



INFLUÊNCIA DE SUBSTRATO A BASE DE LODO DE CURTUME E BIOCÁRVÃO NAS CARACTERÍSTICAS FISIOLÓGICA DE MUDAS DE BERINJELA

INFLUENCE OF SUBSTRATE BASED ON TANNER SLUDGE AND BIOCARBON ON THE PHYSIOLOGICAL CHARACTERISTICS OF EGGPLANT SEEDLINGS

Euliene Pereira Henrique¹; Amanda Fagundes Zambom²; Carlos Humberto Desiderio Pirovani³; Julio Cesar Fiorio Vettorazzi⁴; Joquebede Seixas da Silva⁵; Savio da Silva Berilli⁶.

¹Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo (IFES) Campus Alegre, Rodovia ES-482 (Cachoeiro-Alegre), Km 47. Distrito de Rive, Alegre - ES, CEP: 29500-000. Brasil. euliene.pereira@gmail.com **Apresentador do trabalho**; ²Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo (IFES) Campus Alegre, Rodovia ES-482 (Cachoeiro-Alegre), Km 47, Distrito de Rive, Alegre - ES, CEP: 29500-000. Brasil. amandafbio20@gmail.com; ³Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo (IFES) Campus Alegre, Rodovia ES-482 (Cachoeiro-Alegre), Km 47. Distrito de Rive, Alegre - ES, CEP: 29500-000. Brasil. nadipirovani@hotmail.com; ⁴Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo (IFES) Campus Alegre, Rodovia ES-482 (Cachoeiro-Alegre), Km 47. Distrito de Rive, Alegre - ES, CEP: 29500-000. Brasil. juliocesar.f.v@hotmail.com; ⁵Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo (IFES) Campus Alegre, Rodovia ES-482 (Cachoeiro-Alegre), Km 47. Distrito de Rive, Alegre - ES, CEP: 29500-000. Brasil. joquebedeseixasdasilva@gmail.com; ⁶Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo (IFES) Campus Alegre, Rodovia ES-482 (Cachoeiro-Alegre), Km 47. Distrito de Rive, Alegre - ES, CEP: 29500-000. Brasil

INTRODUÇÃO

Um elevado volume de resíduos orgânicos e inorgânicos vem sendo produzido pelas atividades humanas e geralmente dispostos sem nenhum controle no ambiente. Como resultado temos a degradação e poluição do solo, da água e do ar. O setor industrial dedicado ao processamento de couro bovino, representado pelas indústrias curtumeiras, caracteriza-se como um grande produtor de resíduos sólidos, comumente conhecidos por lodo de curtume (GUIMARAES et al., 2015).

Esta tecnologia agrícolas e industriais como substratos para produção de mudas é uma alternativa para tornar o processo produtivo mais sustentável, uma vez que contribui para redução e eliminação de um dos problemas ambientais decorrentes da atividade humana (ALVES; BARBOSA, 2013).

O uso do lodo de curtume pode ser uma estratégia interessante no sentido de promover a decomposição deste resíduo e reduzir sua toxicidade. O efeito da sua utilização compostado no solo e nas plantas tem-se demonstrado que a aplicação deste resíduo pode fornecer nutrientes, incorporar matéria orgânica, elevar o pH do solo e promover a produtividade de diferentes culturas (OLIVEIRA; ARAÚJO; MELO, 2015).

Assim como o biocarvão que é um produto formado a partir da decomposição térmica da biomassa, em ambiente fechado, através de suprimento limitado de oxigênio e de temperaturas relativamente baixas. É na verdade o resíduo sólido da pirólise utilizada para a produção renovável (LEHMANN; GAUNT; RONDON, 2006).

Para a melhoria das propriedades de interesse agrônomo do biocarvão, pode ser seguida por diversos tipos de tratamentos físicos, químicos ou biológicos. Tais tratamentos visam o alcance de material com melhor porosidade e superfície específica, o enriquecimento das estruturas químicas com grupos funcionais, o que resulta em maior capacidade de troca iônica ou o enriquecimento do biocarvão



com nutrientes. Tais tratamentos levam a um produto de maior valor agregado que pode ser considerado para uso em culturas de alto retorno econômico (MADARI et al., 2010).

