III-1108 - EFEITOS FITOTÓXICOS DA APLICAÇÃO DO BIOCARVÃO EM CULTIVARES DE ALFACE

Patrick Gonçalves Matos[(1)]
Graduando em Engenheira Agrícola e Ambiental pela Universidade Federal Fluminense (UFF). Aluno pesquisador no Laboratório de Aproveitamento de Resíduos, Ecotoxicologia e Sustentabilidade (LARES) e no Laboratório de Práticas Agrícolas Sustentáveis (LAPAS).
Dirlane de Fátima do Carmo[(2)]
Professora no Departamento de Engenharia Agrícola e Meio Ambiente (Associada III) e no Programa de Pós Graduação em Engenharia de Biossistemas na Universidade Federal Fluminense.
Mariana Vezzone[(3)]
Engenheira Agrícola e Ambiental pela Universidade Federal Fluminense. Doutora em Geologia pela Universidade Federal do Rio de Janeiro. Pós doutorado em Física Nuclear aplicada a Estudos Ambientais na Universidade Federal Fluminense.
Eliane Cristina Braga Martins Gonçalves[(4)]
Engenheira Agrícola e Ambiental pela Universidade Federal Fluminense. Mestra pelo Departamento de Engenharia de Materiais e de Processos Químicos e Metalúrgicos pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (DEQM - PUC-Rio). Doutoranda em Engenharia Ambiental pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental da Universidade Federal de Ouro Preto (PROAMB – UFOP).
Roberto Meigikos dos Anjos[(5)]
Bacharel em Física e Doutor em Física Nuclear Experimental, ambos pela ambos pela Universidade de São Paulo (USP). Atualmente, professor e coordenador do Laboratório de Radioecologia e Alterações Ambientais (LARA) do Instituto de Física da Universidade Federal Fluminense.

Endereço[(1)]**:** Rua Passos da Pátria, 156 – São Domingos – Niterói - RJ - CEP: 24210-240 - Brasil - Tel: (021) 99117-6511 - e-mail: patrickgoncalvesmatos@id.uff.br

RESUMO

A casca de coco é um resíduo orgânico gerado em grandes quantidades no litoral brasileiro, que apresenta um volume considerável, dificultando a disposição final. Uma das alternativas para redução do volume da casca de coco, agregando valor é a pirólise, gerando o biocarvão que é um importante condicionador de solo. Nesse trabalho foi feita a combustão da casca de coco em um reator adaptado do modelo Top Lit Updraft (TLUD), sendo realizados cinco ensaios visando avaliar se haveria toxicidade em sua aplicação no solo. Foi verificado o efeito do uso do biocarvão sobre o índice de germinação e o comprimento das raízes de *Lactuca sativa*, considerando o biocarvão puro em dosagens equivalentes a 0, 2.5 e 5 $t.ha^{-1}$ e do biocarvão em solo, considerando 10 cm de profundidade para aplicação e dosagens de 0, 1, 5, 10, 20, 40, 60 $t.ha^{-1}$. As amostras foram incubadas por 72h, à 25ºC, com umidade ajustada para 40 a 60% da capacidade de campo. Verificou-se que há um potencial considerável na elevação do índice de germinação e crescimento radicular da alface quando aplicado junto ao solo nas dosagens de 5 a 10 $t.ha^{-1}$, porém o uso puro apresenta alta fitotoxicidade, não sendo viável do ponto de vista agronômico.

PALAVRAS-CHAVE: Pirólise, Casca de Coco, Fitotoxicidade, Germinação, Latuca sativa.

INTRODUÇÃO

O biocarvão pode desempenhar um papel vital na estabilidade do ecossistema do solo, participando ativamente em seu condicionamento e promovendo o desenvolvimento das cultivares (CAMPOS et al., 2020). Produzido em altas temperaturas e com limitação de oxigênio na pirólise, o biocarvão é enriquecido em carbono, sendo altamente poroso e estável (CAMPOS et al., 2020).

As características do biocarvão são alteradas conforme a matéria-prima convertida e a condição de pirólise utilizada para a produção, sendo esses fatores muito importantes para a adequação considerando fins agronômicos (CARNEVALE et al., 2022).

