



APROVEITAMENTO DO RESÍDUO PROVENIENTE DA INDÚSTRIA DE FERTILIZANTES PARA PRODUÇÃO DE ADUBO PARA CANA-DE-AÇÚCAR

ISADORA A. L. ISMAIL^{1,2*}, ADRIELLI A. S. REVERSI¹; HELICO V. P. GRANZOTTI¹;
MURILO D. M. INNOCENTINI^{1,2}; NICOLAS G. A. DA SILVA¹; THALES F. T. DA SILVA¹

¹Universidade de Ribeirão Preto, Curso de Graduação em Engenharia Química

²Universidade de Ribeirão Preto, Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Ambiental

*e-mail: iismail@unaerp.br

RESUMO - O uso eficiente dos fertilizantes adequados ao ambiente de plantio da cana-de-açúcar, somado à boa nutrição e adubação, propicia de forma direta a elevada produtividade nos canaviais. Na indústria voltada ao setor agrícola, os fertilizantes integram uma considerável parcela de produtos de suma importância e utilidade comerciais. Durante a produção desses fertilizantes, existe a geração de efluentes e resíduos, os quais podem ocasionar danos à saúde humana e ao meio ambiente caso sejam descartados de forma indevida na natureza. Dessa forma, o presente trabalho teve por objetivo aproveitar o resíduo sólido gerado em uma indústria de fertilizantes, mais especificamente a torta de filtro, para produção de adubo para cana-de-açúcar. Atualmente, essa torta de filtro é encaminhada para incineração, ocasionando altos custos para a indústria. Logo, surgiu a necessidade de seu aproveitamento de forma sustentável e segura. Após análise da torta de filtro proveniente da indústria de fertilizantes, produziu-se o adubo com terra vegetal variando-se a concentração desse resíduo. Utilizaram-se mudas de cana-de-açúcar plantadas em células próprias para seu cultivo. Verificou-se a importância e relevância do tema abordado no presente trabalho, uma vez que visa a sustentabilidade ambiental e proporciona economia para o processo, agregando valor ao produto final.

INTRODUÇÃO

Por definição, fertilizante é um produto mineral ou orgânico, natural ou sintético, fornecedor de um ou mais nutrientes para as plantas. Caracterizado como um conjunto de compostos químicos desenvolvido para ajudar no processo de desenvolvimento das plantas, com o suplemento de alguns minerais essenciais, como o nitrogênio, fósforo e potássio, para impedir que a planta cresça fraca e tenha ataque de pragas. Contudo, alguns fertilizantes possuem adição de determinados minerais como enxofre, cobre, cálcio e outros minerais, devido à necessidade específica de cada planta. Alguns solos possuem um déficit de nutrientes, fazendo-se necessário a adição de fertilizantes com concentrações diferentes

de minerais para a correção do solo e desenvolvimento da planta (CHANG, 2017; NUTRIÇÃO DE SAFRAS, 2022; PAULO E SERRA, 2015; PROPEQ, 2022; TARGINO *et. al.* 2022; TERRA, 2020).

A produção de fertilizantes gera efluentes de processo e pluviais, que geralmente contêm contaminações de amônia, fosfato e fluoretos, que necessitam ser eliminados para o retorno da água aos corpos d'água onde serão descartados. A indústria de fertilizantes deixa resíduos perigosos e contaminantes para o meio ambiente e para a saúde das pessoas e animais, podendo danificar a fauna e a flora de várias formas, como a poluição de mananciais, eutrofização de rios, desequilíbrio do meio aquático, provocando mudança no pH do meio, lançamento de metais

