

Desenvolvimento radicular da rúcula a doses crescentes de carvão vegetal e manipueira**Radicular development of the rucula to growing doses of charcoal and handling**

DOI: 10.34188/bjaerv3n3-029

Recebimento dos originais: 20/05/2020

Aceitação para publicação: 20/06/2020

Anna Yanka De Oliveira Santos

Engenheira Agrônoma pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte
 Instituição: Universidade Federal do Rio Grande do Norte
 Endereço: RN 160 – Km 03 – Distrito de Jundiá – Macaíba-RN. CEP: 59280-000
 E-mail: annayanka12@hotmail.com

Daniel Nunes da Silva Júnior

Mestre em Solos e Nutrição de Plantas pela Universidade Federal de Viçosa
 Instituição: Departamento de Solos – Universidade Federal de Viçosa
 Endereço: Av. Peter Henry Rolfs s/n – Campus Universitário – Viçosa-MG. CEP: 36570-900
 E-mail: daniel.n.junior@ufv.br

Martiliana Mayani Freire

Mestra em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal Rural de Pernambuco
 Instituição: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – ESALQ/USP
 Endereço: Av. Pádua Dias, 235 - Agronomia, Piracicaba – SP. CEP: 13418-900
 E-mail: martilianafreire11@gmail.com

João Virgínio Emerenciano Neto

Doutor em Zootecnia pela Universidade Federal de Minas Gerais
 Instituição: Universidade Federal do Vale do São Francisco
 Endereço: Rodovia BR 407, Lote 543-Projeto de Irrigação Nilo Coelho, S/N, Petrolina-PE CEP: 56000-000
 E-mail: joao_net@zootecnista.com.br

Eric George de Moraes

Engenheiro Agrônomo pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte
 Instituição: Universidade Federal Rural do Semi-Árido
 Endereço: Rua Francisco Mota Bairro, 572 - Pres. Costa e Silva, Mossoró – RN. CEP: 59625-900
 E-mail: ericmoraais@gmail.com

Gualter Guenther Costa da Silva

Doutor em Solos e Nutrição de Plantas pela Universidade Federal de Viçosa (UFV)
 Instituição: Universidade Federal do Rio Grande do Norte
 Endereço: RN 160 – Km 03 – Distrito de Jundiá – Macaíba-RN. CEP: 59280-000/ Caixa postal 07
 E-mail: gualtermve@gmail.com

RESUMO

A rúcula é uma importante hortaliça folhosa herbácea, de ciclo curto e de rápido crescimento vegetativo. Nos últimos anos, tem-se observado aumento tanto no consumo quanto no plantio desta hortaliça. O sistema radicular das plantas desempenha papel fundamental que vai além da fixação e sustentação das plantas no solo. Fundamental à absorção de água e nutrientes, está, portanto, diretamente relacionado ao crescimento da parte aérea das plantas. O aumento da conscientização ambiental da população tem elevado o apelo por práticas de produção agrícola sustentável e que produza alimentos com qualidade e segurança. O uso de resíduos orgânicos como fertilizantes, tem se estabelecido como uma alternativa para esse fato. Ainda, o uso de biochar (finos de carvão vegetal) tem importante papel como condicionante físico do solo, proporcionando melhor desenvolvimento radicular, e potencialmente contribui para eficiência no uso da água, haja vista sua capacidade de reter água no solo. Neste trabalho, objetivou-se avaliar o crescimento e desenvolvimento do sistema radicular da rúcula (*Eruca Sativa* Miller) em função da aplicação de doses crescentes de manipueira (água residuária do processamento da mandioca) e de biochar (finos de carvão). O experimento foi conduzido na Área de Experimentação Agroecológica da escola Agrícola de Jundiá/Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Utilizou-se o delineamento em blocos inteiramente casualizados (DBC), com quatro repetições. As doses de manipueira aplicadas foram: 0, 60, 90 e 120 m³ ha⁻¹. Como cobertura morta do solo, foi utilizado o mulching. As variáveis morfológicas analisadas foram massa de matéria fresca, comprimento radicular (cm), volume radicular (cm³), massa de matéria seca, e densidade radicular. Foi observado efeito linear crescente para as variáveis massa de matéria fresca, comprimento e volume radicular, massa de matéria seca da raiz, observando-se efeito aditivo do mulching sobre os tratamentos. A densidade radicular expressou comportamento positivo apenas para o cultivo sem o uso do mulching como cobertura morta. Para as condições deste experimento, recomenda-se a dose de 60 m³ ha⁻¹ de manipueira, uma vez que esta proporcionou melhores resultados técnicos para o crescimento e desenvolvimento radicular. Quando ao biochar, recomenda-se a dose técnica de 3.500 kg ha⁻¹, em função de esta ter proporcionado ganho para as variáveis analisadas.