Um dos resíduos que apresenta potencial para geração do biocarvão é a casca de coco (AJIEN et al., 2023), que é gerada no Brasil em grande quantidade. O Brasil apresenta uma extensão de linha de costa de 8500 km, considerando também as baías (VITTE, 2003), com 280 municípios defrontantes para o mar e 10,9 mil quilômetros de litoral (IBGE, 2021). Cerca de 70% do resíduo orgânico gerado e descartado nas praias brasileiras é composto por coco verde (DEVENS et al, 2018).

Entretanto, uma das limitações para a produção do biocarvão pode ser o custo da tecnologia empregada (AJIEN et al., 2023), especialmente para agricultores familiares. Nesse sentido, Gonçalves (2022) propôs uma adaptação do forno TLUD (Top Lit Updraft) utilizando materiais de baixo custo, acessíveis ao pequeno agricultor. Assim, o uso do TLUD para a produção de biocarvão a partir da casca de coco pode ser uma das alternativas para sua reutilização, minimizando o impacto causado pelo descarte inadequado ou a redução da vida útil de aterros sanitários, enquanto gera um insumo que pode atender a agricultores, melhorando o condicionamento do solo.

O teor de sais na casca do coco é um dos fatores que podem limitar o emprego no solo do biocarvão gerado (SANTOS et al., 2022). Deve-se considerar que, devido a variabilidade da qualidade do biocarvão, é necessária a verificação do produto carbonáceo antes da sua aplicação em campo, avaliando a toxicidade para determinar qual é a dosagem ideal de aplicação no solo, de forma a diminuir os riscos de perda econômica do produtor (SOUZA et al., 2022). Dependendo da composição do biocarvão podem ocorrer efeitos toxicológicos que podem impedir o desenvolvimento das culturas agrícolas e reduzir o índice de germinação (CARNEVALE et al., 2022; SOLAIMAN, MURPHY e ABBOTT, 2012). Fatores como metais pesados, hidrocarbonetos aromáticos policíclicos (PAHs), compostos orgânicos voláteis (VOCs), metais pesados (Cd, Cr, Cu, Ni, Pb e Zn), alcatrões, furanos e dioxinas, têm demonstrado ser responsáveis por efeitos inibitórios da germinação das plantas (FREDDO; CAI; REID, 2012; HALE et al., 2012).

Nesse estudo foi avaliado o efeito da toxicidade de biocarvão obtido a partir da pirólise da casca de coco em forno TLUD e aplicado em diferentes dosagens, sobre o índice de germinação e o comprimento das raízes de *Lactuca sativa*.

MATERIAIS E MÉTODOS

Para os experimentos de combustão foi utilizado um reator adaptado do modelo Top Lit Updraft (TLUD), sendo realizados cinco ensaios. Resíduos de cocos verdes coletados em comércios e quiosques localizados no Horto do Fonseca e nas praias de Niterói foram o substrato para geração do biocarvão. As cascas de coco foram secas com circulação de ar natural e exposição solar, por um período aproximado de 30 dias. Os ensaios de combustão foram realizados no município de Niterói (RJ), entre dezembro de 2021 e março de 2022.

Os bioensaios de germinação com alface (*Latuca sativa*) foram realizados em triplicata, segundo recomendações de Solaiman, Murphy e Abbott (2012). Os testes foram realizados em placas de Petri, com biocarvão puro e com misturas de biocarvão e solo em diferentes dosagens. As doses de biocarvão puro foram equivalentes a 0, 2.5, 5 $t.ha^{-1}$, e as doses de biocarvão em solo (5g) foram: 0, 1, 5, 10, 20, 40, 60 $t.ha^{-1}$, calculadas considerando 10 cm de profundidade do solo. As placas de Petri foram mantidas em câmara incubadora BOD (biochemical oxygen demand) por 72h, à 25ºC. A umidade das doses foi ajustada para 40 a 60% da capacidade de campo, considerando a maior dosagem de aplicação. As sementes utilizadas no teste foram adquiridas comercialmente e o solo foi coletado no município de Niterói (RJ). A validade do bioensaio foi atestada quando a porcentagem de germinação foi maior do que 80% no controle (CL).

