DE; HOFFMANN, H. P.; BARBOSA, G. V. DE S. **Liberação nacional de variedades RB de cana-de-açúcar**. Curitiba, PR: RIDESA, 2021.

PRATES, A. R. *et al.* Composted Sewage Sludge Enhances Soybean Production and Agronomic Performance in Naturally Infertile Soils (Cerrado Region, Brazil). **Agronomy**, Basel, v. 10, n. 11, p. 1677, nov. 2020.

PRATES, A. R.; KAWAKAMI, K. C.; COSCIONE, A. R.; TEIXEIRA FILHO, M. C. M.; ARF, O.; ABREU-JUNIOR, C. H.; OLIVEIRA, F. C.; MOREIRA, A.; GALINDO, F. S.; HE, Z.; JANI, A. D.; CAPRA, G. F.; GANGA, A.; NOGUEIRA, T. A. R. Composted Sewage Sludge Sustains High Maize Productivity on an Infertile Oxisol in the Brazilian Cerrado. **Land**, Basel, v. 11, n. 8, p. 1246, 2022a. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2073-445X/11/8/1246>. Acesso em: 1 maio. 2024.

PRATES, A. R.; KAWAKAMI, K. C.; COSCIONE, A. R.; TEIXEIRA FILHO, M. C. M.; ARF, O.; ABREU-JUNIOR, C. H.; OLIVEIRA, F. C.; MOREIRA, A.; GALINDO, F. S.; HE, Z.; JANI, A. D.; CAPRA, G. F.; GANGA, A.; NOGUEIRA, T. A. R. Composted Sewage Sludge Sustains High Maize Productivity on an Infertile Oxisol in the Brazilian Cerrado. **Land**, Basel, v. 11, n. 8, p. 1246, 2022b. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2073-445X/11/8/1246>. Acesso em: 1 maio. 2024.

R, Core Team. **A language and environment for statistical computing**: R Foundation for Statistical Computing. Viena, 2023. Disponível em: <https://www.R-project.org/>. Acesso em: 1 maio. 2024.

RAIJ, B. V.; ANDRADE, J. C. DE; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A. **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais**. Campinas: Instituto Agrônomo, 2001.

RODRIGUES, J. D.; SOUZA FILHO, G. A. Compostagem de lodo de ETE e sua utilização na substituição parcial de fertilizantes minerais no cultivo do milho. *In: CONGRESSO FLUMINENSE DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA*, 15., 2023, Campos dos Goytacazes. **Anais eletrônicos** [...]. Campinas: Galoá, 2023. Disponível em: <https://proceedings.science/confict-conpg/confict-conpg-2023/trabalhos/compostagem-de-lodo-de-ete-e-sua-utilizacao-na-substituicao-parcial-de-fertiliza?lang=pt-br>. Acesso em: 1 maio. 2024.

SANTOS, D. L. J. S.; FEHR, L. C. F. A.; SOUSA, L. M. G.; TAVARES, M.; SANTOS, G. C. Análise comparativa dos custos de produção da cana-de-açúcar entre as principais cidades produtoras do Brasil. *In: XXVI CONGRESSO BRASILEIRO DE CUSTOS*, 16., 2019, Curitiba. **Anais** [...]. São Leopoldo: Associação Brasileira de Custos, 2019.

SANTOS, F.; FANTINEL, R.; WEILER, E.; CRUZ, J. Fatores que afetam a disponibilidade de micronutrientes no solo. **Tecno-Lógica**, Santa Cruz do Sul, v. 25, n.2, p. 272–278, 5 jul. 2021.

SCHMIDT, S. B.; HUSTED, S. The Biochemical Properties of Manganese in Plants. **Plants**, Basel, v. 8, n. 10, p. 381, out. 2019.

SILVA, G.; PRADO, R. Estado nutricional da cana-de-açúcar em função da aplicação de nitrogênio e silício. **Acta Tecnológica**, São Luís, v. 15, p. 27, 19 mar. 2021.

SILVA, G. M. L. **Adubação potássica sob diferentes densidades de plantio na cana-de-açúcar**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) - Universidade Federal da Paraíba, Areias, 2020. Disponível em: <https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/123456789/20600>. Acesso em: 6 abr. 2024.