Palavras-chave: Biofertilizante, hortaliça, raízes.

ABSTRACT

Arugula is an important herbaceous leafy vegetable, with a short cycle and fast vegetative growth. In recent years, there has been an increase in both consumption and planting of this vegetable. The root system of plants plays a fundamental role that goes beyond fixing and sustaining plants in the soil. Fundamental to the absorption of water and nutrients, it is, therefore, directly related to the growth of the aerial part of plants. Increased environmental awareness among the population has raised the call for sustainable agricultural production practices that produce food with quality and safety. The use of organic residues as fertilizers has been established as an alternative to this fact. Still, the use of *biochar* (fines of charcoal) has an important role as physical conditioning of the soil, providing better root development, and potentially contributes to efficiency in the use of water, given its ability to retain water in the soil. In this work, the objective was to evaluate the growth and development of the arugula root system (*Eruca Sativa* Miller) due to the application of increasing doses of manipueira (wastewater from cassava processing) and biochar (fine coal). The experiment was carried out in the Area of Agroecological Experimentation of the Agricultural College of Jundiá /Federal University of Rio Grande do Norte. A completely randomized block design (DBC) was used, with four replications. The manipueira doses applied were: 0, 60, 90 and 120 m³ ha⁻¹. Mulching was used as soil mulch. The morphometric variables analyzed were fresh matter mass, root length (cm), root volume (cm³), fresh matter mass, and root density. An increasing linear effect was observed for the variables fresh matter mass, length and root volume, dry matter mass of the root, observing the additive effect of mulching on treatments. Root density expressed positive behavior only for cultivation without the use of mulching as mulch. For the conditions of this experiment, the dose of 60 m³ ha⁻¹ of manipueira

is recommended, since this provided better technical results for root growth and development. When biocharing, a technical dose of 3,500 kg ha⁻¹ is recommended, as it has provided gains for the analyzed variables.

Keywords: Biofertilizer, vegetable, roots.

1 INTRODUÇÃO

A rúcula (*Eruca Sativa* Miller) é uma hortaliça folhosa herbácea, de ciclo curto e de rápido crescimento vegetativo. O consumo e a produção dessa hortaliça vêm apresentando um elevado crescimento nos últimos anos, sendo a região sudeste a responsável por 85% da produção dessa folhosa no país (SALA et al., 2015). Uma justificativa para essa elevação no consumo da rúcula está no fato de a referida hortaliça apresentar considerável valor nutricional.

O desenvolvimento radicular das plantas exerce influência direta sobre o crescimento e desenvolvimento da parte aérea. Assim, o estudo das características do sistema radicular é essencial para a produção de biomassa da parte aérea e aumento da produtividade, devido às funções que as raízes desempenham, notadamente a sustentação e fixação das plantas ao solo, absorção de água e de nutrientes.

