



## **TAXA DE BROTAÇÃO E CLOROFILA DO CULTIVO DE CANA-DE-AÇÚCAR EM CERRADO MINEIRO COM APLICAÇÃO DE BIOCARVÃO**

João Alberto Fischer Filho<sup>1</sup>  
Pablo Aislan Freitas e Silva<sup>2</sup>  
Elisângela Aparecida da Silva<sup>3</sup>  
Arthur César Monico<sup>4</sup>  
Adriana Barboza Alves<sup>5</sup>  
Gustavo Henrique Gravatim Costa<sup>6</sup>

### **Sistema de Produção Sustentável**

#### ***Resumo***

O biocarvão tem ganhado destaque como uma prática sustentável na agricultura, devido à sua capacidade de melhorar a fertilidade do solo e contribuir para a mitigação das mudanças climáticas. Este estudo teve como objetivo avaliar os efeitos de diferentes métodos de aplicação de biocarvão sobre a brotação e o teor de clorofila em cana-de-açúcar cultivada no Cerrado mineiro. A pesquisa foi realizada na Fazenda Gameleira, em Campina Verde – MG, utilizando quatro tratamentos: incorporação com aiveca (BA) e com grade (BG) na dose de 3,44 t/ha, aplicação no sulco de plantio (BS) na dose de 6,59 t/ha, e uma parcela controle (CT). A taxa de brotação foi avaliada 30 dias após o plantio, e o teor de clorofila foi medido com clorofilômetro portátil. Os resultados indicaram que o tratamento BS apresentou a menor taxa de brotação e o menor teor de clorofila, sugerindo que doses elevadas de biocarvão podem comprometer o desenvolvimento inicial da cultura. O tratamento controle apresentou os melhores resultados, sem a adição de biocarvão. Concluiu-se que a aplicação de biocarvão deve ser avaliada cuidadosamente para evitar impactos negativos na fisiologia das plantas. Estudos adicionais são recomendados para avaliar os efeitos do biocarvão ao longo do ciclo da cana-de-açúcar, com o intuito de otimizar seu uso e maximizar seus benefícios agrônômicos.

**Palavras-chave:** Cana-de-açúcar; Brotação; Clorofila; Pirólise; Sustentabilidade.

<sup>1</sup> Prof. Dr., Universidade do Estado de Minas Gerais, Campus Frutal, MG – joao.fischer@uemg.br

<sup>2</sup> Discente do Programa de Mestrado em Ciências Ambientais da Universidade do Estado de Minas Gerais, Frutal, MG – eng.pabloaislan@hotmail.com

<sup>3</sup> Profa. Dra., Universidade do Estado de Minas Gerais, Campus Frutal, MG – elisangela.aparecida@uemg.br

<sup>4</sup> Discente do Programa de Mestrado em Ciências Ambientais da Universidade do Estado de Minas Gerais, Frutal, MG – arthur.monico@uemg.br

<sup>5</sup> Pesquisadora Colaboradora, Universidade do Estado de Minas Gerais, Campus Frutal, MG - adriana.alves@uemg.br

<sup>6</sup> Prof. Dr., Universidade do Estado de Minas Gerais, Campus Frutal, MG – gustavo.costa@uemg.br

## INTRODUÇÃO

O biocarvão, produto obtido a partir da pirólise de biomassa, tem sido cada vez mais reconhecido por seus benefícios tanto na agricultura quanto no manejo ambiental. Esse material rico em carbono, ao ser incorporado no solo, melhora a retenção de água, a estrutura e a fertilidade, além de reduzir a emissão de gases de efeito estufa (Lehmann; Joseph, 2009). Sua estabilidade no solo também o torna uma opção valiosa para sequestrar carbono, ajudando a combater as mudanças climáticas ao mesmo tempo em que contribui para o aumento da produtividade agrícola (Campos et al., 2017).

Além dos benefícios diretos ao solo, o uso do biocarvão está inserido em uma tendência de práticas agrícolas sustentáveis. Essas práticas buscam, entre outros objetivos, o uso mais eficiente de insumos e a redução dos impactos ambientais associados à agricultura convencional (Glaser; Birk, 2012). Com a aplicação de biocarvão, é possível melhorar a fertilidade do solo, diminuir a necessidade de fertilizantes químicos e minimizar a lixiviação de nutrientes, o que também ajuda a proteger recursos hídricos de contaminações (Silva et al., 2020).