SILVA, J. H. B.; NASCIMENTO, M. A.; SILVA, A. V.; NETO, F. P.; ARAÚJO, J. R. E. S.; SILVA, J. M.; SILVA, A. J.; MIELEZRSKI, F. Brotação inicial, teor de sólidos solúveis e índice de maturação da cana-de-açúcar submetida à adubação com torta de filtro enriquecida / Initial breasting, soluble solids content and sugar cane maturation index submitted to fertilization with enriched filter pie. **Brazilian Journal of Development**, São José dos Pinhais, v. 7, n. 3, p. 32575–32592, 30 mar. 2021.

SILVA, L. S.; MARQUES JÚNIOR, J.; BARRÓN, V.; GOMES, R. P.; TEIXEIRA, D. D. B.; SIQUEIRA, D. S.; VASCONCELOS, V. Spatial variability of iron oxides in soils from Brazilian sandstone and basalt. **CATENA**, Amsterdam, v. 185, p. 104258, 1 fev. 2020.

SILVA, M. B. DA *et al.* Residual effects of composted sewage sludge on nitrogen cycling and plant metabolism in a no-till common bean-palisade grass-soybean rotation. **Frontiers in Plant Science**, Lausanne, v. 14, 20 out. 2023.

SILVA, M.; MARTINAZZO, R.; SILVA, S. D. A.; BAMBERG, A. L.; STUMPF, L.; FERMINO, M. H.; KOHLER, T. W.; MATOSO, E. S.; VALGAS, R. A. Innovative substrates for sugarcane seedling production: Sewage sludges and rice husk ash in a waste-to-product strategy. **Industrial Crops and Products**, Amsterdam, v. 157, p. 112812, 1 dez. 2020.

SILVA; NASCIMENTO, C. W. A.; SILVA, F. B. V.; SOUZA, A. A. B.; FRACETTO, G. G. M.; XIMENES, D. H. S. V. Effects of Sewage Sludge Stabilization Processes on Soil Fertility, Mineral Composition, and Grain Yield of Maize in Successive Cropping. **Journal of Soil Science and Plant Nutrition**, Heidelberg, v. 21, n. 2, p. 1076–1088, 1 jun. 2021.

SILVA, R. S.; JALAL, A.; NASCIMENTO, R. E. N.; ELIAS, N. C.; KAWAKAMI, K. C.; ABREU-JUNIOR, C. H.; OLIVEIRA, F. C.; JANI, A. D.; HE, Z.; ZHAO, F.; FILHO, M. C. M. T.; ROSSETTO, R.; CAPRA, G. F.; NOGUEIRA, T. A. R. Composted Sewage Sludge Application Reduces Mineral Fertilization Requirements and Improves Soil Fertility in Sugarcane Seedling Nurseries. **Sustainability**, Basel, v. 14, n. 8, p. 4684, 2022a. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2071-1050/14/8/4684>.

SILVA, R. S.; JALAL, A.; NASCIMENTO, R. E. N.; ELIAS, N. C.; KAWAKAMI, K. C.; ABREU-JUNIOR, C. H.; OLIVEIRA, F. C.; JANI, A. D.; HE, Z.; ZHAO, F.; FILHO, M. C. M. T.; ROSSETTO, R.; CAPRA, G. F.; NOGUEIRA, T. A. R. Composted Sewage Sludge Application Reduces Mineral Fertilization Requirements and Improves Soil Fertility in Sugarcane Seedling Nurseries. **Sustainability**, Basel, v. 14, n. 8, p. 4684, 2022b. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2071-1050/14/8/4684>.

SILVA, W. R.; NASCIMENTO, C. W. A.; SILVA, F. B. V.; SOUZA, A. A. B.; FRACETTO, G. G. M.; XIMENES, D. H. S. V. Effects of Sewage Sludge Stabilization Processes on Soil Fertility, Mineral Composition, and Grain Yield of Maize in Successive Cropping. **Journal of Soil Science and Plant Nutrition**, Heidelberg, v. 21, n. 2, p. 1076–1088, 1 jun. 2021.

SINHA, S. K.; KUMAR, A. D.; KUMARI, A.; SINGH, A. K. The Integrated Effect of Organic Manure, Biofertilizer and Inorganic Fertilizer on Soil Properties, Yield and Quality in Sugarcane Plant-ratoon System under Calcareous Soil of Indo-gangetic Plains of India. **Journal of Scientific Research and Reports**, West Bengal, v. 30, n. 5, p. 193–206, mar. 2024.