O aumento da conscientização da população sobre as questões ambientais envolvidas na produção de alimentos tem direcionado os produtores para a busca de alternativas de produção sustentável e que produza alimentos de qualidade e com segurança. Neste sentido, o uso de resíduos orgânicos na agricultura, como o biochar e a manipueira, tem mostrado elevado potencial, uma vez que permite adequada gestão destes resíduos, utilizando-os como fertilizantes orgânicos, e reduz o uso de fertilizantes de fonte não renovável.

O biochar (finos de carvão vegetal), conhecido também como biocarvão, é oriundo da carbonização da biomassa, como a madeira, folhas, esterco, bagaço e palha de cana-de-açúcar, quando esta é aquecida em condições de oxigênio e temperatura controlados. (LEHMANN & JOSEPH, 2009). Esse resíduo tem sido utilizado em cultivos agrícolas por possibilitar o aumento da capacidade de troca catiônica, o que influencia diretamente sobre os processos biogeoquímicos do solo, como as reações de adsorção de nutrientes (MORALES, 2010).

No Brasil, apesar da grande potencialidade para produzir o biochar, o consumo interno pelo país ainda é muito pequeno. Onde é utilizado principalmente na fruticultura e olericultura irrigadas com o objetivo de potencializar o efeito de fertilizantes e reduzir a demanda de água requerida na irrigação (BENITES et al., 2010). Nesse sentido, o uso de biochar tem importante papel como condicionante físico do solo, proporcionando melhor desenvolvimento radicular, e potencialmente contribui para eficiência no uso da água, haja vista sua capacidade de reter água no solo.

A manipueira é um líquido de cor amarelado e aspecto leitoso, oriundo da prensagem de raízes da mandioca nas agroindústrias, para obtenção da fécula ou farinha de mandioca (CEREDA, 2001). Essa água residuária possui um potencial poluente decorrente da carga orgânica de aproximadamente 100 g L^{-1} de Demanda Química de Oxigênio – DQO (BARANA, 2008). Além disso, o grande volume gerado pelo processamento industrial e pelo elevado teor de ácido cianídrico proveniente da hidrólise de glicosídeo cianogênico presentes na mandioca, são os grandes responsáveis pelo auto potencial poluente desse resíduo (DANTAS, 2014).

Apesar do seu alto potencial poluente, Silva (2003) afirma que a composição química da manipueira possibilita o seu uso como fonte de adubação, devido a sua composição ser rica em nitrogênio, fósforo e, principalmente, em potássio. Enquanto que, a presença de cianetos se encarrega pelos efeitos nematicida e inseticida inerentes à manipueira.

Assim, a utilização dos resíduos orgânicos, como finos de carvão e manipueira em cultivos agrícolas é considerada como medida sustentável, em virtude do produtor poder utilizar esses resíduos tanto para melhorar as características químicas, físicas e biológicas do solo, quanto para reduzir custos de produção e diminuir a contaminação dos solos e da água (Freire, 2016).

Dentro desse contexto de estudo, a adoção de práticas que promovam proteção ao solo e eficiência no uso e aproveitamento de água na agricultura têm sido estudadas, como o uso de cobertura morta do solo tem se destacado como uma das principais. Entretanto, estudos que relacionem a influência da interação entre diferentes resíduos orgânicos e uso de cobertura morta ainda são escassos, sendo, portanto necessário a ocorrência de pesquisas que busquem respostas nessa área, possibilitando alternativas aos cultivos agrícolas de pequenos e médios produtores.

Posto isto, o presente trabalho foi desenvolvido como objetivo de avaliar o crescimento e desenvolvimento radicular da *Manihot esculenta*, em função da aplicação de doses crescentes de água residuária do processamento da mandioca (manipueira) e de biochar.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na área de Experimentação Agroecológica do Grupo de Estudo em Solos (GESOLO), vinculada à Escola Agrícola de Jundiá da Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN, Campus Macaíba- RN ($5^{\circ} 53' 35.12''$ latitude-Sul e $35^{\circ} 21' 47.03''$ longitude-Oeste).

