

UNIVERSIDADE UNICESUMAR – CAMPOS MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS TECNOLÓGICAS E AGRÁRIAS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

**ANÁLISE DO DESEMPENHO DE *Beta vulgaris l.* MEDIANTE ADUBAÇÃO
ORGÂNICA COM CINZAS DE EUCALIPTO**

TALLES HENRIQUE FERNANDES

MARINGÁ – PR

2021

Talles Henrique Fernandes

**ANÁLISE DO DESEMPENHO DE *Beta vulgaris l.* MEDIANTE ADUBAÇÃO
ORGÂNICA COM CINZAS DE EUCALIPTO**

Artigo apresentado ao Curso de Graduação em
Agronomia da UNIVERSIDADE
UNICESUMAR – CAMPOS DE MARINGÁ,
como requisito parcial para a obtenção do título
de Bacharel (a) em Agronomia, sob a
orientação do Prof^a. Dr^a. Edneia Aparecida
Paccola.

MARINGÁ – PR

2021

FOLHA DE APROVAÇÃO

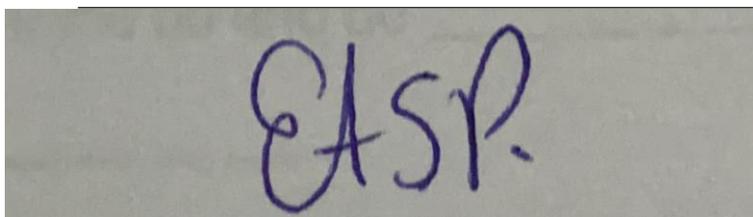
Talles Henrique Fernandes

ANÁLISE DO DESEMPENHO DE *Beta vulgaris l.* MEDIANTE ADUBAÇÃO ORGÂNICA COM CINZAS DE EUCALIPTO

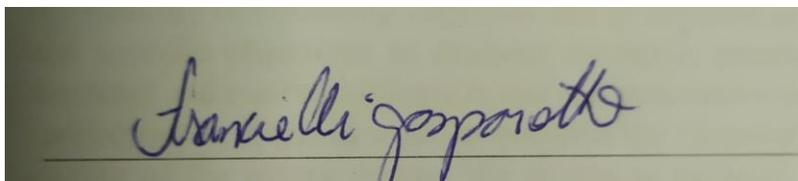
Artigo apresentado ao Curso de Graduação em Agronomia da UNIVERSIDADE
UNICESUMAR – CAMPUS MARINGÁ como requisito parcial para a obtenção do título de
Bacharel(a) em Agronomia, sob a orientação do Prof^ª. Dr^ª. Edneia Aparecida Paccola.

Aprovado em: 10 ___ de Novembro _____ de 2021

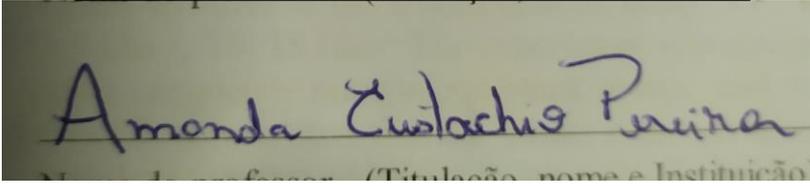
BANCA EXAMINADORA



Dr^ª. Edneia Aparecida Paccola (UniCesumar)



Nome do professor - (Titulação, nome e Instituição)

A photograph of a handwritten signature in blue ink on a light-colored background. The signature reads "Amanda Zúbaldo Pereira". Below the signature, there is a faint, partially visible line of text that appears to be a form label: "Nome do professor (Titulação, nome e Instituição)".

Nome do professor - (Titulação, nome e Instituição)