Quando aplicado nos solos do Cerrado, especialmente em áreas de baixa fertilidade e alta taxa de evapotranspiração, o biocarvão revela um grande potencial. Os solos dessa região, frequentemente arenosos, ácidos e pobres em matéria orgânica, apresentam baixa capacidade de retenção de água e nutrientes, o que afeta diretamente a produtividade agrícola (Ferreira; Andrade, 2018). Ao ser incorporado nesses solos, o biocarvão não só aumenta a retenção hídrica, mas também melhora a estrutura física e química do solo, criando um ambiente mais favorável para o desenvolvimento das plantas (Carvalho et al., 2021).

Considerando as mudanças climáticas e a necessidade de adaptação da agricultura a essas novas realidades, o biocarvão se destaca como uma estratégia de manejo com múltiplos benefícios. Ao mesmo tempo em que melhora a resiliência dos sistemas agrícolas, sua capacidade de fixar carbono no solo contribui diretamente para a mitigação das emissões de gases de efeito estufa (Santos et al., 2022). Por outro lado, mesmo com estudos demonstrando os efeitos positivos do biocarvão sobre os parâmetros fotossintéticos em diferentes culturas, há uma carência de informações sobre seus efeitos na cana-de-açúcar, especialmente em experimentos de campo. Essas lacunas tornam-se ainda mais evidentes quando se considera a diversidade de formas de manejo e tipos de biocarvão aplicados.

A utilização de biocarvão no manejo agrícola no Cerrado, região de grande importância para a produção agrícola brasileira, pode representar um avanço importante no desenvolvimento de práticas mais sustentáveis, melhorando a produtividade ao mesmo tempo que se promovem benefícios ambientais, como a mitigação das emissões de carbono e o aumento da eficiência no uso de nutrientes. Neste sentido, o presente trabalho tem por objetivo investigar os efeitos do biocarvão sobre a brotação e os níveis de

clorofila em cultivos de cana-de-açúcar no Cerrado mineiro, buscando fornecer informações para estratégias de manejo sustentável e para a melhoria da produtividade em solos dessa região.

## METODOLOGIA

O estudo foi realizado na Fazenda Gameleira, localizada na zona rural a 27,1 km do município de Campina Verde – MG, nas coordenadas latitude 19°35'35" e longitude 49°40'18". A área experimental foi subdividida em parcelas, e o terreno foi previamente gradeado para uniformização do solo. Para avaliar a influência dos diferentes métodos de aplicação de biocarvão nos ganhos agrônômicos, foram testadas as práticas mais comuns na cultura da cana-de-açúcar para insumos sólidos: incorporação com aiveca (BA) e com grade (BG) na dose de 3,44 t/ha, além da aplicação no sulco de plantio (BS) na dose de 6,59 t/ha. Uma parcela sem a aplicação de biocarvão foi utilizada como controle (CT).

O plantio da cana-de-açúcar foi realizado manualmente, com a abertura dos sulcos feita por sulcador e a aplicação de fertilizante MAP. As mudas de cana inteiras foram distribuídas nos sulcos, seguidas pela aplicação de uma calda contendo insumos para o tratamento de toletes (fungicidas, bioestimulantes, e fertilizantes líquidos com macro e micronutrientes). Posteriormente, os sulcos foram fechados com tampador. Trinta dias após o plantio, a taxa de brotação foi determinada pela contagem do número de gemas brotadas por metro linear, registrando-se o desenvolvimento inicial da cultura. Também foi avaliado o teor de clorofila com clorofilômetro portátil (Apogee, modelo MC-100). As medições foram feitas na folha +1, em três pontos distintos da região central, evitando nervuras e bordas. As médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Scott-Knott, ao nível de 5% de probabilidade.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A taxa de brotação por metro linear não apresentou diferenças significativas com a aplicação do biocarvão (Fig. 1). No entanto, a incorporação com aiveca (BA) e com grade (BG) apresentou resultados intermediários entre os tratamentos, enquanto a aplicação no sulco de plantio (BS) resultou na menor taxa de brotação (11,67 unidades/metro linear), sugerindo que este método pode ter sido menos eficiente para estimular o desenvolvimento inicial da cana-de-açúcar. A parcela controle (CT) apresentou a maior taxa de brotação (17 unidades/metro linear), indicando que, sob as condições avaliadas, a adição de biocarvão não promoveu um aumento nesse parâmetro. Além disso, nos tratamentos BG2 e BA, as taxas de brotação foram mais uniformes, conforme indicado pelos menores valores de desvio padrão, embora não necessariamente maiores em termos absolutos. Isso pode ser atribuído à criação de microambientes que

imobilizam temporariamente os nutrientes e à necessidade de adaptação das plantas ao biocarvão (Carvalho et al., 2021).