pesados e tóxicos como magnésio, cádmio, ferro, zinco, manganês, chumbo, mercúrio e arsênio. Além do mais, os resíduos sólidos podem danificar o solo com a contaminação de metais pesados que prejudica os seres vivos que consomem vegetais e mudar o pH do solo, interferindo no desenvolvimento das plantas. Já as emissões gasosas são expelidas nas etapas do processo de produção de fertilizantes e, como nos resíduos sólidos e efluentes líquidos, suas consequências são lançamentos na atmosfera de gases poluentes, que podem intensificar o efeito estufa, causar problemas respiratórios para as pessoas que vivem e trabalham próximas ao local de produção, lançamento de sulfatos, nitratos e outros gases que podem provocar chuva ácida, alterando o local por meio da corrosão de construção, queima de folhas de plantas e a mudança do pH do solo e da água (CHANG, 2017; NUTRIÇÃO DE SAFRAS, 2022; PAULO E SERRA, 2015; PROPEQ, 2022; TARGINO *et al.* 2022; TERRA, 2020).

O uso eficiente dos fertilizantes adequados ao ambiente de plantio da cana de açúcar, somado à boa nutrição e adubação, propicia de forma direta à elevada produtividade nos canaviais. Logo, obter conhecimento a respeito dos melhores fertilizantes para o cultivo, poderá resultar na maximização da produção de cultura (GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2020; NUTRIÇÃO DE SAFRAS, 2022; PORTAL AGRICONLINE, 2022; YARA BRASIL, 2022).

O adubo para cana-de-açúcar é fundamental para garantir o desenvolvimento da planta, pois uma diferença importante do cultivo da planta em relação a outras culturas é o seu ciclo de cultivo, ou seja, por ser uma cultura semi-perene, há rebrotas da cana que ocorrem após a colheita, denominadas “soqueiras”, dessa forma, um dos maiores desafios dessa cultura é de como prolongar a vida útil do canavial, com maior número possível de ciclos de cortes e soqueiras, de forma sustentável e econômica. Assim, o manejo das adubações é uma prática muito eficiente para o prolongamento do ciclo da cana (GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2020; NUTRIÇÃO DE SAFRAS,

2022; PORTAL AGRICONLINE, 2022; YARA BRASIL, 2022).

Os fertilizantes para cana-de-açúcar podem ser aplicados em diversas formas, sendo que a primeira forma pode ser por correção do solo com os nutrientes essenciais para a planta, com os macronutrientes de principal importância para o desenvolvimento da planta e os micronutrientes que auxiliam no seu desenvolvimento, sendo que cada nutriente deve ser aplicado por quilograma por hectare (GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2020; NUTRIÇÃO DE SAFRAS, 2022; PORTAL AGRICONLINE, 2022; YARA BRASIL, 2022).

OBJETIVOS

Aproveitamento do resíduo sólido (torta de filtro) proveniente de uma indústria de fertilizantes através da produção de adubo para cana-de-açúcar, visando benefícios para o meio ambiente e valor agregado ao produto gerado.

MATERIAL E MÉTODOS

Para realização do trabalho, utilizou-se o resíduo sólido (torta de filtro) proveniente do tratamento do efluente de uma indústria de fertilizantes, localizada na cidade de Ribeirão Preto – SP.

Realizou-se a caracterização físico-química dos efluentes bruto e tratado e da torta de filtro dessa indústria de fertilizantes.

As mudas de cana-de-açúcar foram adquiridas diretamente com um produtor, em células de cultivo. O meio de cultivo dessas mudas era composto por terra virgem, torta de filtro proveniente de uma usina sucroalcooleira da região, esterco de caneiro e substrato. Em seguida, adicionou-se enraizador, regente e adubo do tipo 2520.

As mudas foram enumeradas e analisadas individualmente, medindo-se todas as folhas e anotando-se todas as características identificadas. Após essa análise, realizou-se a poda de todas as mudas, de modo que permaneceram com a mesma altura, para que fosse possível avaliar o crescimento individual. As mudas de cana-de-açúcar foram expostas ao ar livre para receberem água e

adubo de acordo com cronograma pré-estabelecido.

Posteriormente, preparou-se o adubo que seria utilizado nas mudas de cana-de-açúcar com adição de terra vegetal, variando-se a concentração do resíduo (torta de filtro) entre 0 a 100%. A torta de filtro que foi adicionada para produção do adubo passou por um processo de secagem a 150 °C.