ANÁLISE DO DESEMPENHO DE *Beta vulgaris* L. MEDIANTE ADUBAÇÃO ORGÂNICA COM CINZAS DE EUCALIPTO

Autor: Talles Henrique Fernandes

RESUMO

A cinza de biomassa é o produto da queima de vegetais, resultado da combustão da madeira. Esta queima é utilizada para secadores de silagem, com o intuito de reduzir a umidade dos grãos armazenados. Embora tal cinza seja um resíduo da queima da madeira, ela tem um grande potencial para a agricultura como fonte de adubação orgânica, principalmente quando se refere a adubação potássica. Este trabalho teve como objetivo avaliar a viabilidade do uso de cinza de eucalipto, proveniente da queima de secador do silo, como fonte de adubação orgânica para o cultivo de beterrabas. O experimento foi conduzido em uma casa de vegetação do tipo arco, com sombrite e vasos de 11 L de polietileno. Os tratamentos foram, respectivamente: 0, 7, 14, 21, 28 e 37 g.dm⁻³ de cinza por vaso, com 5 repetições por tratamento. As características analisadas foram: número de folhas; peso fresco e seco da parte aérea e raiz; diâmetro e comprimento da raiz. Em relação aos principais resultados encontrados, ficou evidente que neste caso a aplicação de cinza causou redução nas características avaliadas, gerando uma regressão linear negativa. Quanto maior fosse a dose de cinza aplicada na planta, pior era seu desenvolvimento. Conclui-se por meio deste trabalho que, embora a cinza tenha um potencial como adubo orgânico, é necessário levar em conta a composição química deste, além da necessidade nutricional da planta, antes de decidir por aplicá-lo.

Palavras-chave: Cultivo Orgânico; Cinza de Eucalipto; Produção de Hortalças.

ABSTRACT

The biomass ash is the product of vegetable burning, resulted from wood combustion. Such burning is used in silage drying machines, aiming at reducing the humidity of stored grains. Although such ash is a waste from wood burning, it has great potential for agriculture as source of organic fertilization, mainly when it refers to potassium fertilization. The present study aimed at evaluating the viability of using eucalyptus ash from burnings in silage drying machines, as a source of organic fertilization for *Beta vulgaris* cultivation. The experiment was carried out in an arc greenhouse, with shadow in vases of 11 L of polyethylene. The treatments were 0, 7, 14, 21, 28 and 37 g.dm⁻³ per vase, with five repetitions for treatment. The characteristics, which were analyzed, were number of leaves, dry and fresh weight of aerial and root parts; root's diameter and length. Regarding main results that were found, it was evident in this case, that, the application of ash has caused a reduction in the characteristics that were analyzed, which has generated a negative linear regression. The bigger the dose of ash applied in the plant was; the worse its development was. It was concluded through this study that, even though the ash owns a great potential as organic fertilization, it is necessary taking into consideration the chemical composition of such fertilizer, besides the nutritional need of the plant, before deciding for applying it.

Key words: Organic cultivation; Eucalyptus ash; Vegetable production.

1 INTRODUÇÃO

A cinza de biomassa é o produto da queima de vegetais, resultado da combustão da madeira. Esta queima é geralmente utilizada para secadores de silagem como intuito de reduzir a umidade dos grãos armazenados (KNAPP & INSAM, 2011). Porém, embora esta cinza seja resíduo da queima da madeira, ela também tem um grande potencial na agricultura, como fonte de adubação orgânica, principalmente quando se refere a adubação potássica (CAMPANHARO et al., 2008). Muitas vezes estas cinzas são descartadas de forma incorreta no meio ambiente, o que acaba causando a contaminação do solo e água.

A utilização agrícola da cinza de biomassa pode ser uma alternativa viável e ecologicamente correta, pois possibilita o reaproveitamento do resíduo, além de devolver ao ambiente parte dos nutrientes extraídos pelas plantas e armazenados na biomassa retirada para queima. (FERREIRA et al., 2012).

Além dos nutrientes para as plantas, a cinza também pode contribuir para melhorias nas propriedades físicas e químicas do solo (MORO ; GONÇALVES, 1995). Para Guariz et al. (2009), a incorporação das cinzas pode promover mudanças nas características do solo, como elevação nos níveis de pH e nos teores de Ca, Mg, B, Mn, CTC, além de elevar a saturação por bases e atuar na redução dos níveis de Al e Fe.

A adubação orgânica se destaca entre os possíveis usos da cinza na agricultura. Dentre os principais grupos de plantas que demandam este tipo de adubação, estão as hortaliças, como a beterraba. A beterraba (*Beta vulgaris L.*) é um legume de alta relevância para o setor agroindustrial, por se tratar de um produto utilizado tanto para fins alimentícios quanto para a produção de açúcar e etanol, com a produção de aproximadamente 730 ton ano⁻¹ (HEIDORN ; UTVIK, 2017).

