PLANTIO DE PIMENTA DEDO DE MOÇA COM SUBSTRATO DE CASCA DE EUCALIPTO CARBONIZADO E LODO DE ESGOTO

Rebecca Gonçalves Ogioni Grip [1], Olívia Carvalho Faria [1], Nathalia da Silva Amorim [1], Ralph Lohmann [1], Sávio da Silva Berilli [1]

1 Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo (Ifes), Rodovia ES-482 (Cachoeiro-Alegre, Km 72 - Rive, Alegre – ES- 29500-000. Brasil, rebeccaogioni@gmail.com, nathaliasdeamorim@outlook.com, oliviacarvalhofaria@gmail.com, ralphlohmann2@gmail.com, savio.berilli@ifes.edu.br

Resumo

O Brasil é reconhecido como o centro de diversidade genética do gênero *Capsicum*, destacando as regiões Sudeste e Centro-Oeste**.** Um dos aspectos críticos na produção de mudas de pimentas é o preparo dos substratos, essenciais na qualidade final das plantas. O estudo objetivou avaliar as melhores proporções de substrato compostos por biocarvão de casca de eucalipto e lodo de esgoto para produzir um material de qualidade aos produtores. O biocarvão é proveniente do tratamento térmico de materiais orgânicos preparado sob baixa concentração de oxigênio em temperaturas que variam entre 400 e 600°C, pelo processo de pirólise agregado ao substrato proporciona na estrutura do solo como a porosidade, capacidade de retenção de água. Além das amostras trituradas para as análises de carbono, nitrogênio e umidade, foram analisadas características radiculares. Os tratamentos T2, T3 e T4 obtiveram as médias estatisticamente elevadas para a maioria das características analisadas, superando os resultados obtidos com o tratamento 5. Essas condições favoreceram um desenvolvimento superior às mudas de *Capsicum baccatum*, refletindo uma estruturação mais adequada para seu crescimento.

Palavras-chave: Pirólise. *Capsicum baccatum*. Porosidade. Mudas. Fisiologia.

Área do Conhecimento: Ciências Agrárias - Agronomia

Introdução

A produção de mudas é uma das principais etapas para a obtenção de plantas de pimenta que expressem o seu máximo potencial produtivo (WECKNER et al., 2016). O Brasil é o núcleo de diversidade genética do gênero *Capsicum,* apresentando assim uma ampla variedade de pimentas. Sendo esta hortaliça cultivada em todas as regiões do país, principalmente nas regiões sudeste e centro-oeste. O mercado apresenta uma considerável diversidade, abrangendo desde a comercialização de pimentas para consumo *in natura* e conservas artesanais até a exportação de produtos processados e industrializados, como molhos, conservas e pimentas desidratadas (Nascimento Costa, 2018).

Optar pela produção de substratos viabiliza o uso de diferentes tipos de resíduos, como o lodo de esgoto provenientes das Estações de Tratamento de Esgoto Sanitário (ETE's). O lodo de esgoto permite aumentar a capacidade de retenção de água e nutrientes para a formação das mudas, sendo assim, um meio alternativo para sua destinação, evitando o descarte inadequado no meio ambiente (CORDELL; FILER JUNIOR, 1984; KRATZ, 2011; TRAZZI, 2011; TRAZZI et al., 2010).

Outro resíduo explorado na produção de substratos é o biocarvão, proveniente do tratamento térmico de materiais orgânicos, como a casca de eucalipto. Esse material submetido a baixa concentração de oxigênio e temperaturas que variam de 350 °C a 1000°C, pelo processo de pirólise (EBC, 2012) possibilita agregar ao substrato estrutura, porosidade e maior capacidade de retenção de água (AL-WABEL et al., 2013).

O objetivo deste trabalho foi avaliar o melhor desempenho das mudas de pimenta através das proporções de substrato composto por biocarvão de casca de eucalipto e lodo de esgoto.