A irrigação com água foi realizada duas vezes por semana (terça e sexta-feira) e a adubação a cada duas semanas (sexta-feira).

A cada irrigação coletou-se o residual líquido que percolava a célula da cana-de-açúcar para verificação do teor de metais.

Os dados obtidos individualmente para cada muda de cana-de-açúcar foram avaliados para definição do melhor adubo, de acordo com a concentração de torta de filtro presente.

Ressalta-se que todas as mudas foram expostas às mesmas condições de temperatura e umidade.

O presente trabalho teve início na data de 23/09/2022, onde as mudas foram devidamente enumeradas, podadas, adubadas e irrigadas. O cronograma de irrigação e adubação foi realizado da seguinte forma:

- irrigação: duas vezes por semana (terça e sexta-feira), 10 mL em cada célula (muda de cana-de-açúcar);
- adubação: a cada 14 dias (sexta-feira), 10 g em cada célula (muda de cana-de-açúcar).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Efluentes Bruto e Tratado

O efluente bruto gerado pela indústria de fertilizantes em questão está apresentado nas Figuras 1 e 2.



Figura 1: Efluente bruto proveniente da indústria de fertilizantes



Figura 2: Efluente bruto proveniente da indústria de fertilizantes em repouso

Nota-se, pela Figura 1, que o efluente é extremamente turvo e que, após ficar em repouso, apresenta-se como na Figura 2, evidenciando uma coloração azulada.

A caracterização físico-química do efluente bruto está apresentado na Tabela 1.

Tabela 1: Caracterização físico-química do efluente bruto

PARÂMETRO	UNIDADE	VALOR
pH	-	9,1
turbidez	uT	60900
cor aparente	uH	2337
cor verdadeira	uH	260
Sólidos Totais	mg/L	48900
Sólidos Suspensos Totais	mg/L	25400
Sólidos Dissolvidos Totais	mg/L	23500
Carbono Orgânico Total	mg/L	5332
Ferro Total	mg/L	12,63
Manganês Total	mg/L	201,33
Zinco Total	mg/L	5750,00
Cobre Total	mg/L	710,00
Prata Total	mg/L	0,10
Níquel Total	mg/L	0,44
Cromo Total	mg/L	0,14
Cobalto Total	mg/L	0,34

Conforme visto nas Figuras 1 e 2 e apresentado na Tabela 1, a turbidez do efluente bruto é extremamente elevada (60900 uT), bem como as cores aparente e verdadeira. Nota-se que apresenta elevado teor de carbono orgânico total, bem como elevada concentração de metais tóxicos e pesados e é um efluente com caráter básico.

Fica evidente a necessidade de um tratamento adequado desse efluente para posterior destinação final, uma vez que metais tóxicos são prejudiciais ao meio ambiente, afetando diretamente os organismos aquáticos.

A própria indústria realiza o tratamento desse efluente, o qual é direcionado para uma Estação de Tratamento de Efluentes (ETE). Um dos produtos utilizados pela indústria é à base de carbamato, um precipitante de metais pesados utilizado para removê-los de águas residuárias, com uma atuação mais eficaz em um pH entre 7,0 e 9,0.

A caracterização físico-química do efluente industrial após etapa de tratamento químico está apresentada na Tabela 2.

Tabela 2: Caracterização físico-química do efluente tratado

PARÂMETRO	UNIDADE	VALOR
pH	-	9,4
turbidez	uT	18,3
cor aparente	uH	1800
cor verdadeira	uH	1270
Sólidos Totais	mg/L	5450
Sólidos Suspensos Totais	mg/L	100
Sólidos Dissolvidos Totais	mg/L	5350
Carbono Orgânico Total	mg/L	11270
Ferro Total	mg/L	4,16
Manganês Total	mg/L	33,15
Zinco Total	mg/L	600,00
Cobre Total	mg/L	0,08
Prata Total	mg/L	0,06
Níquel Total	mg/L	0,16
Cromo Total	mg/L	<0,01
Cobalto Total	mg/L	0,10

As Resoluções CONAMA nº 357 e 430, que dispõem sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, destacam os parâmetros necessários para atendimento para posterior disposição de efluentes em corpos d'águas.