A crescente demanda por hortaliças de alta qualidade exige que todas as etapas de produção, desde o preparo do solo, passando pelo plantio, colheita, até à comercialização, sejam rigorosas e criteriosas, objetivando a maximização do potencial produtivo com qualidade. Visando alcançar altas produtividades de hortaliças e sustentabilidade nos cultivos, cresce o interesse de produtores para com a adubação orgânica (MAGRO, 2015).

O objetivo principal deste trabalho, portanto, foi avaliar a viabilidade do uso de cinzas de eucalipto como fonte de adubação orgânica para o cultivo de beterraba. Além disso, muitas vezes, estas cinzas são descartadas de maneira incorreta, em fundos de vale ou em outras áreas agrícolas, podendo degradar a área. Conseqüentemente, este trabalho visa também encontrar um uso ambientalmente adequado para este resíduo agrícola.

2 DESENVOLVIMENTO

O experimento foi conduzido no município de Apucarana-PR, em uma casa de vegetação do tipo arco com sombrite, localizada no bairro Jardim Marabá, Cep: 86808260. As plantas foram cultivadas em vasos de 11 L de polietileno, sendo as mudas obtidas em viveiros certificados e posteriormente transplantadas para os vasos.

O clima é do tipo úmido mesotérmico, com pluviometria anual entre 1.500 e 1.700 mm e uma temperatura média anual de 20° C. Já o solo é de textura argilosa, de cor marrom-avermelhada (terra roxa), sobre o manto basáltico da Formação Serra Geral. De acordo com a classificação do "Levantamento do Reconhecimento dos Solos do Paraná" do Ministério da Agricultura, predominam no Município latossolos roxos de textura argilosa (PREFEITURA DE APUCARANA, 2016).

Cada vaso que conteve uma planta foi uma parcela experimental. Em relação ao delineamento, os tratamentos foram dispostos em blocos casualizados, com um total de 5 repetições por tratamento.

As doses de cinza testadas seguiram o que foi recomendado por Gaobianco (2020), sendo elas: T1 = 0 g.dm⁻³ de cinza; T2 = 7 g.dm⁻³ de cinza (49 g de cinza por vaso); T3 = 14 g.dm⁻³ de cinza (112 g de cinza por vaso); T4 = 21 g.dm⁻³ de cinza (147 g de cinza por vaso); T5 = 28 g.dm⁻³ de cinza (196 g de cinza por vaso); T6 = 35 g.dm⁻³ de cinza (245 g de cinza por vaso).

Em relação a cinza de eucalipto utilizada como fonte de adubo neste experimento, esta é proveniente da cidade de Itambé, oriunda da queima de eucalipto no secador do silo da propriedade da família McGowan.

Abaixo na Tabela 1, constam as características físicas granulométricas do solo. Na Tabela 2, estão apresentadas as particularidades químicas do solo antes da utilização da cinza. Por último, na Tabela 3, estão presentes as características químicas da cinza utilizada.

Tabela 1. Característica granulométrica do Latossolo presente na área de realização do experimento, em Apucarana-Paraná.

AREIA (%)	SILTE (%)	ARGILA (%)
18	25	57

Fonte: AgriSolum- Análises Agronômicas, (2021)

Tabela 2. Características químicas do Latossolo presente na região de Apucarana-Paraná.

pH	P	K	Ca	Mg	Al	V(%)	Mo (%)
6,8	465,45	3,22	12,40	9,44	0,00	92,61	9,14

Fonte: AgriSolum- Análises Agronômicas, (2021)

Os valores de P, K, Ca, Mg, e Al e Mo são dados em g.dm⁻³, enquanto que o valor de Cu, Fe, Mn e Zn é dado em mg.dm⁻³.

Tabela 3. Composição química da cinza vegetal utilizada nos canteiros.

N	P	K	Ca	Mg	Cu	Fe	Mn	Zn
0,11	1,68	7,12	17,04	1,88	332,20	50.850,00	2.275,00	164,30

Fonte: AgriSolum- Análises Agronômicas, (2021)

As cinzas foram incorporadas em suas respectivas quantidades nos vasos, 15 dias antes do plantio das mudas, com o intuito da matéria orgânica sofrer o processo de mineralização e liberar os nutrientes no solo, para que estes então pudessem ser absorvidos pelas plantas.