SOUSA, R. T. X. de. **Fertilizante organomineral para a produção de cana-de-açúcar**. 2014. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 27 jan. 2014.

SOUZA, A. A. B.; RAMOS DA SILVA, W.; NASCIMENTO, C. W. A. D.; SILVA, Y. J. A. B.; BIONDI, C. M. Residual effects of alkalized sewage sludge application on soil quality and sugarcane yield. **Archives of Agronomy and Soil Science**, Oxfordshire, v. 69, n. 10, p. 1705–1717, 24 ago. 2023.

SOUZA, A. A. B.; RAMOS DA SILVA, W.; NASCIMENTO, C. W. A. D.; SILVA, Y. J. A. B. DA; BIONDI, C. M. Residual effects of alkalized sewage sludge application on soil quality and sugarcane yield. **Archives of Agronomy and Soil Science**, Oxfordshire, v. 0, n. 0, p. 1–13, 1 ago. 2022.

SOUZA, A. A. B.; SILVA, W. R.; NASCIMENTO, C. W. A. D.; SILVA, Y. J. A. B.; BIONDI, C. M. Residual effects of alkalized sewage sludge application on soil quality and sugarcane yield. **Archives of Agronomy and Soil Science**, Oxfordshire, v. 69, n. 10, p. 1705–1717, 24 ago. 2023.

SOUZA, M. T.; FERREIRA, S. R.; MENEZES, F. G.; RIBEIRO, L. S.; SOUSA, I. M.; PEIXOTO, J. V. M.; SILVA, R. V. DA; MORAES, E. R. Altura de planta e diâmetro de colmo em cana-de-açúcar de segundo corte fertilizada com organomineral de lodo de esgoto e bioestimulante / Height of plant and thermal diameter in second cut sugar fertilized with organomineral of sewage sludge and bioestimulant. **Brazilian Journal of Development**, São José dos Pinhais, v. 6, n. 1, p. 1988–1994, 14 jan. 2020.

TAYYAB, M.; YANG, Z.; ZHANG, C.; ISLAM, W.; LIN, W.; ZHANG, H. Sugarcane monoculture drives microbial community composition, activity and abundance of agricultural-related microorganisms. **Environmental Science and Pollution Research**, Heidelberg, v. 28, n. 35, p. 48080–48096, 1 set. 2021.

OLIVEIRA, F. C.; CHIARANDIA, J. J. ABREU JUNIOR, C. H. **Lodo de esgoto: de resíduo a fertilizante orgânico**. Jundiaí: Tera Ambiental. 2022. Disponível em: <https://www.teraambiental.com.br/blog-da-tera-ambiental/lodo-de-esgoto-residuo-a-fertilizante-organico>. Acesso em: 17 maio. 2024.

VERMA, K. K.; LIU, X.-H.; WU, K.-C.; SINGH, R. K.; SONG, Q.-Q.; MALVIYA, M. K.; SONG, X.-P.; SINGH, P.; VERMA, C. L.; LI, Y.-R. The Impact of Silicon on Photosynthetic and Biochemical Responses of Sugarcane under Different Soil Moisture Levels. **Silicon**, Dordrecht, v. 12, n. 6, p. 1355–1367, 1 jun. 2020.

VOLVERÁS-MAMBUSCAY, B.; GONZÁLEZ-CHAVARRO, C. F.; HUERTAS, B.; KOPP-SANABRIA, E.; RAMÍREZ-DURÁN, J. Efecto del fertilizante orgánico y mineral en rendimiento de caña panelera en Nariño, Colombia. **Agronomía Mesoamericana**, Alajuela, p. 547–565, 1 set. 2020.

WEIL, R.; BRADY, N. **The Nature and Properties of Soils**. 15 ed. Columbus : Pearson, 2017. ISBN: 978-0133254488. 2017 Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/301200878_The_Nature_and_Properties_of_Soils_15th_edition. Acesso em: 6 abr. 2024.

YUSUF, H. C. M.; PINTO JUNIOR, O. B. Utilização Sustentável de Lodo de ETA na Confecção de Tijolos Maciços. **Ensaio e Ciência: Ciências Biológicas, Agrárias e da Saúde**, Campo Grande, v. 27, n. 4, p. 419–422, 19 dez. 2023