De acordo com a Resolução CONAMA nº 357, o art. 24 ressalta que “os efluentes de qualquer fonte poluidora somente poderão ser lançados, direta ou indiretamente, nos corpos

de água desde que obedeçam às condições e padrões previstos neste artigo, resguardadas outras exigências cabíveis”. Portanto, o efluente mencionado anteriormente necessita atender às exigências da resolução para que possa ser disposto em qualquer corpo d'água. Dentre as condições previstas na resolução, destacam-se:

- o efluente deve apresentar pH entre 5,0 a 9,0: pela Tabela 2, o efluente apresenta um pH acima de 9,0, não atendendo tal parâmetro;
- zinco total até de 5,0 mg/L: o efluente também ultrapassa o valor máximo permitido, apresentando 600 mg/L em sua composição.

Dos parâmetros citados pela Resolução CONAMA nº 430, o art. 16 destaca que “os efluentes de qualquer fonte poluidora somente poderão ser lançados diretamente no corpo receptor desde que obedeçam às condições e padrões previstos neste artigo, resguardadas outras exigências cabíveis”. Dentre as condições previstas na resolução, também destacam-se:

- o efluente deverá apresentar pH entre 5,0 a 9,0: nota-se, pela Tabela 2, que o pH do efluente após tratamento ainda continua elevado, não atendendo tal parâmetro;
- valores máximos para metais, como zinco total (valor máximo de 5,0 mg/L): o efluente, mesmo após tratamento, continua apresentando elevada concentração de zinco total (600,0 mg/L), não atendendo aos parâmetros da legislação.

Conforme pode ser visto, alguns parâmetros estabelecidos pelas Resoluções CONAMA nº 357 e 430 não estão sendo atendidos pela referida indústria.

Um elevado teor de zinco total nos rios pode causar danos diretamente à saúde humana. O consumo de grandes quantidades desse metal pode provocar cólicas estomacais, náuseas e vômitos. A ingestão de altas doses de zinco por vários meses pode causar anemia, danos ao pâncreas e diminuição do colesterol HDL (CETESB, 2012).

Ressalta-se que é observada a redução de alguns parâmetros do efluente bruto para o

efluente tratado, tais como turbidez, cor, sólidos e metais. Isso mostra que a etapa de filtração está retendo tais parâmetros, agregando-os à torta de filtro resultante do processo de tratamento. Entretanto, destaca-se que houve um aumento no teor carbono orgânico total, podendo ser ocasionado pela presença do condicionante químico utilizado para o tratamento desse efluente.

Portanto, após análise do efluente gerado pela indústria de fertilizantes, fica evidente a necessidade de tratamento adequado. No entanto, após avaliação do tratamento desse efluente realizado pela mesma indústria, nota-se que é necessário adequações no processo, pois alguns parâmetros previstos na legislação vigente não estão sendo plenamente atendidos. Ademais, ressalta-se que os sólidos retirados do efluente, juntamente com os metais, compõem a torta de filtro resultante do processo de tratamento.

Torta de Filtro

A torta de filtro gerada pela indústria de fertilizantes e utilizada no presente trabalho está apresentada na Figura 3.



Figura 3: Torta de filtro gerada pela indústria de fertilizantes

A indústria de fertilizantes em questão gera, em média, 20 toneladas de torta de filtro ao mês, ocasionando um custo para sua incineração de, aproximadamente, R\$ 13.000,00/mês.

A torta de filtro apresentou, aproximadamente, 41% de umidade.

Realizou-se a análise de metais na torta de filtro em duas situações:

- torta de filtro úmida (saída da etapa de filtração na indústria, da forma como é encaminhada para incineração);
- torta de filtro seca (após secagem a 200 °C).

Os resultados obtidos para análise de metais da torta de filtro estão apresentados na Tabela 3.

