

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

**AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DE DIFERENTES DOSES DE CINZA DE
EUCALIPTO SOBRE O CRESCIMENTO DE *Daucus carota* EM SOLO ARENOSO**

VICTOR HUGO GARCIA ASÊNCIO

MARINGÁ – PR

2021

Victor Hugo Garcia Asêncio

**AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DE DIFERENTES DOSES DE CINZA DE
EUCALIPTO SOBRE O CRESCIMENTO DE *Daucus carota* EM SOLO ARENOSO**

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

MARINGÁ – PR

2021

FOLHA DE APROVAÇÃO
VICTOR HUGO GARCIA ASÊNCIO

**AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DE DIFERENTES DOSES DE CINZA DE
EUCALIPTO SOBRE O CRESCIMENTO DE *Daucus carota* EM SOLO ARENOSO**

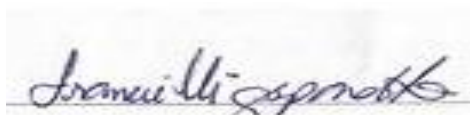
Artigo apresentado ao Curso de Graduação em Agronomia da UNICESUMAR –
Universidade Cesumar como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel (a) em
Agronomia , sob a orientação do Prof^ª. Dr^ª. Edneia Aparecida De Souza Paccola

Aprovado em: 10 de novembro de 2021.

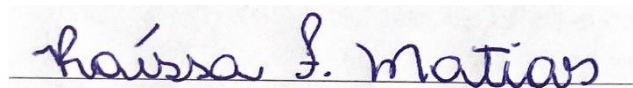
BANCA EXAMINADORA



Dra. Edneia Aparecida de Souza Paccola (UniCesumar)



Dra. Francieli Gasparotto (UniCesumar)



Eng. Agron. Raíssa Fernanda Matias (UniCesumar)

AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DE DIFERENTES DOSES DE CINZA DE EUCALIPTO SOBRE O CRESCIMENTO DE *Daucus carota* EM SOLO ARENOSO

Victor Hugo Garcia Asêncio

RESUMO

A cinza vegetal é um subproduto liberado pela queima de plantas na indústria, de maneira que por muitas vezes sem um destino certo este resíduo acaba contaminando ambientes. Devido seus teores nutricionais, esta cinza vegetal tem a capacidade de melhorar a qualidade do solo, tendo potencial como fertilizante orgânico. Entre as principais culturas agrícolas que utilizam adubação orgânica, a cenoura se destaca por ser um vegetal exigente em nutrientes que se desenvolve melhor em solo arenoso e rico em matéria orgânica. Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi de avaliar o efeito da aplicação de resíduo sólido de carvão vegetal em solo arenoso. O experimento foi realizado em uma casa de vegetação, onde foram testadas diferentes doses de cinzas sendo elas: 0; 7; 14; 21; 28 e 35 g dm⁻³, dispostas em 6 tratamentos e 7 repetições, a avaliação foi obtida pelo cálculo da matéria seca e fresca das raízes e partes aéreas das plantas e comprimento e diâmetro da raiz ao final do período experimental. Como resultado tem-se que as cenouras apresentaram uma melhora significativa com a adubação com cinzas, de modo que doses até 21 g.dm⁻³ promoveram aumentos significativos para todas as características da planta avaliada graças aos nutrientes presentes em sua composição tal como fósforo, manganês e ferro. É importante que o produtor na hora de realizar a adubação com cinzas se atente não somente a quantidade de cinza aplicada, mas também a composição química deste adubo orgânico, pois neste experimento doses acima de 21 g.dm⁻³ causaram fitotoxidez nas plantas.

Palavras-chave: Biomassa vegetal; Cenoura; Produção sustentável; Reaproveitamento de resíduos orgânicos.

EVALUATION OF THE INFLUENCE OF DIFFERENT EUCALYPTUS ASH DOSES ON THE GROWTH OF *Daucus carota* IN SANDY SOIL

ABSTRACT

Nowadays, the residues produced by the industry do not have the right destination, consequently, they end up polluting rivers and the environment. Thus, the objective of this work was to evaluate the effect of applying solid residue of charcoal in sandy soil. Vegetable ash has the ability to improve soil quality, so they can be used as a basic fertilizer, increasing the microbial fauna, which is important in nitrogen fixation and organic matter decomposition. Carrot is an excellent vegetable that can exemplify the physical effects of charcoal on the soil, as it is a demanding vegetable, it reacts better in sandy soil rich in organic matter. The production of charcoal when properly conducted is a sustainable economic practice. The experiment was carried out in a greenhouse, in the city of Cornélio Procópio PR, from April 2021 to July 2021, where different doses of ash, repetitions 0; 7; 14; 21; 28 and 35 g dm⁻³, arranged in 6 treatments and 7 repetitions, so that evaluation was obtained by calculating the dry and fresh matter of the roots and aerial parts of the plants and root length at the end of the trial period. According to this work, carrots corresponded to a significant improvement with ash fertilization, so that doses up to 21 g.dm⁻³ promoted increases in the evaluated characteristics, and after that caused plant toxicity. It is important that the producer, when fertilizing with ash, pays attention not only to the amount of ash applied, but also to the chemical composition of this organic fertilize.