Segundo a classificação de Koppen, o clima da região está compreendido entre os tipos As' e BSh', apresentando uma estação chuvosa (verão) e quente, e outra, caracterizada pelo inverno seco. A região apresenta temperatura média de $27,1^{\circ}\text{C}$, e, precipitação média pluviométrica variando entre

800 e 1200 mm por ano (IDEMA, 2013).

Como fonte de adubação orgânica utilizou-se o biochar e a manipueira. O biochar utilizado foi oriundo da carbonização da lenha de poda de cajueiro, sendo moído em triturador forrageiro, modelo CID 105 FLD, com peneira galvanizada de 3,0 mm.

A manipueira utilizada foi oriunda do distrito do Cobé, município de Vera Cruz/RN, na Casa de Farinha Santa Helena e analisada quimicamente no Laboratório da EMPARN (Tabela 1). O cálculo das doses de manipueira aplicadas no experimento foi realizado de acordo com a recomendação de Nitrogênio para a cultura da alface, proposta pelo 5ª Aproximação (ALVAREZ et al., 1999) e, com base nas análises de solo e do efluente estudado.

Tabela 1. Caracterização química da manipueira utilizada no experimento instalado na Área de experimentação agroecológica do GESOLO, EAJ/UFRN.

N	P	K	Ca	Mg	Na
gL ⁻¹					
2,80	0,50	3,53	0,24	0,39	0,49

O experimento foi instalado em delineamento em blocos casualizados, com quatro repetições. As parcelas foram constituídas de 16 plantas, sendo consideradas como parcela útil as quatro plantas centrais de cada parcela.

As doses crescentes de biochar utilizadas foram: 0; 3.500; 7.500 e 10.500 kg ha⁻¹; enquanto que as doses de manipueira foram: 0; 60; 90 e 120 m³ ha⁻¹.

As mudas foram produzidas em bandejas de isopor com células individualizadas utilizando composto orgânico como substrato, permanecendo em ambiente protegido durante 21 dias, contados a partir da semeadura.

A aplicação dos tratamentos foi realizada em momentos diferentes, antes do transplântio das mudas de rúcula, sendo primeiro aplicados os tratamentos com manipueira, dez dias antes do transplântio; e as doses de biochar, três dias antes. Essa diferença do momento de aplicação dos tratamentos ocorreu devido a necessidade de estabilização da manipueira, ou seja, volatilização de componentes potencialmente tóxicos às plantas, como ácido cianídrico.

Para coleta das amostras de raízes e de solo foi utilizado um trado tipo sonda, em PVC, de 500 mm. A coleta se deu até a profundidade de 0-0,20 m. Posteriormente, as raízes foram separadas do solo e armazenadas em sacos plásticos.

Em laboratório, as raízes foram lavadas em água corrente, secas com auxílio de papel toalha, e submetidas à análises morfométricas: massa de matéria fresca (g), obtido por meio da pesagem da raiz após coletada, lavada e seca com papel toalha; comprimento radicular (cm), medido com auxílio

de régua; volume radicular (cm^3), obtido por meio da metodologia da proveta graduada; massa de matéria seca (g), por meio da secagem das raízes em estufa de circulação e renovação de ar, a 65°C por 24 h ou até atingir peso constante; e densidade radicular, obtida a partir da relação da massa de matéria fresca e o volume radicular.