Conforme pode ser visto na Tabela 3, a torta de filtro apresenta um elevado teor de determinados metais que são prejudiciais ao meio ambiente e à saúde humana e dos animais. Tal resíduo deve ser disposto adequadamente em aterro que possua essa finalidade para evitar possíveis danos que possam ser causados por um descarte incorreto no meio ambiente.

Tabela 3: Análise de metais da torta de filtro

PARÂMETRO	UNIDADE	ÚMIDA	SECA
		VALOR	VALOR
Ferro	mg/kg	195,80	56,30
Manganês	mg/kg	1630,00	20,30
Cobre	mg/kg	1893,30	12,30
Zinco	mg/kg	*	0,96
Prata	mg/kg	*	<0,01
Chumbo	mg/kg	0,60	<0,01
Níquel	mg/kg	*	<0,10
Cromo	mg/kg	*	<0,10
Cobalto	mg/kg	*	<0,10

*em análise

Em contrapartida, o resíduo apresenta propriedades que são de interesse da indústria de fertilizantes, uma vez que possui um residual de determinados componentes e metais em sua composição.

A partir dessa análise, foram preparados adubos para que fossem testados em mudas de cana-de-açúcar com diferentes concentrações de torta de filtro, conforme apresentado a seguir.

Adubo para cana-de-açúcar a partir da Torta de Filtro

Foram preparadas 21 amostras de adubo para cana-de-açúcar a partir de diferentes concentrações de torta de filtro. A

concentração do resíduo (torta de filtro) variou entre 0 e 100%. Esse adubo foi preparado com o resíduo (torta de filtro) juntamente com terra vegetal adquirida comercialmente. O objetivo do preparo de adubo com diferentes concentrações de resíduo foi para identificar a quantidade ideal que pode ser adicionada à planta para seu desenvolvimento adequado, sem prejudicar o meio ambiente.

Após preparação dos adubos, as mudas de cana-de-açúcar foram enumeradas de 1 a

21, sendo cada número dividido em A e B, por exemplo: 1A, 1B, 2A, 2B, 21A, 21B, para que fosse possível analisar em duplicata cada adubo produzido, bem como avaliar o desenvolvimento individual de cada muda em relação ao tamanho e quantidade de folhas.

As mudas de cana-de-açúcar devidamente enumeradas estão apresentadas na Figura 4.



Figura 4: Mudas de cana-de-açúcar utilizadas no presente trabalho devidamente enumeradas

Em seguida, as mudas foram podadas para que fosse possível acompanhar o desenvolvimento individual de cada uma da

mesma forma, conforme apresentado na Figura 5.



Figura 5: Mudas de cana-de-açúcar utilizadas no presente trabalho devidamente enumeradas após realização da poda

As concentrações de torta e as quantidades de cada metal/nutriente que foram adicionadas para preparação do adubo estão apresentadas na Tabela 4. Ressalta-se que, em cada período destinado para adubação, foram

adicionados 10 g do adubo produzido, e após cada irrigação, coletou-se o líquido percolado de cada célula para que, posteriormente, seja analisada a quantidade de metais, conforme mencionado anteriormente.

Tabela 4: Teor de metais no adubo preparado com diferentes concentrações de torta de filtro

Muda de cana-de-açúcar	% torta no adubo	Ferro (mg/kg)	Manganês (mg/kg)	Cobre (mg/kg)	Zinco (mg/kg)
1 A/B	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00
2 A/B	5,0	2,82	1,02	0,62	0,05
3 A/B	10,0	5,63	2,03	1,23	0,10
4 A/B	15,0	8,45	3,05	1,85	0,14
5 A/B	20,0	11,26	4,06	2,46	0,19
6 A/B	25,0	14,08	5,08	3,08	0,24
7 A/B	30,0	16,89	6,09	3,69	0,29
8 A/B	35,0	19,71	7,11	4,31	0,34
9 A/B	40,0	22,52	8,12	4,92	0,38
10 A/B	45,0	25,34	9,14	5,54	0,43
11 A/B	50,0	28,15	10,15	6,15	0,48
12 A/B	55,0	30,97	11,17	6,77	0,53
13 A/B	60,0	33,78	12,18	7,38	0,58
14 A/B	65,0	36,60	13,20	8,00	0,62
15 A/B	70,0	39,41	14,21	8,61	0,67
16 A/B	75,0	42,23	15,23	9,23	0,72
17 A/B	80,0	45,04	16,24	9,84	0,77
18 A/B	85,0	47,86	17,26	10,46	0,82
19 A/B	90,0	50,67	18,27	11,07	0,86
20 A/B	95,0	53,49	19,29	11,69	0,91
21 A/B	100,0	56,30	20,30	12,30	0,96