Diante deste cenário, objetivou-se avaliar a Influência de substrato a base de lodo de curtume e biocarvão palha de café nas características fisiológica de mudas de berinjela (*Solanum melongena*). Com a utilização dos substratos propostos, visou atender p produtor rural com um produto de baixo custo e que atenda sua necessidade produção de mudas.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento teve sua execução no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo (IFES - 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. Será utilizada estufa plástica, em arco, coberta em filme agrícola de 150 micras, dotada de sistema de irrigação por microaspersão.

O arranjo experimental teve todo seu delineamento experimental em blocos casualizados (DBC), com 8 tratamentos e 4 repetições. Cada parcela experimental contou com 3 plântulas, em um total de 96 mudas por bloco. As sementes de berinjela (*Solanum melongena*) são de variedades comerciais encontradas em casas agropecuária, com germinação entre 75% e 99,9% de pureza. A semeadura foi feita em bandejas de polipropileno com 200 células (35 mL/célula), no qual cada bandeja representa um bloco, sendo utilizado como substrato diferentes concentrações da mistura de biocarvão e o lodo de curtume, como tratamento testemunha, será utilizado o substrato comercial Topstrato® como temos a descrição na (Tabela 1).

Tabela 1- Descrição dos tratamentos contendo biocarvão mais lodo de curtume, e suas diferentes concentrações, tendo como testemunha (T0) o substrato comercial (Topstrato®).

Tratamentos	Componente do Substrato
TSC	100% Substrato Comercial (Topstrato)
TBIO100	100% de Biocarvão
TLC15	15% de Lodo de Curtume + 85% de Biocarvão
TLC30	30% de Lodo de Curtume + 70% de Biocarvão
TLC50	50% de Lodo de Curtume + 50% de Biocarvão
TLC70	70% de Lodo de Curtume + 30% de Biocarvão
TLC85	85% de Lodo de Curtume + 15% de Biocarvão
TLC100	100% de Lodo de Curtume

No substrato comercial Topstrato®, há valores expressos para os nutrientes N, P, K quantificáveis para este material, sendo estes, nutrientes tidos como macronutrientes ao



desenvolvimento das mudas, principalmente pelo seu alto teor de fósforo. Esse fato evidencia a indicação desse material como um bom substrato para produção de mudas (Tabela 2).

Tabela 2 - Características físicas e químicas do substrato comercial Topstrato® (g.kg⁻¹).

Trat	N	P	K	S	Ca	Mg	Cu	Na	Fe	Mn	Zn	B
	-----g.kg ⁻¹ -----						-----mg.kg ⁻¹ -----					
T0	28,40	3,20	3,10	3,00	13,20	9,50	22,80	ns	2963,20	126,60	44,50	32,00

O lodo de curtume foi cedido pelo município de Baixo Guandu – ES, no qual é o resíduo do efluente do curtimento do couro bovino, proveniente dos tanques de decantação do processo de tratamento de água residuária dos curtumes. O material orgânico presente foi pré-decomposto por processo anaeróbico, que após a retirada do lodo (material decantado), passará por desidratação ao ar livre (exposição ao sol). A utilização deste resíduo possui licença ambiental para uso em experimentação, emitida pelo Instituto Estadual de Meio Ambiente (IEMA).

Para a obtenção do biocarvão, a palha do café teve que se acondicionada em um reator de pirólise instalado no Centro de Ciências Agrárias e Engenharias da Universidade Federal do Espírito Santo (CCAUE/UFES), Campus de Alegre, sendo carbonizada a uma temperatura de pirólise de 350°C numa taxa de aquecimento de 6 °C minuto e tempo de residência de 60 min.