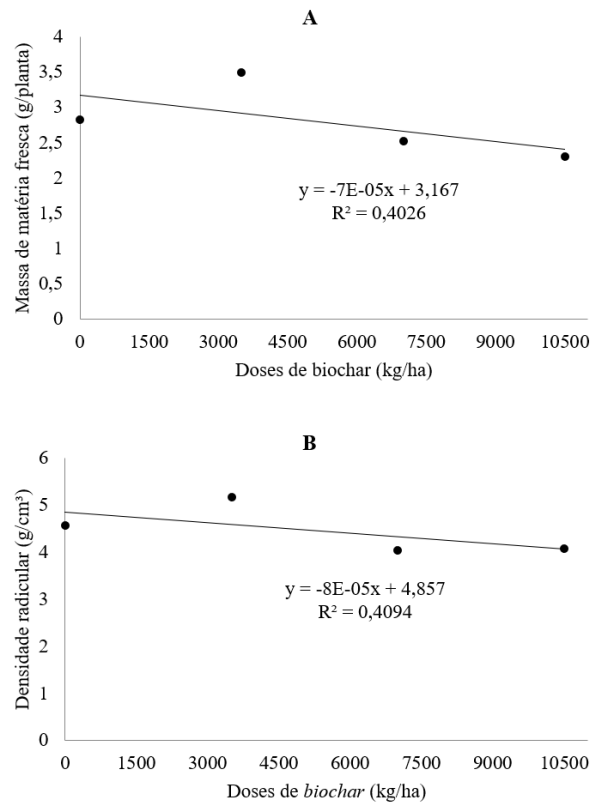
Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F a nível de 0,05 de probabilidade, utilizando o programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2011). Constatada a significância dos dados, as variáveis foram ajustadas às equações de regressão.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As doses de biochar aplicadas influenciaram às variáveis massa de matéria fresca e densidade radicular. Para o comprimento radicular e massa de matéria seca não se observou efeito significativo em função da aplicação do biochar.

A massa de matéria fresca respondeu de forma linear decrescente em função das doses de biochar. Para esta variável, a dose de 3.500 kg ha^{-1} foi a que proporcionou maior média, tendo sido observado decréscimo à medida que se aumentou as doses do biochar (Figura 1A). A variável volume radicular teve comportamento semelhante, sendo a dose 3.500 kg ha^{-1} a que apresentou melhor média, havendo decréscimo em função do aumento das doses (Figura 1B). Esses resultados podem estar relacionados ao fato do biochar contribuir para uma maior absorção de nutrientes disponíveis no substrato (BOHARA et al., 2019). Resultados semelhantes foram encontrados por Silva et al. (2019) ao utilizarem o biochar como condicionador de substratos para a produção de mudas de alface.

Figura 1. Massa de matéria fresca (A) e densidade (B) de raízes de rúcula (*Eruca Sativa* Miller) em função de doses de biochar.



Os resultados obtidos no presente estudo, quando se avaliou o biochar de forma isolada, deve-se, possivelmente, a capacidade que esse resíduo tem de provocar o aumento do pH, da CTC e da retenção de água, o que influencia positivamente na absorção de nutrientes disponíveis às plantas e, conseqüentemente, ao acúmulo de biomassa (SCOTTI et al., 2015).