Após duas semanas (07/10/22) notou-se o crescimento de algumas mudas e o

ressecamento de outras, conforme apresentado na Figura 6.

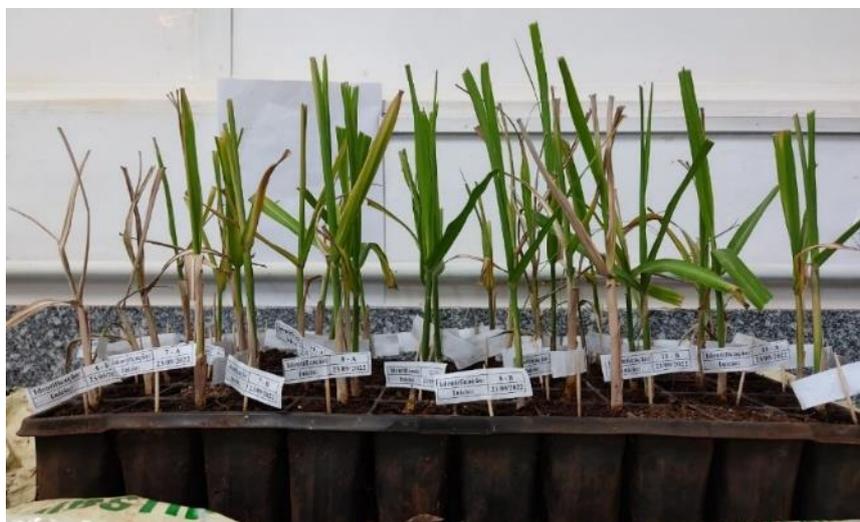


Figura 6: Desenvolvimento das mudas de cana-de-açúcar após 14 dias



Depois de 25 dias (18/10), a maior parte das mudas estava totalmente ressecada,

conforme apresentado na Figura 7. Nota-se que poucas conseguiram se desenvolver.



Figura 7: Desenvolvimento das mudas de cana-de-açúcar após 25 dias

Após um mês do início do estudo, apenas algumas mudas específicas continuaram se desenvolvendo, conforme Figura 8. De acordo

com a Figura 8, as mudas de cana-de-açúcar que se desenvolveram foram a 10B e a 12B.



Figura 8: Desenvolvimento das mudas de cana-de-açúcar após um mês

Realizaram-se medidas individuais de cada planta em relação ao tamanho e a quantidade das folhas. O desenvolvimento das melhores mudas de cana-de-açúcar (10B e 12B) está apresentado na Tabela 5 e na Figura 9, em três medições distintas (início, 15 dias e 30 dias)

Tabela 5: Comprimento total (em cm) das folhas das mudas 10B e 12B em diferentes análises