Keywords: Carrot cultivation, Plant biomass; Reuse of organic waste; Sustainable production.

1. INTRODUÇÃO

Diante da necessidade de se produzir produtos sustentáveis para preservação do meio ambiente, cujos resíduos finais possam ser reaproveitados sem causar danos ambientais, as cinzas vegetais podem ser uma alternativa sustentável ao fertilizante mineral, atuando diretamente na fertilidade e correção do solo, além de contribuir deste modo para a redução de danos ambientais e custos (SANTANA et al., 2012).

As cinzas são provenientes da queima da biomassa vegetal nas caldeiras das fábricas, as quais servem para produção de energia (KNAPP e INSAM, 2011). Este resíduo originado na indústria tem grande potencial de correção de acidez do solo, além de apresentar uma grande quantidade de elementos químicos que contribuem para uma melhoria na fertilidade. Diante do exposto, esse resíduo pode ser de grande importância e interesse na correção de solos (TRIGUEIRO, 2006).

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

Além dos nutrientes para as plantas, as cinzas também podem contribuir para melhorias nas propriedades físicas e químicas do solo (MORO, 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.

Uma das principais culturas no qual se realiza adubação orgânica e pode ser utilizado as cinzas são as hortaliças que demandam a produção de um alimento com mais qualidade nutricional devido seu consumo in natura. Entre elas, destaca-se a cenoura (*Daucus carota L.*) que é uma planta eudicotiledôneas pertencente à ordem Apiales e família das Apiaceae (Embrapa, 2000). Geralmente é uma raiz pivotante, lisa, carnuda, sem ramos grandes, cilíndrica ou cônica e alaranjada (VIEIRA et al., 1997). É rica em β -caroteno e vitaminas, como: B1, B2, sais minerais, e possui fibras importantes, que podem favorecer o funcionamento normal do intestino, além de atuar no combate a doenças crônicas como a cegueira (GALLAGHER, 2005; FILGUEIRA, 2008).

Nos últimos anos, diversas técnicas de cultivo de hortaliças vêm sendo desenvolvidas para aperfeiçoar o processo produtivo da cenoura. Dentre elas, sobressai-se o uso de restos vegetais sobre o solo com o intuito de oferecer melhores condições à planta e melhorar a produtividade da cultura, bem como contribuir para a conservação do meio ambiente (BLIND; SILVA, 2015).

Mediante a alta demanda que a cenoura apresenta no mercado brasileiro e considerando todos seus aspectos de qualidade, é essencial que o produtor busque alternativas para aumentar a produção e contribuir para a qualidade do alimento produzindo, entre estas alternativas, o uso da cinza vegetal se destaca como fonte de adubação orgânica em substituição a adubação mineral, que além de apresentar um alto custo para produção ainda pode contaminar o meio ambiente com excessos de nutrientes (RODRIGUES e CASALI, 2000).

Diante da necessidade de novos estudos para oferecer ao mercado hortaliças de qualidade e visando atender a demanda nutricional da população, este trabalho teve como objetivo principal avaliar a produção de cenoura submetida a aplicação de diferentes doses de cinza de biomassa florestal em solo arenoso, afim de estudar a possibilidade do uso das cinzas como adubo orgânico e como objetivos secundários avaliar os parâmetros biométricos da cultura.

2. DESENVOLVIMENTO

Esta pesquisa foi realizada na cidade de Cornélio Procópio, localizado no estado do Paraná, com as seguintes coordenadas geográficas, Latitude: -23.1813, Longitude: - 50.648 23° 10' 53" Sul, 50° 38' 53" Oeste. O município de Cornélio Procópio se localiza numa altitude de 656 m, com um clima subtropical úmido (Classificação climática de Koppen-Geigerr do tipo Cfa).

O trabalho foi conduzido de março de 2021 a julho de 2021. De acordo com Santos, et al. (2015) baseado nas classes de textura do sistema Americano ou o triângulo americano, o solo que foi utilizado no experimento é do tipo franco arenoso, baseado na tabela 1, onde apresenta a caracterização física do solo com 85% de areia total, 1% de silte e 14% de Argila.

Tabela 01: Caracterização física do solo.

Areia Fina %	Areia Grossa %	Areia Total %	Silte %	Argila %
0,0	0,0	85,0	1,0	14,0

Para a análise de solo conduziu-se a coleta do solo de 0-20 cm, após esse procedimento foi peneirado em malha de 4mm e alocado nos vasos plásticos com capacidade para 9 litros (9 dm³) com as características de 27cm de largura superior, 20 cm de largura inferior e 24 cm de altura em seguida colocadas as dosagens de cinza de biomassa.