As plantas foram irrigadas diariamente com regador até a capacidade de campo do solo, sendo monitoradas também as condições de pragas e doenças até o momento da colheita, onde então foram avaliadas as seguintes características; número de folhas por planta (contagem de cada folha presente por planta); peso fresco da parte aérea e raiz (primeiramente, as partes foram separadas, com a parte aérea sendo da base caulinar até o ápice apical, e a parte radicular sendo da base caulinar até o ápice radicular. Posteriormente, foi realizado a pesagem das partes em balança de precisão); peso seco da parte aérea e raiz (para determinar o peso seco, as partes das plantas colhidas foram colocadas em um secador a 70° C durante três dias. Posterior aos três dias, as partes da planta foram novamente pesadas em balança de precisão); diâmetro de raiz (medida com auxílio de um paquímetro, considerando as duas extremidades da beterraba); comprimento de raiz (medida com auxílio de uma fita métrica, da base caulinar até o ápice radicular).

Após a análise das características, os dados foram submetidos a análise de variância pelo software estatístico Sisvar, a 5% de probabilidade, e posterior teste de regressão, para o caso de os tratamentos que apresentarem diferença significativa (FERREIRA, 2008).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em relação as variáveis analisadas da planta de beterraba, mediante diferentes doses de cinza proveniente do eucalipto, foram realizadas as análises estatísticas, e os resultados são expostos na Tabela 4.

Tabela 4. Análise de Variância e Teste de Regressão para as variáveis da beterraba mediante diferentes doses de cinza do eucalipto.

FV	GL	QM NF	QM PFA	QM PFR	QM PSA	QM PSR	QM CR
(DOSES)	5	5,18ns	31,19ns	0,022ns	0,1167ns	0,00034ns	200,7ns
RL	1	20,64*	130,42*	0,049ns	0,5027*	0,0012*	79,68ns
RQ	1	3,62ns	3,06ns	0,0091ns	0,0056ns	0,00009ns	3,62ns
RC	1	1,36ns	0,027ns	0,015ns	0,0015ns	0,00013ns	218,05ns
DESVIO	2	0,13ns	11,23ns	0,019ns	0,0368ns	0,00013ns	351,07ns
BLOCOS	3	10,95	99,23	0,083	0,3513	0,0012	1482,11
Erro	15	2,93	24,68	0,0307	0,083	0,0004	482,61
Média	-	6,3	5,93	0,1731	0,346	0,0212	94,7

*a 5% de probabilidade, pelo menos uma das doses de cinza proporcionou um aumento significativo na variável analisada.

PFA (Peso Fresco da Parte Aérea), PSA (Peso Seco da Parte Aérea), PFR (Peso Fresco Radicular), PSR (Peso Seco Radicular), NF (Número de folhas), CR (Comprimento Radicular).

Conforme pode ser observado, para as características avaliadas, somente o peso fresco radicular e o comprimento das raízes não obtiveram diferença significativa para as doses analisadas, de maneira que independente da dose de cinza aplicada, a planta respondeu da mesma maneira. Por outro lado, para as outras características do trabalho, foi encontrado diferença significativa mediante a aplicação da cinza, sendo então feito o teste de regressão para determinar qual foi a melhor dose de cinza a ser fornecida para as plantas de beterraba.

Os resultados do teste de regressão podem ser observados nas Figuras 1, 2, 3 e 4.

Figura 1. Análise de Regressão para a variável Número de folhas mediante diferentes doses de cinza aplicada sobre a beterraba

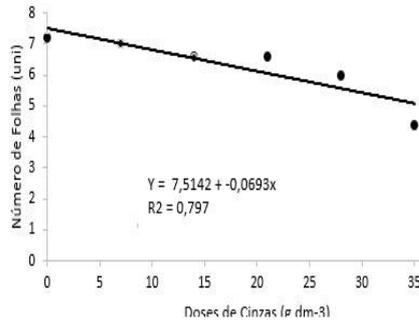


Figura 2. Análise de Regressão para a variável Peso Fresco Aéreo mediante diferentes doses de cinza aplicada sobre a beterraba

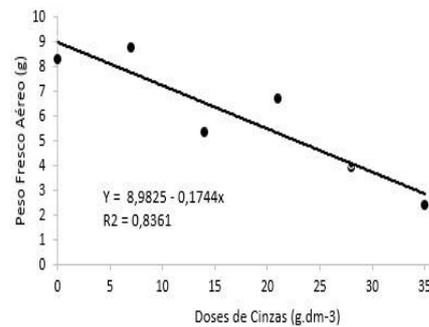


Figura 3. Análise de Regressão para a variável Peso Seco Aéreo mediante diferentes doses de cinza aplicada sobre a beterraba