O índice de germinação (GI) foi calculado conforme as recomendações de Zucconi (1981) e a classificação elaborada por Belo (2011) onde GI inferior a 59% indica fitotoxicidade; entre 60 e 79%, indica fitotoxicidade moderada; acima de 80% indica que não há fitotoxicidade e, por fim, acima de 100% o material apresenta a possibilidade de potencializar a germinação e o crescimento das raízes. Em paralelo, foi calculada a porcentagem de germinação simples de cada tratamento.

O comprimento das raízes foi medido conforme Solaiman, Murphy e Abbott (2012), sendo que a percentagem relativa da germinação das sementes e do comprimento das raízes, seguiram as orientações de Belo (2011).

RESULTADOS

Os dados do índice de germinação do controle e das misturas estão expostos na Tabela 1. Os índices de germinação para as doses de biocarvão puro apresentaram valores de 9,57% para a dose 2,5 $tBC.ha^{-1}$ e de 0% para a dose de 5 $tBC.ha^{-1}$ (Tabela 1). Para as doses de biocarvão em solo, o índice de germinação variou de 0% a 121,9 %, apresentando valor máximo na dose de 10 $tBC.ha^{-1}$. A classificação considerando a toxicidade a cultivar também é apresentada na Tabela 1.

Tabela 1: Índice de germinação (GI) de cada tratamento, em que CL = controle; BC1, BC2 = doses de biocarvão puro; CS = solo puro; S1-S6 = doses de biocarvão em solo.

Tratamentos	Dosagens aplicadas		GI (%)	Classificação
	Solo (gramas)	Biocarvão (*tBC.ha-1)		
CL	0	0	N/A	N/A
BC1	0	5	0,00 ± 0,00	fitotoxicidade
BC2	0	2,5	9,57 ± 1,77	fitotoxicidade
CS	5	0	86,59 ± 22,57	nula
S1	5	1	55,84 ± 15,11	moderada
S2	5	5	81,63 ± 15,93	nula
S3	5	10	121,9 ± 17,85	potencializa
S4	5	20	0,32 ± 0,16	fitotoxicidade
S5	5	40	0,00 ± 0,00	fitotoxicidade
S6	5	60	0,00 ± 0,00	fitotoxicidade

*Dosagem equivalente a Tonelada de biocarvão (BC) por hectare; N/A = não aplicável

A porcentagem de germinação simples das sementes variou de 0% a 89% e o comprimento das raízes apresentou valor máximo de 11,02 m considerando as 50 sementes avaliadas na dose de 20 $tBC.ha^{-1}$ (Figura 1).