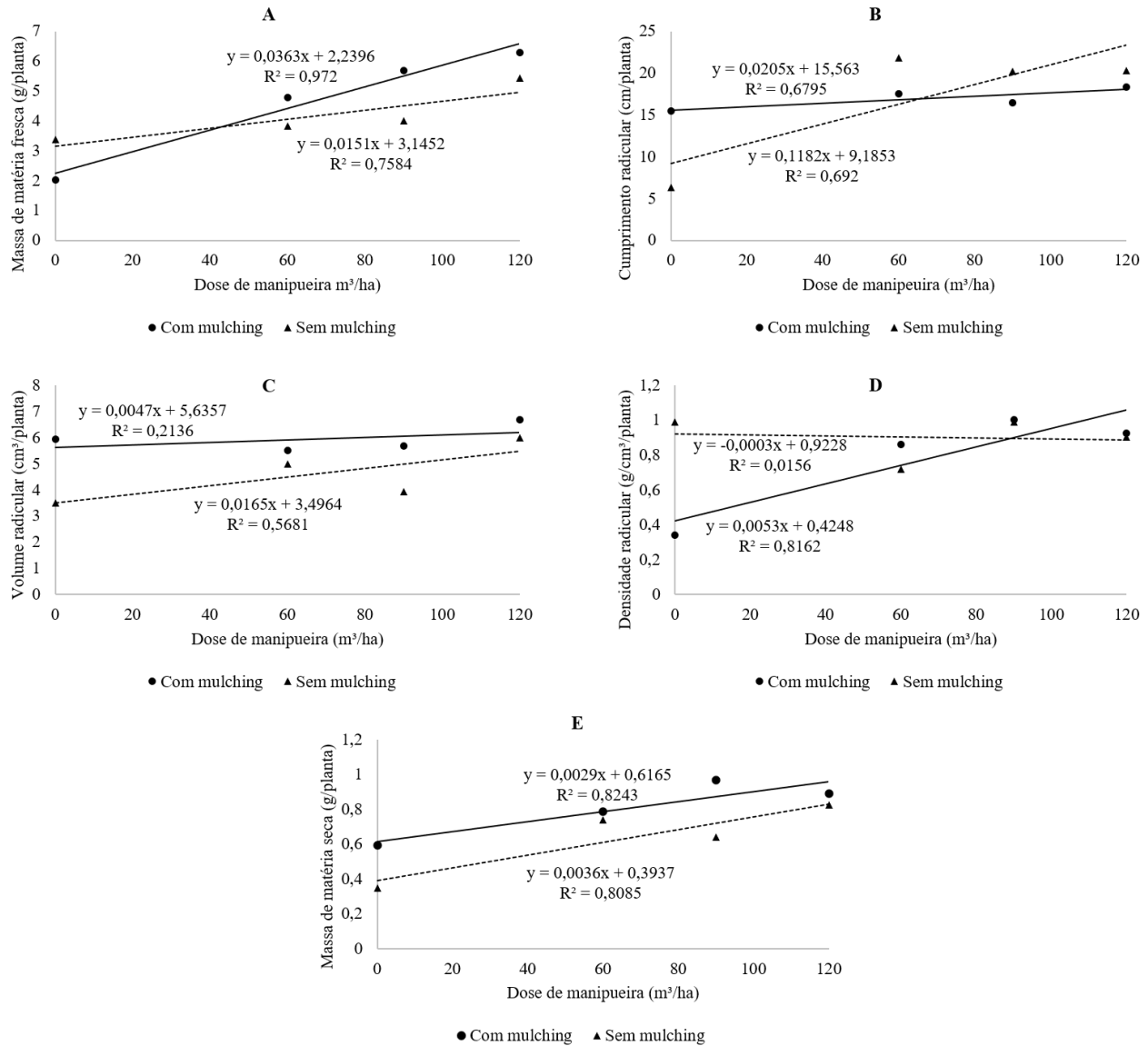
A Figura 2 apresenta as equações de regressão e os valores do coeficiente de determinação (R^2) para as respostas da rúcula a aplicação de doses de manijueira. Foi observado efeito linear crescente para a massa de matéria fresca (Figura2A), comprimento radicular (Figura2B) e volume radicular (Figura2C), massa de matéria seca da raiz (Figura2E), observando-se efeito aditivo do mulching sobre os tratamentos. A densidade radicular expressou comportamento positivo apenas para o cultivo sem o uso do mulching como cobertura morta do solo (Figura2D).

A massa de matéria fresca apresentou maior média para a dose $120 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ (Figura 3), nos tratamentos com e sem a cobertura morta, tendo sido observada média de 6,29 g e 5,43 g, respectivamente.

O comprimento radicular apresentou efeito linear crescente para os tratamentos doses crescentes de manijueira sem o uso da cobertura morta. Contudo, a maior média foi observada com a dose de $60 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ de água residuária. Foi observado efeito crescente também para os tratamentos

tratamento com uso da cobertura morta do solo, porém menos expressivo. Para esta condição, a maior média foi observada na dose de 120 m³ ha⁻¹.

Figura 2. Massa de matéria fresca (A), comprimento (B), volume (C), densidade (D) e massa de matéria seca (E) de raízes de rúcula (*Eruca Sativa* Miller) em função de doses de manureira em solo com e sem cobertura morta.