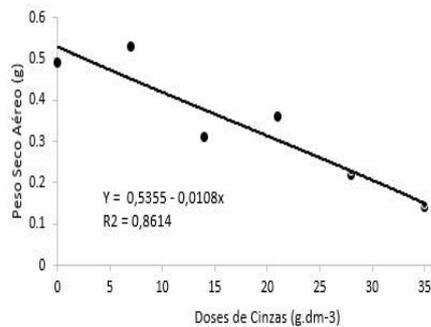
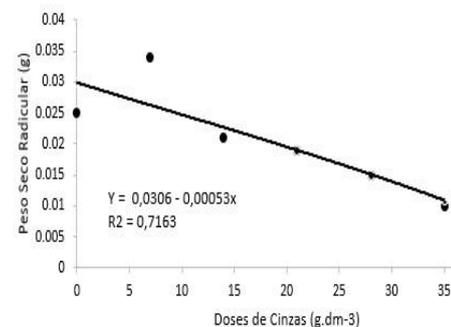


Figura 4. Análise de Regressão para a variável Peso Seco Radicular mediante diferentes doses de cinza aplicada sobre a beterraba



Conforme pode ser observado pela análise de regressão e os resultados, para todas as características que apresentaram diferença significativa entre o fornecimento de doses de cinza, percebeu-se uma regressão linear negativa, de modo que a aplicação da cinza resultou em um mal desenvolvimento da planta, de maneira tal que quanto maior a dose de cinza aplicada, pior era o desenvolvimento da planta.

Em relação ao número de folhas, quando comparado a testemunha com a dose de cinza em que forneceu 35 g.dm³ de solo, percebe-se que houve uma redução de 7 para 5 folhas por planta, uma redução de aproximadamente 29%.

Para a variável peso fresco aéreo, os valores passaram de 9 gramas por planta na testemunha para 3 gramas por planta no tratamento de 35 g.dm⁻³ de cinza, reduzindo aproximadamente 77%. O mesmo comportamento se repetiu para peso seco aéreo e peso seco radicular, onde ocorreu uma redução de 80% e 87,5%, respectivamente.

O desempenho inadequado da planta mediante o fornecimento da cinza pode ser explicado pelo teor de nutrientes presentes na cinza (tabela 3), que resultou em uma fitotoxicidade

na planta de beterraba. Para analisar isto, é importante levar em conta a necessidade nutricional da planta de beterraba, que está exposta na Figura 5.

Figura 5. Necessidade nutricional da cultura da Beterraba.

N	P	K	Ca	Mg	S
-----g kg ⁻¹ -----					
30 – 50	2 – 4	20 – 40	25 – 35	3 – 8	2 – 4
B	Cu	Fe	Mn	Zn	
-----mg kg ⁻¹ -----					
40 – 80	5 – 15	70 – 200	70 – 200	20 – 100	

Fonte: IAC (2013).

Por meio da Figura 5 é possível observar que os nutrientes demandados em maior quantidade para a cultura da beterraba são o Potássio e o Cálcio. Já em relação aos micronutrientes, têm-se o Ferro e o Manganês. Porém, conforme pode ser visto na Tabela 3, os teores de Ferro e Manganês estão muito acima do que a planta precisa, o que pode ter resultado sua má formação.

Figura 6: Desenvolvimento do rabanete sem adubação**Figura 7:** Desenvolvimento do rabanete com 7 g.dm⁻³ de cinza**Figura 8:** Desenvolvimento do rabanete com 14 g.dm⁻³ de cinza**Figura 9:** Desenvolvimento do rabanete com 21 g.dm⁻³ de cinza**Figura 10:** Desenvolvimento do rabanete com 28 g.dm⁻³ de cinza**Figura 11:** Desenvolvimento do rabanete com 35 g.dm⁻³ de cinza