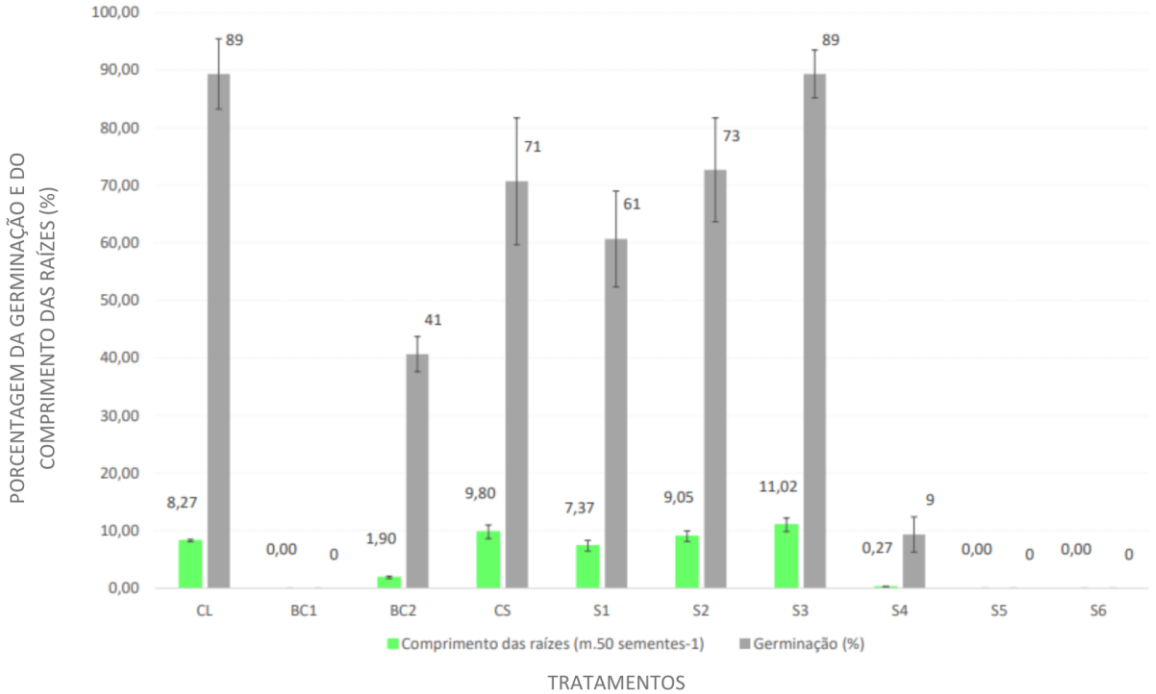

Figura 1: Relação entre a porcentagem de germinação simples e o comprimento das raízes.

BC: Biocarvão; CL: 0 g de solo + 0 tBC.ha-1; BC1: 0 g de solo + 5 tBC.ha-1; BC2: 0 g de solo + 2.5 tBC.ha-1; CS: 5 g de solo + 0 tBC.ha-1; S1: 5 g de solo + 1 tBC.ha-1; S2: 5 g de solo + 5 tBC.ha-1; S3: 5 g de solo + 10 tBC.ha-1; S4: 5 g de solo + 20 tBC.ha-1; S5: 5 g de solo + 40 tBC.ha-1; S6: 5 g de solo + 60 tBC.ha-1.

ANÁLISE E DISCUSSÕES DOS RESULTADOS

A inibição na taxa de germinação ocorreu apenas nos tratamentos em que houve a maior dosagem de biocarvão sem solo (BC1) e dosagem de biocarvão superior a 40 $t.ha^{-1}$, mas com efeitos fitotóxicos também nos tratamentos em que houve a menor dosagem de biocarvão, sem solo (BC2) e com solo (S1). Dessa forma, de acordo com o índice de germinação das sementes (Tabela 1), apenas os tratamentos sem biocarvão (CS) ou com dosagem de 5 $t.ha^{-1}$ (S2) e 10 $t.ha^{-1}$ (S3), não apresentaram efeitos fitotóxicos na semente. Além disso, de todas essas dosagens avaliadas, apenas o tratamento S3 apresentou a possibilidade de potencializar a germinação e o crescimento radicular.

A partir da dosagem de 20 $t.ha^{-1}$ de biocarvão, os efeitos na inibição do comprimento das raízes foram consideráveis. D'Ávila (2018) também verificou redução do número de sementes germinadas com maiores doses de biocarvão, mas ressaltou que as plântulas nas maiores dosagens se apresentaram mais desenvolvidas. Solaiman, Murphy e Abbott (2012), durante a realização de teste de germinação, perceberam que diferentes concentrações do biocarvão aplicadas junto às sementes, geraram efeitos particulares no índice de germinação. Carnevale (2022) observou que o uso de biocarvão, produzido a partir do junco gigante (*Arundo donax*) da colheita de verão, apresentou efeitos toxicológicos que reduziram significativamente a germinação da alface (*Lactuca sativa*).

Os tratamentos com solo puro (CS) e considerando a incorporação de 10 toneladas de biocarvão por hectare (S3), apresentaram a mesma porcentagem de germinação, entretanto, o tratamento S3 apresentou uma elevação no comprimento das raízes comparado ao CS. Portanto, o uso do biocarvão potencializou o comprimento das raízes mantendo o índice de germinação.