Antes da semeadura nas bandejas foi determinada a condutividade elétrica (CE), pH e salinidade dos compostos orgânicos por meio de extração de solução aquosa 1:2 (v/v), conforme (ABREU et al., 2007), e aferido por equipamentos multiparâmetros portáteis. Os compostos orgânicos (substratos lodo de curtume e biocarvão) foram formulados de acordo com cada tratamento (Tabela 1), onde foi colocado nas bandejas plásticas para a semeadura, adicionando-se três sementes por célula, sendo as bandejas identificadas e mantidas na casa de vegetação. A contagem de plântulas emergidas ocorreram com 15 dias de condução, seguida de desbaste, deixando-se apenas uma plântula por célula. Após, iniciado o acompanhamento do número de folhas (NF), por meio de contagem manual e altura de plântula (AP) (mm), com auxílio de régua graduada, a cada cinco dias, entre o desbaste até o momento do transplântio das mudas.

As avaliações foram realizadas no Laboratório de Fitotecnia do IFES, Campus de Alegre, quando as mudas estiverem aptas ao transplântio, adotando a metodologia proposta por (OLIVEIRA et al., 2014).

Foram coletadas cinco plântulas de cada repetição, realizando-se as seguintes avaliações: diâmetro do caule (DC) (mm), com auxílio de paquímetro; comprimento de raiz (CR) (mm), volume de raiz (VR) (mm³), área superficial de raiz (AR) (mm²) e diâmetro médio de raiz (DMR) mensurados com scanner de raiz EPSON STD4800, por meio do software WinRhizo e; área foliar (AF) (cm²) medida com medidor LI-3100C.

Além disso, foram analisado o índice SPAD com SPAD-502-PLUS, onde foram feitas as leituras em três pontos na face adaxial de cada folha. obtivemos realizado extrações do teor de clorofila a e b



(mmol m⁻²), retirando-se discos foliares de 5 mm de diâmetro, sendo escolhida três mudas de cada tratamento. A extração será realizada pelo método de Arnon (ARNON, 1949), utilizando DMSO acetona 80% (10 mL/amostra). As amostras foram maceradas elevadas ao banho-maria por cerca de 20 min. A absorbância da clorofila será medida em 480 nm (A480), 649 nm (A649) e 665 nm (A665) utilizando um espectrofotômetro visível (Spectrum SP-2000).

As análises de fisiologia da folha foram realizadas com ufluorômetro multiplex® (Force-A, França) com múltiplas fontes de excitação de luz. Serão estimados os índices de vários compostos, como o equilíbrio de nitrogênio (NBIR), a clorofila total (SFR-R) e os flavonoides (FLAV). As análises foram realizadas pela manhã entre 8h e 11h00 e em apenas um lado das mudas. O equipamento será apontado para o dossel, de cima para baixo, em um ângulo de aproximadamente 45 graus.

Os dados obtidos passaram pela submissão das análises de variância, pelo teste F e, havendo significância, as médias serão comparadas pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade. O software estatístico utilizado foi o Assistat, versão 7.7 pt.

RESULTADO E DISCUSSÃO

Os valores de leitura do SPAD apresentaram resultados significativos com relação as demais variáveis, o que nos mostra que os tratamentos apresentaram diferença entre eles, (Tabela 3). SPAD502 mostrou um bom resultado quando utilizado na quantificação de clorofilas, caracterizando-se pela rapidez, simplicidade e, principalmente, por possibilitar uma avaliação não-destrutiva do tecido foliar.

A intensidade de cor verde na folha é detectada no aparelho através da quantidade de luz absorvida pela folha, nos comprimentos de onda, pelas clorofilas, sem a interferência ocasionada pelos carotenoides (SWIADER; MOORE, 2002).

Tabela 3 - Análises de variâncias a partir de características fisiológicas relacionadas aos desenvolvimentos de mudas de berinjela.