Na tabela 2, está apresentado a análise química do solo, com os Macro e Micronutrientes do solo, apresentando um pH=5,4; CTC=4,39; V%=47,15; SB=2,07; K+ = 0,05; Ca²⁺ = 1,29; Mg²⁺= 0,73; H+Al= 2,32; P=15,97; B=0,09; Cu²⁺=1,08; Mn²⁺ = 60,24; Fe²⁺= 64,14; Zn²⁺= 1,68.

Tabela 02: Caracterização do solo.

Identificação Macro		pH	V	CTC	SB	K+	Ca ²⁺	Mg ²⁺	H+Al	P
Amostra	Prof. (cm)		%			cmolc.dm ⁻³			mg.dm ⁻³	
1	0-20	5,4	47,15	4,39	2,07	0,05	1,29	0,73	2,32	15,97
Identificação Micro		pH	V	CTC	SB	B	Cu ²⁺	Mn ²⁺	Fe ²⁺	Zn ²⁺
Amostra	Prof. (cm)		%	cmolc.dm ⁻³			mg.dm ⁻³			
1	0-20	5,4	47,15	4,39	2,07	0,09	1,08	60,24	64,14	1,68

A cinza manuseada para a experimentação é provinda da queima de eucalipto (*Eucalyptus sp*) em uma empresa de biodiesel no noroeste do Paraná, que participa do desenvolvimento sustentável do planeta por meio do Agronegócio e da Energia Renovável. Na tabela 3, está apresentando a análise da cinza da biomassa:

Tabela 03: Caracterização da cinza de eucalipto

N	P	K	Ca	Mg	Cu	Fe	Mn	Zn	Umidade
g kg ⁻¹	g kg ⁻¹	g kg ⁻¹	g kg ⁻¹	g kg ⁻¹	Mg kg ⁻¹	mg kg ⁻¹	mg kg ⁻¹	mg kg ⁻¹	%
0,37	3,59	10,21	24,21	3,52	2,01	784,37	155,67	2,01	49,09

A experimentação ocorreu em blocos inteiramente casualizados, com 6 tratamentos e 7 repetições, esta parcela experimental foi constituída por um vaso contendo 1 planta. O experimento foi conduzido em uma estufa com 2,20 m de altura, 4 m de largura, com 6 m de comprimento, coberto com sombrite por cima, e pelos lados, e com um plástico, para ter controle sobre a água nos vasos.

Os tratamentos constituíram-se da seguinte forma, T1= 0 g.dm⁻³ de cinzas de Eucalipto, T2= 7,0 g.dm⁻³ de cinzas de Eucalipto, T3= 14,0 g.dm⁻³ de cinzas de Eucalipto, T4= 21,0 g.dm⁻³ de cinzas de Eucalipto, T5= 28,0 g.dm⁻³ de cinzas de Eucalipto e T6= 35,00 g.dm⁻³ de cinzas de Eucalipto.

O plantio das mudas de cenoura foi realizado, utilizando a variedade Nantes Calibrada Média, uma variedade adaptada ao inverno, uma muda por vaso e foram irrigadas diariamente com 350 ml de água, conforme o estudo da análise de percolação da água nos vasos.

Quando as folhas mais velhas amarelaram, secaram e se curvaram, foi sinal de que as raízes começaram a amadurecer, foi realizado a colheita da cenoura, onde foram removidas de forma manual do solo, lavadas e feito as análises de dados.

Em um primeiro momento, as plantas foram medidas com auxílio de um paquímetro, a raiz no comprimento e diâmetro e posteriormente pesadas. As folhas foram contadas e pesadas com auxílio de uma balança digital.

Em um segundo momento, as cenouras coletadas foram levadas ao laboratório de fisiologia vegetal, e colocadas em estufa a 70 graus celsius, onde permaneceram quatro dias na estufa secando, para posterior pesagem da raiz e da folha, em uma balança de precisão.

Todas as variáveis foram submetidas à análise de variância e teste de regressão a 5% de probabilidade por meio do programa estatístico Sisvar (FERREIRA, 2008).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Por meio dos resultados presentes na Tabela 4 é possível observar que para todas as características das plantas que foram analisadas ocorreu uma diferença significativa entre as doses testadas pelo teste de variância a 5% de probabilidade. Na figura 1 é possível observar a diferença no desenvolvimento das cenouras entre os tratamentos no momento em que houve a colheita do experimento.

Tabela 4 - Análise de variância para as variáveis analisadas (Número de folhas, comprimento da raiz, diâmetro da raiz, peso fresco e seco da folha, peso fresco e seco da raiz) da cultura da cenoura mediante diferentes doses de cinzas aplicadas.