Data	10B (45%)	12B (55%)
Início	19,0	20,0
15 dias	22,0	26,0
30 dias	22,0	27,2

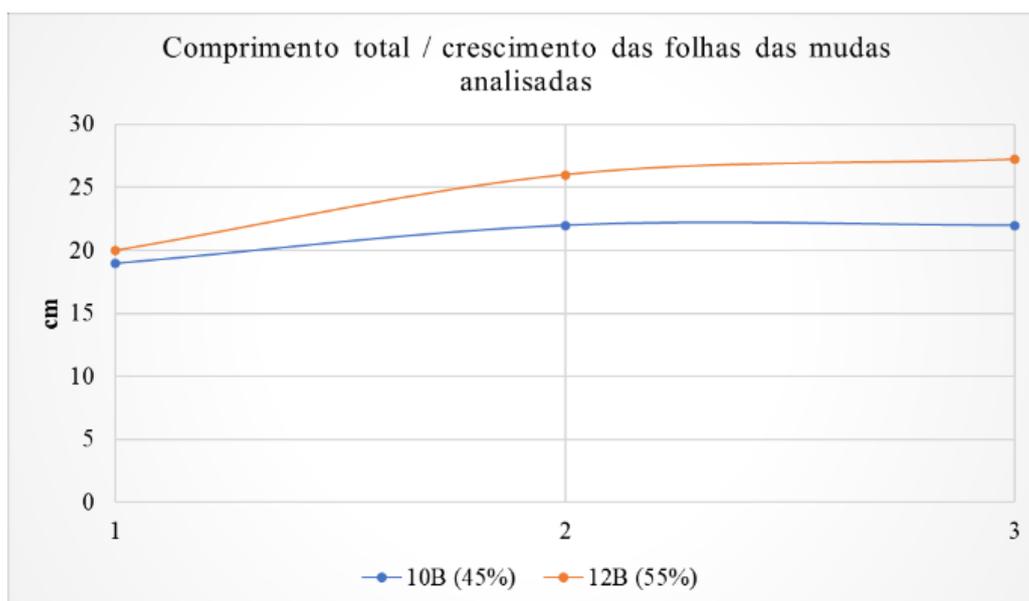


Figura 9: Comprimento total / crescimento das folhas das melhores mudas analisadas

Na muda 10B foi adicionado adubo que possuía 45% de resíduo (torta de filtro), na muda 12B foi adicionado adubo com 55% de resíduo (torta de filtro). Nota-se que as mudas que melhor se desenvolveram foram aquelas que receberam, em média, adubo composto por praticamente 50% de resíduo (torta de filtro), mostrando que valores abaixo são indiferentes, não auxiliando no desenvolvimento da planta, e valores acima disso são prejudiciais.

A Tabela 6 apresenta o comparativo do desenvolvimento das mudas 10B e 12B ao decorrer de um mês, comparando o início do trabalho e após 30 dias.

Tabela 6: Comparativo do desenvolvimento das mudas 10B e 12B no início do trabalho e após 30 dias

Mudas	10B	12B
Altura inicial (cm)	19,0	20,0
Altura final (cm)	22,0	27,2
Crescimento total (cm)	3,0	7,2
Taxa de crescimento médio (%)	15,79	36,00

Pela Tabela 6 é possível observar que houve um crescimento considerável dentro do período analisado, confirmando o que foi apresentado pela Tabela 5.

Sendo assim, nota-se que é possível o aproveitamento do resíduo torta de filtro proveniente da indústria de fertilizantes para produção de adubo para cana-de-açúcar.

O trabalho está em andamento. Posteriormente, será analisado o líquido percolado proveniente das mudas 10B e 12B para verificar a presença de metais no solo. Em seguida, serão realizados novos ensaios com adição de adubo que possui de 45 a 55% do resíduo torta de filtro em sua composição e, após desenvolvimento das mudas, as mesmas serão replantadas diretamente em solo preparado para seu desenvolvimento.

CONCLUSÕES

Após análise da caracterização físico-química dos efluentes bruto e tratado evidenciou-se a primordialidade de tratamento adequado do efluente gerado pela indústria de fertilizantes, bem como a necessidade de adequações no tratamento que está sendo realizado, uma vez que alguns parâmetros previstos na legislação não estão sendo plenamente atendidos, como o pH e zinco total.

Apesar da maioria das mudas terem ressecado e, portanto, não desenvolverem, houve o crescimento de algumas mudas, sendo estas 10B e 12B, mostrando que o adubo produzido com concentração de torta de filtro entre 45% e 55% pode possuir melhor desempenho. Recomenda-se a realização de novos ensaios para verificação da quantidade ótima de adubo a ser adicionada em cada muda de cana-de-açúcar.