Para explicar o comportamento observado para o comprimento radicular, devem-se considerar dois fatores importantes: (i) utilizou-se sistema de irrigação localizada, por gotejamento, o que tende a otimizar o sistema, uma vez que a água de irrigação é colocada próximo a raiz; (ii) dada as características climáticas do local do estudo, o objetivo do uso do mulching como cobertura morta do solo se dá, sobretudo, para racionalizar o uso da irrigação, tornando o sistema mais eficiente no uso da água, reduzindo perdas por evaporação, principalmente.

Dessa forma, o uso do mulching proporcionou que o solo em volta da raiz permanecesse com umidade elevada por um período maior. Assim, não foi necessário para a planta direcionar energia para o crescimento radicular, uma vez que a raiz tinha acesso a água em camadas mais superficiais. Já no tratamento sem uso de cobertura morta, o maior comprimento radicular pode ser justificado pela necessidade da planta em alongar a raiz em busca de água em camadas mais profundas do solo (abaixo de 0,20 m de profundidade). Em estudos conduzidos com cobertura morta em hortaliças (FRANCO, 2018; MENDONÇA et al., 2019) foram observados que a cobertura do solo não influenciou nos atributos quantitativos de produção, como massa de frutos e crescimento radicular, entretanto proporcionou o uso racional da água, reduzindo as perdas dessa por evaporação.

Esse resultado foi confirmado por meio da análise do volume radicular. Foi observado que, para todas as doses de manipueira aplicadas no cultivo com mulching, as raízes apresentaram maiores médias de volume radicular.

Os resultados encontrados para a massa fresca e para volume radicular influenciaram diretamente sobre a densidade radicular, que foi obtida a partir da relação entre essas duas variáveis. Constatou-se efeito linear decrescente para a densidade das raízes. Por outro lado, as raízes cultivadas no solo com cobertura apresentaram efeito positivo (linear crescente) em função do aumento das doses de manipueira. Semelhante ao que ocorreu nesse estudo, Ferreira et al. (2020) observaram que o sistema radicular da cultura do feijão aumentou à medida que se elevou as doses de manipueira.

A massa de matéria seca apresentou comportamento semelhante ao obtido para a massa de matéria fresca, expressando efeito positivo da cobertura em função do aumento da dose de manipueira aplicada.

4 CONCLUSÕES

Os resultados obtidos a partir da aplicação de biochar ao solo, considerando as condições deste experimento, foi vantajosa na dose de 3.500 kg ha⁻¹, sendo esta a dose técnica recomendada.

Quanto à aplicação de manipueira, foi observado efeito linear crescente para todas as variáveis, ou seja, a produção de biomassa do sistema radicular aumentou à medida que aumentaram as doses de manipueira.

O efeito linear crescente observado para as variáveis de crescimento e desenvolvimento radicular, em função da aplicação de doses crescentes de manipueira também foram observados para os tratamentos com uso do mulching como cobertura morta do solo, tendo sido observado efeito aditivo para esta situação.