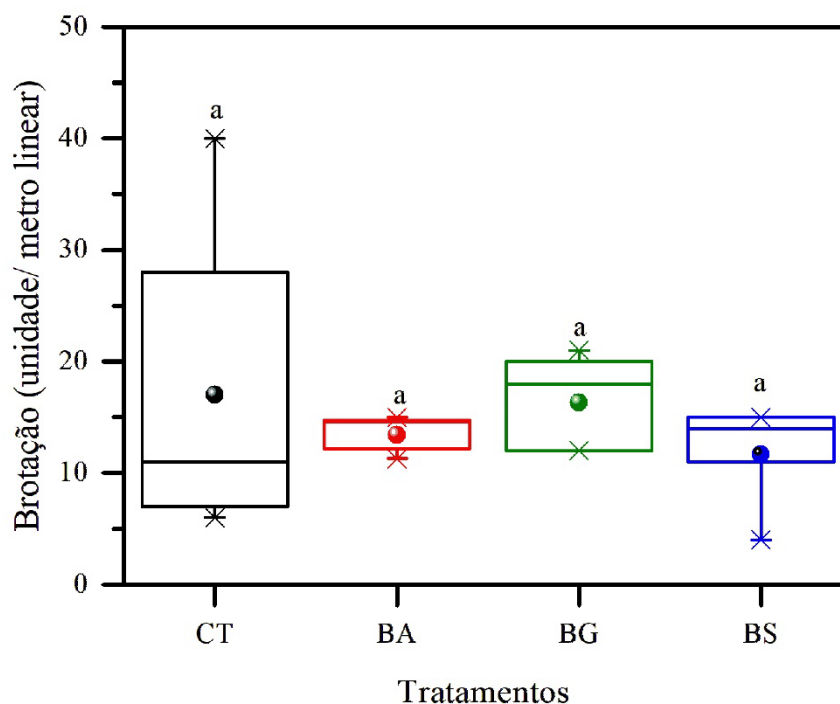


Figura 01: Boxplot da brotação por metro linear da cana-de-açúcar cultivada em solo condicionado com biocarvão. CT (controle): sem aplicação de biocarvão; BA: aplicação de 3,44 t/ha incorporado com aiveca; BG: aplicação de 3,44 t/ha incorporado com grade e BS: aplicação de 6,59 t/ha em sulco de plantio. Letras iguais indicam que as médias não diferem estatisticamente, ao nível de 5% de probabilidade (Scott-Knott).

Os resultados médios do teor de clorofila mostraram diferenças estatisticamente significativas entre os tratamentos ( $p < 0,05$ ). O tratamento BS apresentou o menor valor ( $243,24 \mu\text{mol}/\text{m}^2$ ), seguido por BA ( $277,06 \mu\text{mol}/\text{m}^2$ ), enquanto a parcela controle (CT) obteve o maior teor de clorofila ( $300,15 \mu\text{mol}/\text{m}^2$ ). Esses valores indicam que todos os tratamentos foram significativamente diferentes entre si. O menor teor de clorofila observado no tratamento BS, que utilizou a maior dose de biocarvão, sugere que a aplicação elevada pode ter impactado negativamente a produção de clorofila, possivelmente devido a alterações nas propriedades do solo, como o aumento da condutividade elétrica e o consequente estresse salino, comprometendo a absorção de nutrientes essenciais para a síntese de clorofila.

Na literatura, há relatos que confirmam a redução do teor de clorofila em função de doses elevadas de biocarvão. Yang et al. (2024) observaram que aplicações baixas de biocarvão na cultura do tabaco aumentaram a concentração de clorofila e a eficiência fotossintética, melhorando a absorção de nitrogênio e potássio. No entanto, em doses elevadas, houve uma redução no teor de clorofila e na absorção de nutrientes, indicando que a dose de biocarvão tem um efeito direto na fisiologia das plantas, o que corrobora os dados observados para o tratamento BS. Guo et al. (2021) também obtiveram resultados semelhantes no

cultivo de tomate, onde doses moderadas de biocarvão melhoraram as características fotossintéticas e o acúmulo de nutrientes. Contudo, doses elevadas reduziram a atividade fotossintética e o acúmulo de nutrientes, como nitrogênio e fósforo, devido à imobilização desses nutrientes causada pelo alto teor de carbono do biocarvão.