CONCLUSÕES

O biocarvão produzido em sistema artesanal (forno TLUD) a partir da casca de coco, quando aplicado junto ao solo nas dosagens de 5 a 10 $t.ha^{-1}$ implica em um potencial significativo de elevação do índice de germinação e crescimento radicular da alface, com destaque para a maior dosagem. Quando em contato direto com a semente, o biocarvão apresenta alta fitotoxicidade, não sendo viável do ponto de vista agronômico. Novos testes devem ser realizados para garantir que as características do biocarvão sejam benéficas para fins agrícolas, correlacionando caracterizações do material como pH e condutividade elétrica ao teste de germinação realizado, particularmente considerando substrato como o do presente trabalho. Também poderá ser avaliado se a queima realizada com a casca de coco lavada antes da queima, melhoraria a qualidade do biocarvão produzido, reduzindo os sais.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos aos recursos que possibilitaram a realização desse trabalho, apoiado pela Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro - FAPERJ (bolsa de iniciação científica e fomento para apoio a pesquisa – APQ1); ao Programa de Fomento à Pesquisa (Fopesq) e Fomento às ações de extensão (Foext) da Universidade Federal Fluminense.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BELO, S. R. S. Avaliação de fitotoxicidade através de Lepidium sativum no âmbito de processos de compostagem. 2011.Dissertação (Mestrado em Engenharia do Ambiente na Especialidade de Tecnologia e Gestão do Ambiente) - Universidade de Coimbra, Coimbra, 2011.
2. CAMPOS, P. et al. Biochar amendment increases bacterial diversity and vegetation cover in trace element-polluted soils: A long-term field experiment. Soil Biology and Biochemistry, [s.l.], v. v. 150, p. 108014, 2020.
3. CARNEVALE, M. et al. Influence of the harvest time and the airflow rate on the characteristics of the Arundo biochar produced in a pilot updraft reactor. Biomass Conversion and Biorefinery, [s.l.], p. 1-15, 2022.
4. D'AVILA, Á. R. F. Avaliação da germinação de sementes de Corymbia Citriodora (Hook.) K.D. Hill & L.A.S. Johnson utilizando diferentes dosagens de biocarvão de casca de coco como substrato. 2018. Monografia (Bacharelado em Engenharia Florestal) - Departamento de Ciências Florestais, Centro de Ciências Agrárias Aplicadas, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2018.

5. DEVENS, K. U.; PEREIRA NETO, S.; OLIVEIRA, D. L. A.; GONÇALVES, M. S. Characterization of Biochar from Green Coconut Shell and Orange Peel Wastes. Revista virtual de Química, v. 10, n. 2, p. 288-294.
6. FREDDO, A.; CAI, C.; REID, B. J. Environmental contextualisation of potential toxic elements and polycyclic aromatic hydrocarbons in biochar. Environmental Pollution, [s.l.], v. 171, p. 18–24, 2012.
7. GONÇAVES, E. C. B. M. Construção de forno TLUD visando a produção de biocarvão de casca de coco para uso na agricultura. Monografia de Especialização. Universidade Federal Fluminense, 55 p., 2022.
8. HALE, S. E. et al. Quantifying the total and bioavailable polycyclic aromatic hydrocarbons and dioxins in biochars. Environmental Science and Technology, [s.l.], v. 46, n. 5, p. 2830–2838, 2012.
9. IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Municípios defrontantes com o mar. Dados de 2021. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/estrutura-territorial/24072-municipios-defrontantes-com-o-mar.html?=&t=downloads
10. SILVA, E. E.; DE AZEVEDO, P. H. S.; DE-POLLI, Helvécio. Determinação do carbono da biomassa microbiana do solo (BMS-C). Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2007, p. 6.
11. SOLAIMAN, Z. M.; MURPHY, D. V.; ABBOTT, L. K. Biochars influence seed germination and early growth of seedlings. Plant and Soil, [s.l.], v. v. 353, n. 1, p. 273–287, 2012.
12. SOUZA, L. Z. M. DE et al. Ecotoxicological Effects of Biochar Obtained from Spent Coffee Grounds. Materials Research, [s.l.], v. 25, n. suppl 2, 2022.
13. VITTE, A. C. O litoral brasileiro: a valorização do espaço e os riscos socioambientais. Territorium, p. 61-67, 2003.
14. ZUCCONI, Franco. Evaluating toxicity of immature compost. Biocycle, [s.l.], p. 54-57, 1981.