FV	GL	QM NF	QM CR	QM PFF	QM DR	QM PFR	QM PSR	QM PSF
(DOSES)	5	4,24*	14,04*	4,41*	0,34*	177,84*	2,10*	0,40*
RL	1	6,0ns	22,85*	4,12ns	0,24*	67,03*	0,45ns	0,05ns
RQ	1	11,07*	2,59ns	28,00*	0,47*	220,19*	1,88*	0,63*
RC	1	2,33ns	13,20ns	23,11*	0,13ns	336,00*	4,57*	0,77*
DESVIO	2	0,89ns	15,70ns	8,79ns	0,43ns	132,89ns	1,79ns	0,26ns
BLOCOS	3							
Erro	15	-	-	-	-	-	-	-
Média	-	7,54	8,91	5,91	2,01	18,7	2,02	0,95

*valores significativos a 5% de probabilidade pelo Teste F.

NF = Número de folhas; CR = Comprimento Radicular; PFF = Peso fresco das folhas; DR = Diâmetro Radicular; PFR = Peso fresco das raízes; PSR = Peso seco das raízes; PSF = Peso seco das folhas.

Figura 1. Desenvolvimento das cenouras coletadas após o final do experimento.

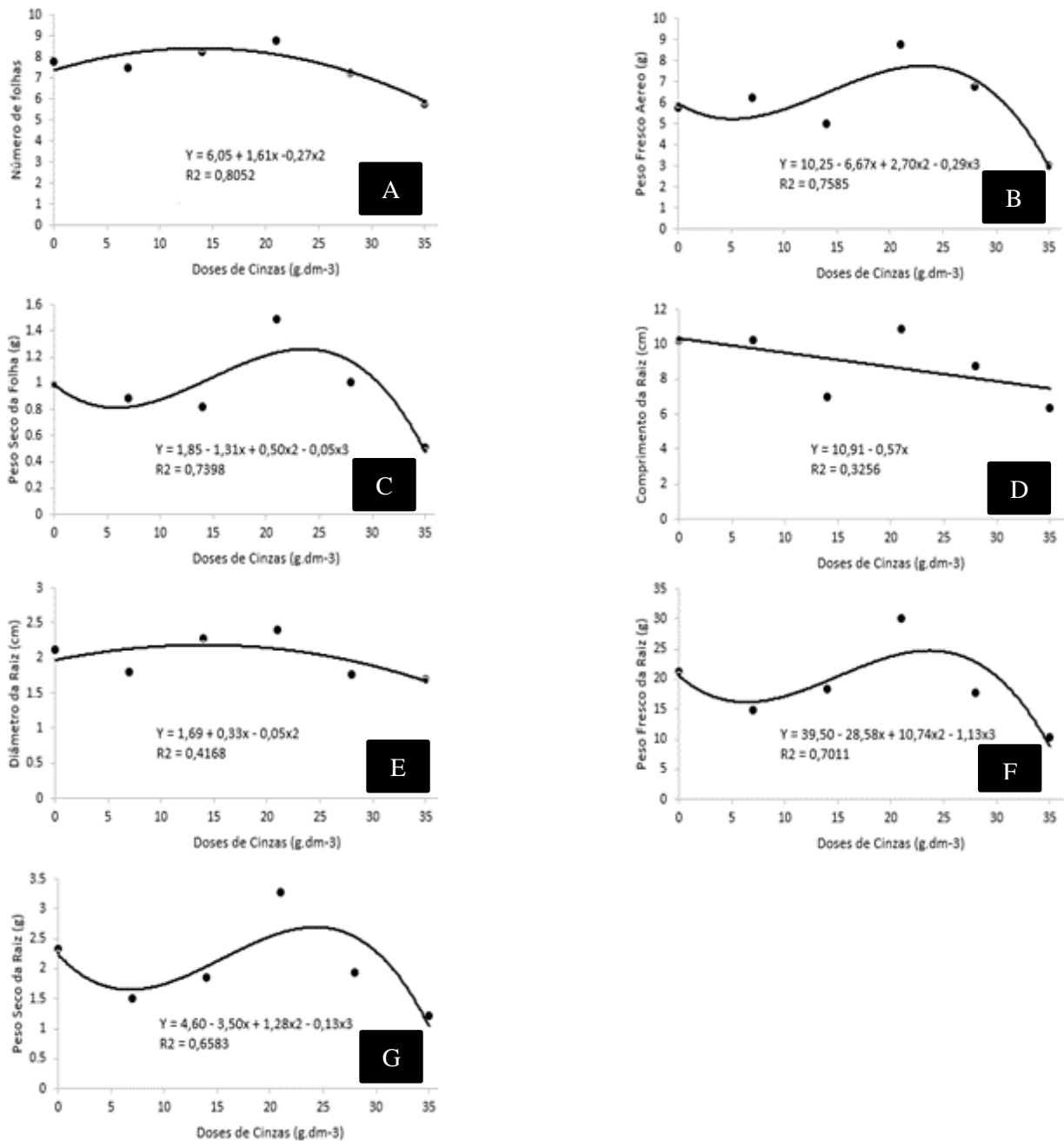


Fonte: Victor Hugo Garcia (2021)

T1=Tratamento 1; T2= Tratamento 2; T3= Tratamento 3; T4=Tratamento 4; T5=Tratamento 5; T6= Tratamento 6

Fica evidente na Figura 1 a diferença entre os tratamentos, de modo que os tratamentos 3 e 4 se destacaram em relação aos demais. Afim de determinar qual foi a melhor dose de cinza a ser fornecida para a cultura da cenoura, foi realizada a análise de regressão a 5% de probabilidade, sendo os resultados dispostos na Figura 2.