Metodologia

O experimento foi implantado em casa de vegetação, no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo - Campus de Alegre, localizado na região do Caparaó, município de Alegre, com coordenadas geográficas de 20°45'44'' de latitude Sul, 41°27'42,83'' de longitude Oeste, e altitude média de 134 m.

Para a produção do substrato foi utilizado lodo de esgoto obtido em Jerônimo Monteiro (ETA) e biocarvão produzido através da pirólise de casca de eucalipto da espécie *Urograndis* e *Urofila*, na localidade de São Francisco - ES. O preparo foi realizado no Laboratório de Gênese e Mineralogia de Solos-UFES, Campus Alegre - ES. O arranjo experimental utilizado foi o delineamento em blocos casualizados (DBC) com cinco tratamentos, 6 repetições e 9 mudas por parcela. Para a obtenção das mudas, foram utilizadas sementes da cultivar BRS Mari', pertencente a Topseed Garden, sendo preparadas em 2 bandejas com 162 células cada com volume de 50 cm3. Cada bandeja comportou três blocos. Foram obtidos cinco tratamentos a partir de proporções entre lodo de esgoto e biocarvão, sendo: T1-100% lodo, T2- 50% lodo 50% biocarvão, T3- 30% lodo 70% biocarvão, T4- 70% lodo 30% biocarvão e T5- comercial.

As bandejas foram colocadas em bancadas situadas a 1 m do solo em casa de vegetação, que possui cobertura em material translúcido de polipropileno, seguido de tela tipo sombrite com 50% de luminosidade. Sistema de irrigação automatizado com temporizador por microaspersão, onde foram aplicados dois turnos de rega, sendo um realizado pela manhã e outro no final da tarde.

Para as posteriores análises, as amostras de cada proporção de substrato foram trituradas. A análise de umidade e série de sólidos foi realizada seguindo o procedimento American Public Health Association – APHA (2012), e o teor de carbono orgânico e total foi obtido adaptando-se a metodologia proposta por Carmo e Silva (2012). Seguiu-se os seguintes passos: os cadinhos foram calcinados em mufla a 580 ºC, por meia hora, em seguida foram pesados vazios em balança analítica e a massa (M0) anotada. Ainda com o cadinho sobre a balança, esta foi tarada e acrescentados 5 gramas do resíduo, anotando a massa (M1). Os cadinhos foram colocados na estufa a 105 ºC por 24 horas. Após esse período os cadinhos foram levados ao dessecador, e ao atingir a temperatura ambiente foi realizada a pesagem da massa M2. Os cadinhos com amostra seca foram colocados em forno tipo mufla e mantidos à temperatura de 580ºC, por duas horas. Assim, foi obtida a massa de cinzas (P3). O teor de carbono orgânico (CO) e carbono total (CT) foram calculados utilizando-se os valores de sólidos voláteis (SV), pois este apresenta uma estimativa da matéria orgânica biodegradável no resíduo.

Para calcular o nitrogênio a amostra foi levada à estufa a 105ºC por 24 horas. Após esse período a mesma foi triturada em moinho de facas modelo MA 340, marca Marconi. Foram colocados 0,03 a 0,04 g de cada amostra em tubos de Kjeldahl acrescido de 0,4 a 0,45 gramas de mistura digestora (mistura de 20 partes de sulfato de sódio anidro para uma de sulfato de cobre pentaidratado) e 0,65 ml Ácido sulfúrico (H_2SO_4 – d=1,84), p.a., concentrado. Os tubos foram colocados em bloco digestor, ligado inicialmente a 250 ºC. Quando a temperatura atingiu 250° C, permaneceu por 1 hora e após foi elevada a 400 ºC, permanecendo por duas horas após atingir 400°C. Após o esfriamento dos tubos, acrescentou-se 10 ml de água destilada em cada tubo e as amostras foram destiladas por arraste de vapor utilizando um destilador Kjeldahl. Para a destilação foi adicionada para cada tubo 6,2 ml de hidróxido de sódio no destilador Kjeldahl e 1,25 ml de ácido bórico contendo o indicador no balão de Erlenmeyer que recebe a solução destilada. A solução destilada foi então titulada com ácido clorídrico 0,01 mol/L.