Por meio das figuras acima, pode ser observado que as beterrabas em todos os tratamentos não produziram a sua parte tuberosa comercial, produzindo apenas parte aérea e raiz. Ao comparar-se a Tabela 3 com a Figura 5, considerando a necessidade da planta por ferro, tem-se que para a beterraba é necessário cerca de 200 mg.kg⁻¹ enquanto que na cinza o teor de ferro presente é de 50.850 mg.kg⁻¹, indicando assim o excesso. Por outro lado, para o manganês a necessidade da planta é em torno de 200 mg.kg⁻¹ e o teor presente na cinza é de 2.275 mg.kg⁻¹

1

Malavolta et al., (2002) explica que embora os nutrientes essenciais sejam necessários para a vida da planta, incluindo neste caso o ferro e o manganês como micronutrientes, o excesso destes elementos no solo acaba limitando o desenvolvimento do vegetal por um fenômeno que o autor denominou de “Lei dos Elementos Decrescentes”.

De acordo com SOSBAI, (2014) a toxidez por ferro pode ocorrer de duas maneiras: a primeira, através da absorção excessiva, que seria de forma direta, e a segunda, uma toxidez indireta que vem através de uma redução na absorção de outros

nutrientes considerados essenciais para as plantas. Do ponto de vista fisiológico, a toxidez por Fe aumenta a produção de espécies reativas de oxigênio, como peróxido de hidrogênio, ânion superóxido e radical hidroxil, que irão causar o funcionamento incorreto das organelas celulares, resultando em sua morte.

A toxidez de ferro em muitos casos reduz a absorção de nutrientes, dentre eles o zinco, potássio e até mesmo o cobre (LIANG et al., 2006; JIANG et al., 2009). Como ZHANG et al., (2012) fala em seus estudos, a primeira parte da planta a ter contato com esses metais é a raiz. Dessa forma, a beterraba é prejudicada diretamente em sua produção comercial.

Li et al. (2015) verificaram que o grau de inibição do crescimento das raízes foi positivamente dependente da concentração de Fe, promovendo uma redução do alongamento celular e divisão celular. Xing et al. (2008) demonstrou que o aumento da concentração de Fe^{2+} e o tempo de exposição, mostraram inibição significativa na viabilidade das células da ponta das raízes, causando a morte das mesmas.

O manganês foi outro nutriente encontrado acima do tolerável nas cinzas vegetais, conforme ZABINI, et al., (2007) o excesso de manganês atua afetando o desenvolvimento da parte aérea das plantas, reduzindo o acúmulo de fotoassimilados e consequente a produção da planta.

Os efeitos tóxicos do manganês que levaram à restrição no crescimento de algumas plantas podem estar relacionados à deficiência induzida de outros elementos. Segundo Marschner (1995), o excesso de manganês pode induzir a deficiência de magnésio pela inibição da absorção ou competição em nível celular, e a deficiência de cálcio pode ocorrer devido ao efeito indireto no transporte desse para as folhas novas. O transporte de cálcio é mediado por um co-transportador de AIA (ácido indol acético) e, frequentemente, tecidos com alta concentração de manganês apresentam elevada atividade da oxidase do AIA, o que pode também contribuir, segundo Foy et al. (1978), para a redução de crescimento de plantas devido à degradação de AIA nos tecidos.

Ao contrário do que foi observado neste experimento, onde o fornecimento da cinza causou redução em todas as características analisadas das plantas, Caobianco (2020), também estudando as cinzas na cultura da beterraba, encontrou uma dose ótima de cinza ($20g.dm^{-3}$) a ser fornecida para cada uma das características da planta, porém, o autor deixa claro que deve-se tomar cuidado com o excesso dela sobre as plantas, de maneira que a medida que ele aumentou as doses para valores acima de $20g.dm^{-3}$ ocorreu uma redução no desenvolvimento dessas.

Não somente a beterraba, mas outras culturas também responderam ao fornecimento de doses de cinza como adubação orgânica, como é o caso do algodão (BONFIM-SILVA et al., 2015), do pinheiro (MANDRE et al., 2006), da azevém e da aveia (PARK et al., 2012).

Souza *et al.* (2013) verificaram que a aplicação de cinza (doses variando de 0 a 16 t ha⁻¹) em um Latossolo proporcionou um aumento no desenvolvimento da alface, sendo que os autores atribuíram tais aumentos à elevação do pH e das concentrações de Ca, Mg, P e K, que tiveram resposta linear à aplicação das doses de cinza.