Figura 2. Análise de Regressão para as variáveis: A - Número de folhas; B - Peso fresco Aéreo; C - Peso seco da folha; D - Comprimento da Raiz; E- Diâmetro da Raiz; F- Peso fresco da raiz; G - Peso seco da raiz e da cenoura mediante diferentes doses de cinza fornecidas:



Fonte: Sisvar (2021)

Conforme pode ser observado na Tabela 4, apenas a variável peso fresco das folhas não apresentou diferença significativa na análise de variância mediante as diferentes doses de cinza analisadas, porém, mesmo assim houve um ajustamento do teste de regressão para essa variável, indicando influência das doses no comportamento do peso fresco das folhas.

A cinza atualmente é considerada um resíduo ou subproduto das indústrias florestais podendo ser uma alternativa como fonte de adubação orgânica (SANTOS 2012). De acordo com Sbruzzi (2017), a utilização da cinza vegetal promoveu alteração nas características químicas do solo. Em seu trabalho, realizado com milho, o autor observou que houve uma melhoria na qualidade das plantas, tais como na altura da planta, área foliar, massa seca. No entanto, em altas doses houve uma queda em todas as características.

Ao analisar o número de folhas da Figura 2.A, a dosagem de 14 g.dm^{-3} de cinzas de Eucalipto (tratamento 3) foi o que obteve o melhor resultado entre os tratamentos, onde após essa dosagem, aumentando a doses de cinzas, o número de folhas começou a decair, seguindo a lei do máximo onde maiores dosagens de fertilizantes se tornam um limitante para o desenvolvimento da cultura. O excesso de determinado nutriente também pode levar à não absorção dos demais, causando sintomas de deficiência.

De acordo com Malavolta et al., (2002), à medida que a necessidade por determinado nutriente no vegetal seja atendida e este elemento continue sendo fornecido para a planta, este acréscimo, além do limite, prejudicará o desenvolvimento da planta devido à fitotoxicidade dos elementos envolvidos.

Assim, é o excesso que limita ou prejudica a produção, considerando esse aspecto, especialmente em relação à produção, desta forma, André Voisin (1973) elucidou a lei do máximo, nos seguintes termos: “O excesso de um nutriente no solo reduz a eficácia de outros e, por conseguinte, pode diminuir o rendimento das colheitas”.

Um fator que pode estar relacionado a esse decréscimo das folhas, é devido as altas quantidade de ferro, onde o ferro é um nutriente imóvel. Ele desempenha um papel vital na fotossíntese e na respiração das plantas. O Fe embora micronutriente essencial para o crescimento e desenvolvimento das plantas, pode, em determinadas condições, ser absorvido e acumulado em concentrações consideradas tóxicas ao metabolismo vegetal, ocorrendo a diminuição do número de folhas (AUDEBERT e FOFANA, 2009; SAHRAWAT, 2004).

Em relação ao peso fresco e seco da folha da Figura 2.A e 2.B, no teste de regressão houve uma regressão cúbica entre a variável peso fresco da folha e dose de adubo fornecida. Onde em dose 0 g.dm^{-3} o peso fresco da folha estava em 6 g, assim ao acréscimo das doses de cinzas, esse valor foi aumentando, até chegar na dose de 21 g.dm^{-3} (Tratamento 4), onde foi o melhor tratamento com a massa seca em 7 g. Após isso, ao aumento das dosagens de cinzas, o peso diminui.

O teste para o peso seco da folha desempenhou as circunstâncias do gráfico, onde em dose de 0 g.dm^{-3} de cinzas, a planta obteve um peso de 1 g, logo com o aumento das dosagens de cinzas, chegou ao seu máximo no tratamento 4, com uma dosagem de 21 g.dm^{-3} , apresentando um peso seco de folhas de 1,2 g. Superior a essa dosagem de cinzas, o peso da folha começou a cair.

A partir da dosagem de cinzas em 28 g.dm^{-3} (tratamento 5) o peso da folha, tanto seco como fresco começou a decair gradativamente, isso explica que a cinza vegetal a partir desse ponto só prejudicou a planta, com isso havendo perdas de produtividade.

O fornecimento das cinzas no desenvolvimento da cenoura proporcionou aumentos significativos do desenvolvimento da parte aérea. A parte aérea tem papel essencial na planta na produção de folhas que serão responsáveis pela produção fotossintética e posterior acúmulo de nutriente na raiz, logo quanto maior for a área fotossintética da planta, melhor será o acúmulo de nutrientes na raiz tuberosa e o desenvolvimento da planta como um todo (HAVEN et al., 2014).