Aos 40 dias após a semeadura as mudas foram avaliadas através das análises destrutivas O diâmetro de caule (DC) com o auxílio de um paquímetro. Pelo software WinRHIZO®, comprimento de raiz (CR) em cm, diâmetro de raiz (DR) em mm, área superficial de raiz (ASR) em cm2, área projetada de raiz (APR) em cm2, volume de raiz (VR) em cm3. Avaliou-se umidade, carbono e nitrogênio. Essas características analisadas foram avaliadas logo após a retirada das plantas. Para interpretação e análise dos dados do experimento, foram verificados a normalidade dos resíduos pelo teste de Shapiro-Wilk. Após, os dados foram submetidos à análise de variância e ao teste de média de Scott Knnott ao nível de 5% de probabilidade. Foram utilizados o programa R Studio e o pacote ExpDes.pt (Ferreira et al., 2011).

Resultados

Após a análise estatística dos parâmetros de desenvolvimento radicular das mudas e químico do substrato, observou-se que os resultados estatisticamente significativos para CR, APR, ASR e VR foram obtidos nos tratamentos 2, 3, 4 e 5. Quanto ao DR os tratamentos 2 e 4 apresentaram maior média. Quanto aos atributos químicos dos substratos, apenas o tratamento 5 apresentou teor de carbono orgânico superior a 25%, ficando os demais tratamentos (1 a 4). Os substratos formulados com lodo de esgoto e biocarvão apresentaram menor retenção de umidade em comparação aos demais, ao passo que as maiores concentrações de nitrogênio foram registradas nos tratamentos 1 e 4.

Discussão

Conforme a Tabela 1, o incremento significativo nos parâmetros de crescimento radicular - comprimento de raiz (CR), área superficial (ASR), área projetada (APR) e volume radicular (VR) - nos tratamentos contendo lodo de esgoto e biocarvão (2 a 4), bem como no substrato comercial (5), em comparação ao 1 (100% lodo de esgoto), é atribuído à melhoria nas propriedades físico-químicas do meio de cultivo. A adição de matéria orgânica equilibrada atua diretamente na fertilidade do substrato, otimizando a oferta de nutrientes essenciais ao desenvolvimento vegetal.

Especificamente para o diâmetro de raiz (DR), os maiores valores foram alcançados pelos tratamentos 2 (50% lodo / 50% biocarvão) e 4 (70% lodo / 30% biocarvão). Esse ganho na robustez e arquitetura do sistema radicular pode estar associado às alterações nas propriedades físicas e químicas proporcionadas pela presença de biocarvão nas proporções. O biocarvão proporciona maior estabilidade estrutural e aeração ao substrato, além de favorecer a atividade microbiana do solo e aumentar a retenção e disponibilidade de água (LEHMANN et al., 2011; DOWNIE et al., 2009).

Os maiores aportes de área superficial e área projetada de raiz nos tratamentos com biocarvão refletem a expansão do sistema radicular, o que amplia a capacidade de exploração do volume do substrato e potencializa a absorção de água e elementos minerais. Esse maior volume radicular é consequência direta das características físicas do biocarvão, cujo processo de pirólise gera um rearranjo dos átomos de carbono e expressiva porosidade intrínseca. Essa elevada superfície específica do material aumenta a capacidade de troca de cátions (CTC) e a retenção de nutrientes na zona radicular, mitigando perdas por lixiviação e promovendo o pleno estabelecimento das mudas de *Capsicum baccatum* (ATKINSON et al., 2010). Portanto, os tratamentos 2 a 5 são estaticamente iguais entre si para APR, ASR e VR.