Segundo Damasceno & Scussato (2020) o fornecimento de cinzas quando em doses adequadas proporciona o melhor desenvolvimento da planta pela presença de macro e micronutrientes em sua composição química, de maneira que, ao ser decomposto, este adubo fornece os nutrientes para as plantas se desenvolverem.

Para Guariz et al. (2009), a incorporação das cinzas pode promover mudanças nas características do solo, como elevação nos níveis de pH e nos teores de Ca, Mg, B, Mn, CTC, além de elevar a saturação por bases e atuar na redução dos níveis de Al e Fe. Por conta disso, deve-se atentar a composição química das cinzas que irão ser fornecidas, tendo em vista que caso esta cinza tenha muita concentração de um determinado nutriente, pode ser que venha a acontecer problemas de fitotoxidez relacionados ao excesso da aplicação de tal nutriente no solo. Com isso é recomendado calcular as dosagens de acordo com a demanda de cada produção.

4 CONCLUSÃO

Por meio deste estudo, conclui-se que neste caso as cinzas de eucalipto não contribuíram para o desenvolvimento das plantas de beterraba. Pelo contrário, acabaram causando redução no desenvolvimento das plantas, devido ao excesso de ferro e manganês na composição química deste adubo, que causou um efeito de fitotoxidez.

Embora neste trabalho não tenha ocorrido algum efeito significativo, em outros trabalhos as cinzas apresentaram efeito positivo no desenvolvimento das plantas. Logo, para a cultura da beterraba, ao se utilizar as cinzas como adubo orgânico, o produtor deve levar em consideração a composição química da cinza, de maneira que cada uma possui sua composição química específica. Outro fator importante que o produtor deve levar em conta é a necessidade nutricional da planta, afim de que o adubo atenda a necessidade nutricional dessa.

REFERÊNCIAS

- BONFIM-SILVA, E. M.; CARVALHO, J. M. G.; PEREIRA, M. T. J.; SILVA, T. J. A. Cinza vegetal na adubação de plantas de algodoeiro em Latossolo Vermelho do Cerrado. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v.11, n.21, p.523, 2015.
- CAOBIANCO, G. G. Uso da cinza vegetal na produção de *Beta vulgaris esculenta*. Trabalho de conclusão do curso de Agronomia, **Unicesumar**, 2020.
- CAMPANHARO, M.; MONNERAT, P. H.; RIBEIRO, G.; PINHO, L. G. R. Utilização de cinza de madeira como corretivo de solo. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 28, 2008. Londrina. Desafios para o uso do solo com eficiência e qualidade ambiental: anais. Londrina: Embrapa Soja; SBCS; IAPAR; UEL, 2008. 1 CD-ROM.
- DAMASCENO, A. SCUISSATO, J. Aplicação de cinzas de biomassa no cultivo de *Lactuca sativa*. Trabalho de Conclusão de Curso de Agronomia, **Unicesumar**, Maringá-PR, 2020.
- FERREIRA, E. P. B.; FAGERIA, N. K.; DIDONET, A. D. Chemical properties of an Oxisol under organic management as influenced by application of sugarcane bagasse ash. **Revista Ciência Agronômica**, v. 43, n. 2, p. 228-236, 2012.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer analysis system to fixed effects split plot type designs. **Revista Brasileira de Biometria**, [S.l.], v. 37, n. 4, p. 529-535, dec. 2019. ISSN 1983-0823.
- FOY, C. D.; CHANEY, R. L.; WHITE, M. C. The physiology of metal toxicity in plants. **Annual Review of Plant Physiology**, [S.l.], v. 29, p. 511-566, 1978.
- GUARIZ, H. R.; PICOLI, M. H. S.; CAMPANHARO, W. A.; RODRIGUES, B. P. Uso de cinzas de fornos de cerâmica como fonte de nutrientes para aproveitamento na agricultura. In: **Congresso brasileiro de resíduos orgânicos**, 2009.
- HEIDORN, E.; UTVIK, K. Agriculture , forestry and fishery statistics. 2017. ed. Luxemburgo: União Européia, 2017. Disponível em: <
<https://ec.europa.eu/eurostat/documents/3217494/8538823/KS-FK-17-001-EN-N.pdf>>
- JARDIM, L. M. B. F.; MALAVOLTA, E. Efeitos do manganês sobre o desenvolvimento e a composição mineral de quatro leguminosas forrageiras tropicais. **Anais da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz**, v. 41, p. 725-759, 1984.
- JIANG, F.Y.; CHEN, X.; LUO, A.C. Iron plaque formation on wetland plants and its influence on phosphorus, calcium and metal uptake. **Aquat Ecol.**, v. 43, p. 879–890, 2009.
- LI, G.; XU, W.; KRONZUCKER, H. J.; SHI, W. Ethylene is critical to the maintenance of primary root growth and Fe homeostasis under Fe stress in Arabidopsis, **Journal of experimental botany**, v. 66, n. 7, p. 2041–2054, 2015.