O melhor desenvolvimento da parte aérea das plantas de cenoura mediante a adubação com cinzas se deu principalmente devido ao teor de nutrientes presentes neste composto orgânico, destacando o teor de potássio de $10,21 \text{ g kg}^{-1}$ de cinza aplicada. Sedyama et al. (1998) também relataram que o potássio foi o nutriente encontrado em maior quantidade na parte aérea da cenoura. O fósforo, por sua vez, apresenta-se como produtor de energia química na forma de ATP e o cálcio auxilia no fortalecimento da parede celular (TAIZ et al., 2016). Além disso, micronutrientes presentes como manganês, ferro e zinco são essenciais para que a planta se desenvolva de maneira adequada (TAIZ et al., 2016).

Em estudos semelhantes, utilizando doses crescentes de cinza, houve incremento de massa de parte aérea em várias culturas como: algodão (BONFIM-SILVA et al., 2015); pinheiro (MANDRE et al., 2006); pinus (SOLLA-GULLÓN et al., 2006) e azevém e aveia (PARK et al., 2012).

Bonfim-Silva et al. (2013) ao utilizarem a cinza vegetal na mucuna preta em latossolo do cerrado observaram não haver diferença significativa nas doses de cinza vegetal na produção de massa seca da parte aérea da espécie estudada.

Conforme observado na Figura 2.D, a relação entre a dose de cinzas fornecidas para a planta e o comprimento das raízes é de uma regressão linear negativa, onde quanto for maior a dosagem do adubo orgânico fornecido, menor será o comprimento, seguindo a Lei dos Incrementos Decrescentes ou Lei de Mitscherlich, onde o excesso de nutrientes pode prejudicar o desenvolvimento da planta (MALAVOLTA, 1976).

Isso deve-se explicar pelo excesso de nutriente fornecido pelo adubo afetando o comprimento das raízes ou, até mesmo, o tamanho do vaso tenha restringido o crescimento quando fornecida a dose.

O potássio é o nutriente com maior teor tanto nas folhas como nas raízes da cenoura (SEDIYAMA et al., 1998), atuando no transporte de carboidratos da fonte (folhas) para os drenos (TAIZ & ZEIGER, 2004), que, no caso da cenoura, são as raízes tuberosas. Neste caso, a dose de potássio recomendada é de 20-50 g/kg⁻¹.

Alguns fertilizantes, quando aplicados em grande quantidade ou muito concentrados na base da planta, aumentam a salinidade do ambiente radicular e levam a planta a condições de estresse. Podem ocorrer dois tipos de danos por elevada salinidade: o estresse osmótico, onde a planta sente como se estivesse necessitando de água, e o estresse iônico, onde os elementos em excesso causam toxidez. A planta tem dificuldade de absorver água pelas raízes e acaba adaptando rapidamente seu metabolismo para uma condição de estresse hídrico, reduzindo o comprimento radicular (FERREIRA et al., 2001; CAVALCANTE et al., 2010).

Quando utilizado doses elevadas de cinza pode prejudicar as raízes das plantas, prejudicando o seu desenvolvimento, também pode ocorrer a salinização dos solos, o desbalanço de nutrientes, o acúmulo de contaminantes e a lixiviação ou escoamento superficial de nutrientes e contaminantes, comprometendo a produção das culturas e qualidade do solo e água (NASCIMENTO, 2013).

No item da Figura 2.E, tem-se que a dose ideal para o diâmetro das raízes é em torno de 15 g.dm⁻³, sendo que, doses superiores a esta, proporcionaram uma redução no desenvolvimento da raiz. Tal fato pode ter ocorrido em razão da concentração elevada do ferro nas cinzas que tenha colaborado para uma reação de fito toxidez.

Damasceno et al, (2011) observaram aumentos no diâmetro das raízes de plantas de beterraba devido ao aumento da matéria fresca da parte aérea, provavelmente pela maior capacidade de realização de fotossíntese das plantas. Porém neste trabalho ocorreu o contrário de modo que o fornecimento das cinzas resultou em uma redução no diâmetro das raízes.

A quantidade de ferro recomendado para cenoura é em torno de 20-400 mg/kg⁻¹ (Embrapa Hortaliças, 2002). Onde o teor de ferro presente nas cinzas é de 784,37 mg/kg⁻¹. Com isso esse excesso de ferro, ocasionou perdas na produtividade em todas as características estudadas.

Plantas submetidas a concentrações elevadas de Fe absorvem e acumulam grandes quantidades deste elemento em seus tecidos, exibindo sintomas típicos de toxicidade, como amarelecimento e, ou bronzeamento das folhas e escurecimento das raízes (CHATTERJEE; GOPAL; DUBE, 2006; SIQUEIRA-SILVA et al., 2012).