Tabela 1 – Médias dos parâmetros de comprimento de raiz (CR) em cm, diâmetro de raiz (DR) em mm, área superficial de raiz (ASR) em cm^2, área projetada de raiz (APR) em cm^2, volume de raiz (VR) em cm^3, em mudas de pimenta dedo de moça cultivadas em substrato convencional e com diferentes fontes de matéria orgânica.

Tratamento	CR	DR	ASR	APR	VR
1	50.660 b	0.408 b	6.698 b	2.139 b	0.071 b
2	145.608 a	0.473 a	21.754 a	7.223 a	0.265 a
3	152.185 a	0.409 b	21.890 a	6.857 a	0.256 a
4	152.541 a	0.482 a	23.253 a	7.466 a	0.289 a
5	151.015 a	0.439 b	21.000 a	6.684 a	0.239 a
Média	130,40	0,442	18,919	6,074	0,224
CV (%)	25,84	9,8	25,99	18,27	31,54

Médias seguidas de letras distintas entre si na coluna diferem estatisticamente entre si pelo teste Scott-Knott ao nível de 5%. 1=100% lodo de esgoto; 2= 50%lodo de esgoto e 50% biocarvão; 3= 30% lodo de esgoto e 70% biocarvão; 4= 70% lodo de esgoto e 30% biocarvão; 5= substrato comercial

De acordo com SCHMITZ *et. al* (2002), pode-se definir que os teores ideais de carbono orgânico para substratos devem ficar acima de 25%. Porém, como mostra a Tabela 2, apenas o tratamento 5 apresentou valor superior, desse modo nenhum dos substratos preparados atenderam a faixa ideal. A faixa da umidade nos substratos a base de lodo de esgoto e biocarvão apresentam menor umidade podendo proporcionar o menor desenvolvimento saudável das raízes e o crescimento das mudas. Porém, há a possibilidade de ser feitas mais irrigações para novos resultados. Em contrapartida há maior taxa de nitrogênio presente nos tratamentos 1 e 4, onde apresentam maior concentração de lodo de esgoto, favorecendo maior desenvolvimento em diversos processos fisiológicos e bioquímicos das plantas (SILVA, 2023).

Tabela 2- Médias dos parâmetros de umidade, carbono e nitrogênio em mudas de pimenta dedo de moça cultivadas em substrato convencional e com diferentes fontes de matéria orgânica.

Tratamento	Umidade	Carbono	Nitrogênio
1	21.560 b	12.803 c	2.429 a
2	18.142 c	13.358 c	1.490 c
3	13.817 d	16.145 b	1.291 c
4	16.084 d	13.394 c	1.841 b
5	34.287 a	29.736 a	0.816 d
Média	20,78	17,09	1,574
CV (%)	7,73	7,46	10,76

Médias seguidas de letras distintas entre si na coluna diferem estatisticamente entre si pelo teste Scott-Knott ao nível de 5%. 1=100% lodo de esgoto; 2= 50%lodo de esgoto e 50% biocarvão; 3= 30% lodo de esgoto e 70% biocarvão; 4= 70% lodo de esgoto e 30% biocarvão; 5= substrato comercial.

Conclusão

Para a maioria das variáveis analisadas (CR, ASR, APR e VR), os tratamentos T2, T3 e T4 proporcionaram um desenvolvimento radicular equivalente ao do substrato comercial (T5). Contudo, no que tange ao diâmetro radicular das mudas de *Capsicum baccatum*, observou-se superioridade nos tratamentos T2 e T4. Sendo recomendáveis para as mudas de pimenta dedo-de-moça em seu estabelecimento inicial.

Referências

AL-WABEL, M. I.; AL-OMRAN, A.; EL-NAGGAR, A. H.; NADEEM, M.; USMAN, A. R. A. Pyrolysis temperature induced changes in characteristics and chemical composition of biochar produced from conocarpus wastes. Bioresource Technology, v. 131, p. 374–379, 2013. DOI: 10.1016/j.biortech.2012.12.165.