F.V.	G.L.	SPAD	AF	SFR-G	SFR-R	FLAV	ANTH-RG	ANT-RB	NBI-G	NBI-R
Trat	6	76,5**	37,12**	0,51**	0,49**	0,0035**	0,0017**	0,006**	0,17**	0,14**
Bloco	5	7,28	3,4	0,0059	0,0055	0,011	0,0013	0,0056	0,027	0,03
Erro	30	4,38	1,13	0,0081	0,0075	0,00085	0,00016	0,00038	0,0032	0,0031

F.V: Fonte de variação; G.L: Grau de liberdade; AF: Area foliar (cm²); SFR-G e SFR-R: Teor de clorofila; FLAV: Flavonoides; ANTRB e ANTRG: Antocianina; NBI-R e NBI-G: Equilíbrio de nitrogênio; **, * e ns-significativo a 0,01 e 0,05 de probabilidade e não significativo, expectativas, pelo teste F.

Houve aumento nos teores de clorofilas (A) e totais (T) nas folhas, mostrando superiores a clorofila (B) com o incremento nos valores de índice SPAD (Tabela 4). Quando esses teores são analisados em relação à área foliar, são ajustados modelos lineares, com coeficientes de determinação de 1014.78 para clorofilas totais, 434.4 para a clorofila (A) e 154.5 para a clorofila (B). Quando o referencial passa a ser a massa fresca das folhas. Todos os modelos ajustados foram altamente significativos (p < 0,01) entre tratamentos.



Tabela 4 - Valores de índice SPAD, teores de clorofila.

F.V.	G.L.	Quadrado Médio			
		Clorofila A	Clorofila B	Clorofila T	Carotenoide
Tratamento	6	434.4**	154.5**	1014.87**	153.87**
Bloco	2	23.41	51	124.71	54.03
Erro	12	69.26	24.72	125	24.72

F.V.: Fonte de variacao; G.L.: Grau de liberdade; Clorofila A, Clorofila B, Clorofila T, Equilibrio de nitrogênio; **, * e ns - Significativo a 0,01 e 0,05 de probabilidade e não significativo, respectivamente, pelo teste F.

No entanto, em estudo de Amarante et al. (2008), para a quantificacao de clorofilas em folhas de macieiras utilizando métodos ópticos não destrutivos em ambas as bases de referéncia (área foliar e massa fresca das folhas), os autores obtiveram modelos ajustados pelo índice SPAD, com diferenças expressivas de R^2 entre clorofilas (A) e *total*, e a clorofila (B). Segundo esses autores, métodos não destrutivos ópticos são melhores para a estimativa dos teores de clorofilas (A) e *total* do que de clorofila (B), em macieiras. Isto ocorre tendo em vista que o pico de absorcao na faixa vermelha do espectro pela clorofila (A), além de ser maior que o da clorofila (B), está muito próximo do comprimento de onda emitido pelo SPAD-502. Com isso, a maior parte da luz vermelha, emitida pelo aparelho, é absorvida pela clorofila (A) (NEVES et al., 2005).

Esta premissa contrapõe os resultados obtidos no presente trabalho, em que os valores de R^2 para os modelos ajustados para as clorofilas (A) e *total* foram superiores àqueles para a clorofila (B), quando se utilizou como base de medida $\mu\text{g g}^{-1}$ de massa fresca. Entretanto, há que se fazer algumas consideracoes. Mudras cultivadas em uma mesma condicao de ambiente, mais devido a diferenças na estrutura e anatomia foliar. Mesmo folhas sombreadas de uma planta, apesar da menor espessura do mesófilo em relação a folhas a pleno sol, apresentam maiores valores de leituras SPAD-502, devido ao incremento na relação clorofilas (A).

Consequentemente, os modelos ajustados entre as leituras do SPAD 502 e as quantidades de clorofilas podem apresentar maior R^2 para a estimativa dos teores de clorofilas (A) e *totais* do que para a clorofila (B), como o que ocorreu no presente trabalho, quando se considera a quantidade de clorofila em $\mu\text{g cm}^{-2}$ e $\mu\text{g g}^{-1}$ de massa fresca foliar.

CONCLUSÕES

Conclui-se que o desenvolvimento das mudras de berinjela obteve Influéncia do substrato a base de lodo de curtume e biocarvão nas características fisiológica. Afirmando assim que os resíduos têm um grande potencial na formulacao de substratos para producao de clorofila em mudras de berinjela, permitindo que tenham um destino sustentável, e dando designacao de tecnologia barata e menos agressiva ao meio ambiente.