Em outras espécies vegetais, como *Eucalyptus camaldulensis* (NGUYEN et al., 2005), *Solanum tuberosum* (CHATTERJEE et al., 2006), *Oryza sativa* (FAGERIA et al., 2008) e *Tageres erecta* (ALBANO et al., 1996) a toxicidade do Fe resultou em decréscimos na produção de massa seca de folhas, caule e raízes, onde parte desse dano foi atribuída a uma interferência do Fe no metabolismo de carboidratos, resultando em menor biossíntese de Nproteico (CHATTERJEE et al., 2006).

O conhecimento a priori da composição química da cinza e a dose adequada para cada cultura, é importante para evitar toxidez nutricional ou carência pelo excesso de alguns nutrientes como Ca e Mg que competem significativamente com outros cátions pelos sítios ativos de absorção (LOPES et al., 2007).

Conforme pode ser observado de maneira geral, para a maioria das características analisadas houve uma diferença significativa entre as doses de cinza testadas para a planta de cenoura, de modo que teve uma dose ótima e posteriormente mediante o aumento da dose de cinza ocorreu uma redução na característica da planta por conta da fitotoxidez do excesso de cinza sobre as plantas.

4. CONCLUSÃO

A aplicação da cinza como fonte de adubação orgânica pode vir a ser uma alternativa para produção de cenoura de maneira mais sustentável e para reduzir os custos com adubo químico. A dosagem mais adequada para o crescimento da cenoura neste solo arenoso foi de 21,0 g.dm⁻³ de cinzas de eucalipto.

Porém, é importante destacar que o produtor deve se atentar a composição química da cinza utilizada como adubo, além da necessidade nutricional da cultura.

REFERÊNCIAS

- ALBANO, J. P.; HALBROOKS, M. C.; MILLER, W. B. Iron toxicity stress causes bronze speckle, a specific physiological disorder of marigold (*Tagetes erecta* L.). **Journal of the American Society of Horticultural Science**, v. 121, p. 430-437, 1996.
- ALVES.M.V.; SKORONSKI, E. Aplicação de cinzas de combustão de biomassa vegetal.
- AUDEBERT, A.; FOFANA, M. Rice yield gap due to iron toxicity in West Africa. **Journal of Agronomy and Crop Science**, v. 195, p. 66-76, 2009.
- BARRETO, A.C.; NOVAIS, R.F. & BRAGA, J.M. 1974. Determinação estatística do número de amostras simples de solo por área para avaliação de sua fertilidade. **Revista Ceres**, 21:142-147.
- BLIND A. D.; SILVA FILHO D. F. Desempenho de cultivares de alface americana cultivadas com e sem mulching em período chuvoso da Amazônia. **Revista Agro@mbiente**, v.9, n. 2, p. 143-151, 2015.
- BONFIM-SILVA, E. M.; SILVA, T.J.A.; GUIMARÃES, S.L.; POLIZEL A.C. Desenvolvimento e produção de *Crotalaria juncea* adubada com cinza vegetal. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, vol.7, N.13, p.371- 379, 2011a.
- BOUGNOM BP, KNAPP BA, ETOA FX, INSAM H. Possível uso de cinzas de madeira e composto para melhorar solos tropicais ácidos. In: Insam H, Knapp BA (eds) Reciclagem de cinzas de biomassa, 2011.