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA). **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. 22. ed. Washington, D.C.: APHA/AWWA/WEF, 2012.

ATKINSON, C. J. et al. Potential mechanisms for achieving agricultural benefits from biochar application to temperate soils: a review. Plant and Soil, Amsterdam, v. 337, p. 1-18, 2010.

EBC - European Biochar Certificate. **European Biochar Certificate - Guidelines for a Sustainable Production of Biochar**. Arbaz: European Biochar Foundation, 2012.

Carmo, D. L.&Silva, C. A. (2012). Métodos de Quantificação de Carbono e Matéria Orgânica em Resíduos Orgânicos.Revista Brasileira deCiência do Solo, 36, 1211-1220.

CORDELL, C. E.; FILER JR, T. H. Chapter 13-Integratednursery pest management. USDA For. Serv., Region, v. 8, p. 2-16, 1984.

DOWNIE, A.; CROSKY, A.; LUKAS, P. Physical properties of biochar. *In*: LEHMANN, J.; JOSEPH, S. (Ed.). **Biochar for environmental management: science and technology**. London: Earthscan, 2009. p. 13–32.

FERREIRA, E. B.; CAVALCANTI, P. P.; NOGUEIRA, D. A. Experimental Designs: um pacote R para análise de experimentos. Revista da Estatística da UFOP, v.1, p.1-9. 2011.

Hashimoto da Silva, M., Alves da Silva, M. A., dos Reis Duarte, E., Torue Bonetti, R. A., Paludetto, A., & Ferreira Miyashiro, C. (2023). A RELAÇÃO DO NITROGÊNIO COM O DESENVOLVIMENTO DAS PLANTAS E SUAS FORMAS DE DISPONIBILIDADE. RECIMA21-Revista Científica Multidisciplinar - ISSN 2675-6218, 5(1), e514762. https://doi.org/10.47820/recima21.v5i1.47 62.

KRATZ, D. **Substratos renováveis na produção de mudas de *Eucalyptus dunnii* Maiden e *Mimosa scabrella* Benth**. 2011. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2011.

LEHMANN, J. et al. Biochar effects on soil biota – A review. Soil Biology & Biochemistry, London, v. 43, p. 1812-1836, 2011.

Nascimento Costa, Gérson. Diversidade genética e avaliação do potencial ornamental de acessos de pimentas (Capsicum spp.). Diss. Universidade Federal do Piauí, 2018.

SCHMITZ, J. A. K.; SOUZA, P. V. D. de; KÄMPF, A. N. Propriedades químicas e físicas de substratos de origem mineral e orgânica para o cultivo de mudas em recipientes. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 32, n. 6, p. 937-944, 2002. DOI: https://doi.org/10.1590/S0103-84782002000600005.

TRAZZI, P. A. **Casca de arroz carbonizada e biosólido na produção de mudas de *Luehea divaricata* Mart. et Zucc.** 2011. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Espírito Santo, Jerônimo Monteiro, 2011.

TRAZZI, P. A.; CALDEIRA, M. V. W.; PASSOS, R. R.; GONÇALVES, E. O. Substratos orgânicos na produção de mudas de *Acrocarpus fraxinifolius* Wight & Arn. **Revista Árvore**, v. 34, n. 5, p. 789–798, 2010.

WECKNER, F. DA C. CAMPOS, M.C.C.; NASCIMENTO, E.P.; MANTOVANELLI, B.C.; NASCIMENTO, M.F. Avaliação das mudas de mamoeiro sob o efeito da aplicação de diferentes composições de biofertilizantes. **Revista da Universidade Vale do Rio Verde**, 2016.

Agradecimentos

Agradecimento ao IFES - Campus de Alegre, pelo aporte financeiro.