REFERÊNCIAS

- ALVAREZ, V. H. et al. Interpretação dos resultados de análise de solos In: RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ, V. H. (Ed.). *Recomendações para uso de corretivos e fertilizantes a em Minas Gerais. 5 aproximação*. Viçosa: SFSEMG, 1999. 359 p.
- BARANA, A C. Despoluição da manipueira e uso em fertilização do solo. I Simpósio Nacional sobre a Manipueira. Vitória da Conquista-Bahia, 2008. (Palestra durante o I Simpósio Nacional sobre a Manipueira).
- BENITES, V. de M.; TEIXEIRA, W. G.; REZENDA, M. E.; PIMENTA, A. S. Utilização de carvão e subprodutos da carbonização vegetal na agricultura: aprendendo com as terras pretas de índio. In: TEIXEIRA, W. G.; KERN, D. C.; MADARI, B. E.; LIMA, H. N.; WOODS, I. W. (Ed.). *As terras pretas de índio da Amazônia: sua caracterização e uso deste conhecimento na criação de novas áreas*. Manaus: EDUA/Embrapa Amazônia Ocidental, p. 286-297, 2010.
- BOHARA, H.; DODLA, S.; WANG, J.J.; DARAPUNENI, M.; ACHARYA, B.S.; MAGDI, S.; PAVULURI, K. Influence of poultry litter and *biochar* on soil water dynamics and nutrient leaching from a very fine sandy loam soil. **Soil&Tillage Research**, v.189, n.1 p. 44-51, 2019.
- CEREDA, M. P. Manejo, uso e tratamento de subprodutos da industrialização da mandioca. Série culturas de tuberosas amiláceaslatinoamericanas. São Paulo: Fundação Cargill, 2001. 340p.
- DANTAS, M. S. M. Uso de manipueira como fertilizante no cultivo do girassol na zona da mata de Pernambuco. – Recife, 2014. 85 f.: il. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola).
- FERREIRA, D. F. Sisvar: A computerstatisticalanalysis system. **Ciência & Agrotecnologia**, v.35, p.1039-1042, 2011.
- FERREIRA, E. F.; DE OLIVEIRA, L. S.; MOURÃO, F. V. The effectsoftheapplicationof manipueira as biofertilizeronthevegetative developmentof *Vignaunguiculata* (L.) Walp. **Research, Societyand Development**, v. 9, n. 7, p. 1-18, 2020.
- FRANCO, J. E. A. Produção e qualidade de frutos de melancia em solo sob aplicação de lithothamnium e cobertura morta. Teresina, 2014. 54 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia)
- FREIRE, M. M. Resposta de plantas de rúcula (*Eruca sativa* Miller) a doses crescentes de carvão vegetal e manipueira. 2016. Monografia (Graduação em Agronomia) – Escola Agrícola de Jundiáí, Unidade Acadêmica Especializada em Ciências Agrárias da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Macaíba, 2016.
- INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E MEIO AMBIENTE DO RIO GRANDE DO NORTE – IDEMA. Perfil do seu município, Macaíba-RN, 2013. Disponível em <http://adcon.rn.gov.br/ACERVO/idema/DOC/DOC000000000016679.PDF>
- LEHMANN, J.; JOSEPH, S. *Biochar* for Environmental Management, p. 1-5, 2009.
- MENDONÇA, T. G.; BERÇA, A. S.; SOUZA, C. F. Uso da água em tomateiro cultivado com cobertura morta em casa de vegetação. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v. 13, n. 1, p. 3236, 2019.

MORALES, M. M. Efeito do biocarvão sobre o comportamento da matéria orgânica e do fósforo em solo degradado. Botucatu/SP, 2010. Xi, 75 f. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas.

SALA, F. C.; ROSSI, F.; FABRI, E. G.; RONDINO, E.; MINAMI, K.; COSTA, C. P. Caracterização Varietal de Rúcula. **Research Gate**, janeiro, 2015.

SCOTTI, R.; BONANOMI, G.; SCELZA, R.; ZOINA, A.; RAO, M.A. Organic amendments as sustainable tool to recovery fertility in intensive agricultural systems. **Journal of Soil Science and Plant Nutrition**, v. 15, n.2, p.333-352, 2015.

SILVA, F. F. Impacto da aplicação de efluente de fecularia de mandioca em solo e na cultura do sorgo (*Sorghumbicolor*). Maringá: UEM, 2003. 69p. Dissertação Mestrado.

SILVA, L. F. V.; DE MELO, E. I.; GONÇALVES, P. A. S. *Biochar* de serragem de eucalipto como condicionador de substratos para produção de mudas de alface. **AGRI-ENVIRONMENTAL SCIENCES**, v. 5, p. 1-6, 2019.