- CAVALCANTE, L. F.; SANTOS, R. V.; FERREYRA, F. F. H.; GHEYI, H. R.; DIAS, T.J. 2010. Recuperação de solos afetados por sais. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F. (eds.). Manejo da Salinidade na Agricultura: Estudos Básicos e Aplicados. Fortaleza, INCTSal, p.423-448.
- CAVALCANTE, L. F. et al. Fontes e níveis da salinidade da água na formação de mudas de mamoeiro cv. Sunrise solo. **Semina: Ciências Agrárias**, v.31, p.1281- 1290, 2010.
- CHATTERJEE C.; GOPAL, R.; DUBE, B. K. Impact of iron stress on biomass, yield, metabolism and quality of potato (*Solanum tuberosum L.*). **Scientia Horticulturae**, v. 108, p.1-6, 2006.
- DAMASCENO L.A; GUIMARÃES M.A; GUIMARÃES A.R. Produtividade de beterraba em função de doses de nitrogênio. **Horticultura Brasileira**, 2011.
- DAROLT, M.R.; OSAKI, F. Efeito da cinza de caieira de cal sobre a produção da aveia preta, no comportamento de alguns nutrientes. 1989, p. 33.
- EMBRAPA. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. **Embrapa Informação Tecnológica**, Brasília, 3 eds. p.353, 2013.
- EMBRAPA. Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes. **Embrapa Informação Tecnológica**, Brasília, 2. ed., p.627, 2009.
- FAGERIA, N. K. et al. Iron toxicity in lowland rice. **Journal of Plant Nutrition**, v. 31, p. 1676-1697, 2008.
- 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: um programa para análises e ensino de estatística. **Revista Symposium**, Lavras, v.6, n. 2, p.36-41, 2008.
- FILGUEIRA, F.A.R. **Manual de olericultura**. São Paulo, Ceres, 1982.
- GALLAGHER M. 2005. Vitaminas. In: MAHAN LK; ESCOTT-STUMP S. (eds) Krause, alimentos, nutrição & dietoterapia. 11 ed. São Paulo: Roca, p. 72-114
- 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, 1., 2009, Vitória. Anais... Vitória: Incaper, 2009. 1 CD-ROM.
- HAVEN, P. H.; EVERT, R. F.; EICHHORN, S. E. *Biologia Vegetal*. 8ª edição, 2014.
- LOPES, A. S. Manual Internacional de Fertilidade do Solo. Associação brasileira para pesquisa da potassa e do fósforo. Piracicaba, 1995. 177 p.
- LUZ JMQ; SILVA JÚNIOR JA; TEIXEIRA MSSC; SILVA MAD; SEVERINO GM; MELO B. Desempenho de cultivares de cenoura no verão e outono-inverno em Uberlândia-MG. **Horticultura Brasileira**, 2009.
- 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.
- 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.
- NEGRINI ACA & MELO PCT. Efeito de diferentes compostos e dosagens na produção de cenoura (*Daucus carota* L.) em cultivo orgânico. **Revista Brasileira de Agroecologia**, 2:1036-1039, 2007.
- NGUYEN, N. T.; HIEP, N. D.; FUJITA, K. Iron enhances aluminum-induced leaf necrosis and plant growth inhibition in *Eucalyptus camaldulensis*. **Plant and Soil**, v. 277, p. 139-152, 2005.
- NOLASCO AM, GUERRINI IA, BENEDETTI V. Uso de resíduos urbanos e industriais como fontes de nutrientes e condicionadores de solos em plantios florestais, 1999.
- 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.
- PRIMAVESI A. 1992. Agricultura Sustentável. São Paulo: Nobel, 142p.
- RESENDE GM; CORDEIRO GG. 2007. Produtividade da cenoura em função da qualidade da água e condicionador de solo no Vale do São Francisco. **Revista Caatinga** 20: 100-104.
- RIGAU, A. Los Abonos — Su preparación y empleo. 2. ed, Barcelona, 1960. p. 80. SOLLA-GULLÓN, F. et al. Nutritional status and growth of a young *Pseudotsuga menziesii* plantation in a temperate region after application of wood-bark ash. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v.237, p.312–321, 2006
- RODRIGUES ET; CASALI VWD. Resposta da alface à adubação orgânica. I, seleção de cultivares, 2000.
- SAHRAWAT, K. L. Iron toxicity in wetland rice and the role of other nutrients. **Journal Plant Nutrition**, v. 27, p. 1471-1504, 2004.
- SANTANA, C.T.C.; SANTI, A.; DALLCORT, R.; SANTOS, M.L.; MENEZES, C.B. Desempenho de cultivares de cenoura em resposta nas diferentes doses de torta de filtro. **Revista Ciência Agronômica**, v.43, p.22-29, 2012.
- SANTOS, C. C. Cinza vegetal como corretivo e fertilizante para os capins Marandu e Xaraés. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – **Instituto de Ciências Agrárias e Tecnológicas**, Universidade Federal de Mato, 2012. 127f.
- SBRUZZI, E.K Cinza de biomassa florestal para aplicação nas culturas do feijão e milho. Santa Catarina, Lages, 2017.
- SEDIYAMA, M. A. N.; SANTOS, I. C. D.; LIMA, P. C. D. Cultivo de hortaliças no sistema orgânico. **Revista Ceres**, 61, 829-837. 2014.
- SIQUEIRA-SILVA, A. I. et al. Iron plaque formation and morphoanatomy of roots from species of resting subjected to excess iron. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v. 78, p. 265-275, 2012.

SILVA, F. R ; ALBUQUERQUE, J. A.; GATIBONI, L. C.; MARANGONI, J. M. Cinza de biomassa florestal: alterações nos atributos de solos ácidos do planalto catarinense e em plantas de eucalipto. **Scientia Agraria**, Curitiba, v.10, n.6, p.475-482, 2009.

SILVA, J. L. A.; ALVES, S. S. V.; NASCIMENTO, I. B.; SILVA, M. V. T.; MEDEIROS, J. F. 2011. Evolução da salinidade em solos representativos do Agropólo Mossoró-Assu cultivado com meloeiro com água de diferentes salinidades. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v.7, n.4, p.26-31.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I. M.; MURPHY, A. Fisiologia e Desenvolvimento Vegetal. 2016.

TRIGUEIRO, A. Mundo sustentável. Rio de Janeiro: Editora Globo, 2005, p 278 - 285

VIEIRA JV; PESSOA HSBC. cultivares. In: Cenoura. Sistemas de produção, 5. **Embrapa Hortaliças** 2008a.