Esses efeitos também podem estar relacionados à menor taxa de brotação observada no tratamento BS, que apresentou o valor mais baixo entre os tratamentos (11,67 unidades/metro linear). O estresse causado pelo excesso de biocarvão e pela possível imobilização de nutrientes pode ter afetado o desenvolvimento inicial da cana-de-açúcar, resultando em menor brotação e menor produção de clorofila. Isso reforça a importância de se avaliar cuidadosamente a dose de biocarvão para otimizar seus benefícios agrônômicos sem comprometer o crescimento das plantas.

## CONCLUSÕES OU CONSIDERAÇÕES FINAIS

A dosagem e a forma de aplicação do biocarvão ainda são fatores que necessitam de uma avaliação mais aprofundada. Neste estudo, foi constatado que a menor dose testada, 3,44 t/ha, pode inibir a atividade fotossintética e impactar negativamente o crescimento inicial da cana-de-açúcar. Dessa forma, este trabalho traz contribuições importantes para a aplicação adequada do biocarvão, com o objetivo de promover a sustentabilidade e aumentar a produtividade agrícola. Novos estudos estão sendo conduzidos, monitorando essas e outras variáveis ao longo do ciclo de cultivo, a fim de entender melhor os efeitos do biocarvão em diferentes estágios de desenvolvimento da cultura e otimizar sua utilização.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à FAPEMIG e à CAPES, bem como ao Programa de Apoio à Pós-Graduação (PROAP/CAPES) e ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais da UEMG Unidade Acadêmica de Frutal (PPGCIAM) por disponibilizarem o suporte para a realização e apresentação deste trabalho.

## REFERÊNCIAS

CAMPOS, A. T., NOVOTNY, E. H., OLIVEIRA, A. R., TRUGILHO, P. F., LIMA, D. C. **Biochar in agriculture: perspectives for the Brazilian Cerrado soils.** *Journal of Agricultural Science*, v. 10, n. 5, p. 34-45, 2017.

CARVALHO, M. T. M., MADARI, B. E., BASTIAANS, L., VAN GROENIGEN, J. W., MAIA, A. H. N., MEZZARI, M. P., SILVEIRA, P. M., SÁNCHEZ, R. B. **Effects of biochar on soil properties in the Brazilian Cerrado: A review.** *Agricultural Systems*, v. 187, p. 102978, 2021.

FERREIRA, T. L., ANDRADE, L. M. **Sustainable agriculture in Cerrado with biochar application.** *Agroecology and Sustainable Food Systems*, v. 42, n. 7, p. 812-829, 2018.

GLASER, B., BIRK, J. J. **State of the scientific knowledge on properties and genesis of Anthropogenic Dark Earths in Central Amazonia (terra preta de índio).** *Geochimica et Cosmochimica Acta*, v. 82, p. 39-51, 2012.

GUO, L.; YU, H.; KHARBACH, M.; WANG, J. The response of nutrient uptake, photosynthesis and yield of tomato to biochar addition under reduced nitrogen application. *Agronomy*, v. 11, n. 8, p. 1598, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/agronomy11081598>. Acesso em: 09 de outubro de 2024.

LEHMANN, J., JOSEPH, S. **Biochar for environmental management: science and technology.** Earthscan, 2009.

SANTOS, P. C., OLIVEIRA, M. S., MOREIRA, F. M., SANTOS, A. B., SILVA, R. L., LOPES, P. S. **Cane productivity and chlorophyll levels with biochar application in tropical soils.** *Sugarcane and Sustainability Journal*, v. 11, n. 1, p. 103-114, 2022.

SILVA, F. L., RESENDE, J. C., MARTINS, A. P., PEREIRA, G. T. **Sustainable soil management with biochar in Brazilian agriculture.** *Environmental Research*, v. 185, p. 109483, 2020.

YANG, I.; AHMED, W.; YE, C.; YANG, L.; WU, L.; DAI, Z.; KHAN, K. A.; HU, X.; ZHU, X.; ZHAO, Z. Exploring the effect of different application rates of biochar on the accumulation of nutrients and growth of flue-cured tobacco (*Nicotiana tabacum*). *Frontiers in Plant Science*, Sec. Plant Nutrition, v. 15, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.3389/fpls.2024.1225031>.