- LIANG, Y.; ZHU, Y. G.; XIA, Y., LI, Z. Iron plaque enhances phosphorus uptake by rice (*Oryza sativa*) growing under varying phosphorus and iron concentrations. **Annals of Applied Biology**, v. 149, n. 3, p. 305–312, 2006.
- MAEDA, S.; SILVA, H. D.; CARDOSO, C. Resposta de *Pinus taeda* à aplicação de cinza de biomassa vegetal em Cambissolo Húmico, em vaso. **Pesquisa Florestal Brasileira**, n. 56, p. 43-52, jan.jun. 2008.
- MAGRO, FO. 2015. Efeito do composto orgânico e adubação potássica em atributos do solo e da beterraba. Botucatu: FCA-UNESP. 109p. (Tese doutorado)
- MALAVOLTA, E.; PIMENTEL-GOMES, F.; ALCARDE, J. C. Adubos & adubações. São Paulo. Nobel, 2002. 200p.
- MANDRE, M. et al. Short-term effects of wood ash on the soil and the lignin concentration and growth of *Pinus sylvestris* L. *Forest Ecology and Management*, Amsterdam, v. 223, p.349 – 357, 2006
- MARSCHNER, H. Mineral nutrition of higher plants. 2. ed. New York: Academic, 1995. 889 p.
- MORO, L.; GONÇALVES, J. L. M. Efeitos da “cinza” de biomassa florestal sobre a produtividade de povoamentos puros de *Eucalyptus grandis* e avaliação financeira. IPEF, Piracicaba, n. 48/49, p. 18-27, 1995.
- PARK, N. D.; RUTHERFORD, P. M.; THRING, R. W.; HELLE, S. S. Wood pellet fly ash and bottom ash as an effective liming agent and nutrient source for rye grass (*Lolium perenne* L.) and oats (*Avena sativa*). **Chemosphere**, v.86, n.4, p.427-432, 2012.
- PREFEITURA DE APUCARANA. Plano de desenvolvimento rural sustentável municipal 2013-2016.
- SOCIEDADE SUL BRASILEIRA DE ARROZ IRRIGADO (SOSBAI). Arroz irrigado: recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasília. In: Reunião técnica da cultura do arroz irrigado, 30, 2014, Bento Gonçalves, RS. Anais. Bento Gonçalves: SOSBAI, 2012. 188p.
- SOMBRA, K. E. S. et al. Excesso de ferro sobre o desenvolvimento de porta-enxertos cítricos. **Nativa**, v. 7, n. 1, p. 50-58, 2019.
- SOUZA, R. A.; MONÇÃO, O. P.; SOUZA, H. B.; OLIVEIRA, J. S.; REIS, T. C. Efeito da cinza de caldeira sobre as características químicas de um solo do Cerrado baiano e produtividade da alface. **Cultivando o Saber**, v. 6, n. 4, p. 60-73, 2013.
- XING, C. H.; ZHU, M. H.; CAI, M. Z.; LIU, P.; XU, G. D.; WU, S. H. Developmental characteristics and response to iron toxicity of root border cells in rice seedlings. **Journal of Zhejiang University Science**, v. 9, n. 3, p. 261–264, 2008.

ZABINI, A. V.; MARTINEZ, H. E. P.; SILVA, C. A. Tolerância de progênies de cafeeiros (*Coffea arabica L.*), ao excesso de Manganês em solução nutritiva. **Coffee Science**, Lavras, v. 2, n. 1, p. 87-96, jan./jun. 2007.

ZHANG, X.; ZHANG, F.; MAO, D. Effect of iron plaque outside roots on nutrient uptake by rice (*Oryza sativa L.*): Phosphorus uptake. **Plant Soil**, v. 209, p. 187-192, 1999.