AGRADECIMENTO

À Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Espírito Santo (FAPES) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela disponibilização da bolsa e ao Instituto Federal do Espírito Santo - (IFES) Campus Alegre pelo apoio com a estrutura e materiais do laboratório e incentivo nas pesquisas.

REFERÊNCIAS

- ABREU, M. F.; SANTOS, P. H.; FURLANI, P. R.; ABREU, C. A. Extração de substratos para obtenção da concentração de micronutrientes disponíveis para a rúcula. **Horticultura Brasileira**, v. 25, n. 3, p. 411-417, 2007.
- ALVES, V. C.; BARBOSA, A. S. Práticas de gestão ambiental das indústrias coureiras de Franca-SP. **Gest. Prod.**, v.20, n. 4, p. 883-898, 2013.
- AMARANTE, C. V. T.; STEFFENS, C. A.; ZANARDI, O. Z.; ALVES, E. O. Quantificação de clorofilas em folhas de macieiras 'Royal Gala' e 'Fuji' com métodos ópticos não destrutivos. **Rev. Bras. Frut.**, v.30, n. 3, p. 590-595, 2008.
- BARROS, L. K. V.; ARAÚJO, N. A.; GERUDE NETO, O. J. A.; RIBEIRO, C. H. N.; PINHEIRO, N.C.A. OS DESAFIOS DA POLÍTICA NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS: uma análise do plano de gestão integrada de resíduos sólidos do município de Paço do Lumiar/MA, Brasil. **Rev. Ceuma Perspectivas**, v.30, n. 1, p. 99-110, 2017.
- GUIMARAES, W. P.; ARAUJO, A. S. F.; OLIVEIRA, M. L. J.; ARAÚJO, F. F.; MELO, W.J. Efeito residual de lodo de curtume compostado sobre os teores de cromo e produtividade do milho verde. **Científica**, v.43, n. 1, p. 37-42, 2015.
- LEHMANN, J.; GAUNT, J.; RONDON, M. J. M. Bio-char sequestration in terrestrial ecosystems—a review. **Mitig Adapt Strat Glob Change**, v. 11, n. 2, p. 403-427, 2006.
- MADARI, B. E.; PETTER, F. A.; CARVALHO, M. M.; MACHADO, D. M.; SILVA, O.M.; FREITAS, F.C.; OTONI, R.F. Biomassa carbonizada como condicionante de solo para a cultura do arroz de terras altas, em solo arenoso, no Cerrado: efeito imediato para a fertilidade do solo e produtividade das plantas. EMBRAPA, Santo Antônio do Goiás, 8p. 2010. (**Comunicado Técnico, 197**).
- NEVES, O. S. C.; CARVALHO, J. G.; MARTINS, F. A. D.; PÁDUA, T. R. P.; PINHO, P.J. Uso do SPAD502 na avaliação dos teores foliares de clorofila, nitrogênio, enxofre, ferro e manganês do algodoeiro herbáceo. **Pesquisa Agrop. Bras.**, v.40, n.5, p. 517-521, 2005.
- OLIVEIRA, F. A.; MEDEIROS, J. F.; LINHARES, P. S. F.; ALVES, R. C.; MEDEIROS, A.M.A.; OLIVEIRA, M.K.T. Produção de mudas de pimenta fertirrigadas com diferentes soluções nutritivas. **Hort. Bras.**, v. 32, n.4, p. 458-463, 2014.
- OLIVEIRA, M. L. J.; ARAUJO, A. S. F.; MELO, W. J. Chromium in soil organic matter and cowpea after four consecutive annual applications of composted tannery sludge. **Rev. Bras. Ciência do Solo**, v. 39, n.1, p. 297-302, 2015.
- SWIADER, J. M.; MOORE, A. SPAD-chlorophyll response to nitrogen fertilization and evaluation of nitrogen status in dryland and irrigated pumpkins. **Jornal of Plant Nutrition**, v. 25, n. 5, p. 1089-1100, 2002.