REFERÊNCIAS

- CHANG, K. M. (2017), Gestão Ambiental na Indústria de Fertilizantes: Diagnóstico Inicial dos Resíduos. PGEQ/UFU – Uberlândia – MG, 36p. (monografia de graduação).
- COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO – CETESB (2012), Ficha de Informação Toxicológica do Zinco. Disponível em: <<https://cetesb.sp.gov.br/laboratorios/wp-content/uploads/sites/24/2021/05/Zinco.pdf>>. Acesso em 10 ago. 2022.
- CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA (2015), Resolução nº 357. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências.
- CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA (2011), Resolução nº 430. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução nº 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA.
- GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO (2020), Gemas brotadas de cana-de-açúcar: produção sustentável e utilização experimental na formação de áreas de multiplicação. Instituto Agrônomo (IAC) – Campinas – SP, 52p. (Documentos IAC, 115). Disponível em: <<https://www.iac.sp.gov.br/publicacoes/arquivos/iacdoc115.pdf>>.
- NUTRIÇÃO DE SAFRAS (2022), Adubo para cana-de-açúcar: conheça os benefícios do uso correto. Disponível em: <<https://nutricaodesafra.com.br/adubo-para-cana-de-acucar/#:~:text=A%20aplica%C3%A7%C3%A3o%20de%20P%20juntamente,aumento%20da%20longevidade%20do%20canavial>>. Acesso em 20 set. 2022.
- PAULO, R. L.; SERRA, J. C. V. (2015), Estudo de Caso Envolvendo uma Indústria de Fertilizantes de Porto Nacional/TO. Revista Sistemas & Amp; Gestão, 10(2), 316–323. Disponível em: <<https://doi.org/10.7177/sg.2015.V10.N2.A8>>.
- PORTAL AGRICONLINE (2022), Recomendação de Adubação da Cana-de-açúcar. Disponível em: <https://portal.agriconline.com.br/artigo/recomendacao-de-adubacao-da-cana-de-acucar/?gclid=EAIaIQobChMIp4mSwfqi-gIV8-BcCh2digU7EAAAYBCAAEgLDJ_D_BwE>. Acesso em 20 set. 2022.
- PROPEQ (2022), Como tratar resíduos e efluentes industriais de forma adequada? Disponível em: <https://propeq.com/residuos-industriais/?gclid=EAIaIQobChMI0vHRjKjc9gIVewiRCh2w8whTEAAYAIAAEgKaWfD_BwE>. Acesso em 23 mar. 2022.
- PROPEQ (2022), Fertilizantes: processo produtivo e considerações ambientais. Disponível em: <https://propeq.com/fertilizantes/?gclid=EAIaIQobChMImYGt5ja9gIVJGpvBB2YqgljEAAAYASAAEgLhe_D_BwE>. Acesso em 22 mar. 2022.
- TARGINO, A. C. B.; CERYNO, T. H.; THOMPSON JUNIOR, J. P. Tratamento eletroquímico aplicado em efluentes oriundos da indústria de fertilizantes foliares. PGEQ/USF – SP, 18p. (trabalho de graduação). Disponível em: <<http://lyceumonline.usf.edu.br/salavirtual/documentos/2967.pdf>>. Acesso em 23 mar. 2022.
- TERRA, F. R. (2020), Avaliação do comportamento do efluente líquido da indústria de fertilizante foliar por biopolímero M22. PPGCTA/UFTM – Uberaba – MG, 40p. (dissertação de mestrado).
- YARA BRASIL (2022), Estratégias de aplicação de fertilizantes na cultura da cana. Disponível em: <<https://www.yarabrasil.com.br/conteudo-agronomico/blog/estrategias-de-aplicacao-de-fertilizantes-cana/#:~:text=Aplica%C3%A7%C3%A3o%20de%20fertilizantes%20l%C3%A>>

[Dquidos,especialmente%20f%C3%B3sforo%20C%20boro%20e%20zinco>.](#)

Acesso em 20 set. 2022.