

INFLUÊNCIA DO BIOCHAR DE PALHA DE CAFÉ NA PRODUÇÃO DE *Zea Mays*

Gabriele da Silva Oliveira, Lorryne Araújo Barbosa, Dheice Kelly Xavier Rodrigues, Monique Espíndula Veronez Alves, Felipe Cunha Siman, Welerson Machado da Silva.

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo, Campus Ibatiba, Av. 7 de Novembro, 40 - Centro, Ibatiba - ES, Brasil, gdasilvaoliveira71@gmail.com, araujobarbosalorryne@gmail.com, dheicekelly06@gmail.com, moniqueespindula55@gmail.com, eng.felipesiman@hotmail.com, welerson.silva@ifes.edu.br.

Resumo

Uma das alternativas para o aproveitamento de resíduos provenientes da atividade cafeeira é a utilização da palha de café como biochar. Com isso, objetivou-se com este trabalho analisar o desenvolvimento inicial do milho (*Zea mays*) com o uso de diferentes proporções de biochar. Os tratamentos utilizados foram: T1) 100 % solo; T2) 100 % solo com adubo; T3) 90 % solo + 10 % de biochar; T4) 90 % solo com adubo + 10% de biochar; T5) 70 % solo + 30 % biochar; T6) 70 % solo com adubo + 30 % biochar. Desse modo, após a análise morfológica das plantas, o tratamento que obteve o melhor resultado foi o T4 (90 % solo com adubo + 10% de biochar).

Palavras-chave: Biochar. Palha de café. Milho.

Curso: Ensino Médio integrado ao Curso Técnico em Meio Ambiente

Introdução

A produção de café no Brasil é expressiva. Apenas em 2023, a área cultivada de café arábica e conilon totalizaram 2,24 Mha. A produção de café vem crescendo anualmente e segundo dados do CONAB (2023), houve aumento da safra em 16,6 % em relação ao ano de 2022. A expansão da produtividade e das áreas cultivadas traz consigo a ampliação da geração de resíduos, como a palha de café, cuja utilização tem sido alvo de pesquisas (Vegro e Carvalho, 1994).

De maneira a manter a sustentabilidade agrícola e ecossistêmica, deve-se dar destino adequado à palha de café, atendendo à política nacional de resíduos sólidos e promovendo a diminuição do impacto causado pelo seu despejo inadequado (Brum, 2007). O descarte da palha de café in natura é proibida pela Portaria nº 23-R, de 2 de dezembro de 2003 (Idaf, 2003) em virtude de facilitar a proliferação de moscas de estábulo (*Stomoxys calcitrans*), o que impacta nas atividades agropecuárias.

Contudo, a palha de café pode ser utilizada na própria propriedade rural de maneira a melhorar as propriedades químicas, físicas e biológicas do solo, e ao mesmo dar uma destinação sustentável ao resíduo. Dentre essas destinações se destaca a utilização da palha de café como biochar aplicado ao solo, em diferentes proporções. O biochar de palha de café é produzido a partir de sua pirólise e o produto final apresenta características físico-químicas diferentes, como maior capacidade de retenção de água e nutrientes, estrutura porosa e de baixa densidade, pH elevado e favorece a diversidade de organismos no solo (Marciniczyk & Oleszczuk, 2022).

A utilização de biochar também melhora a eficiência dos fertilizantes adicionados ao solo, promovendo maior produtividade agrícola. Lustosa Filho et al. (2020) observaram que a adição de biochar junto a uma fonte fertilizante altera a dinâmica de liberação de nutrientes, aumentando a sua disponibilidade ao mesmo tempo em que promove um reservatório de nutrientes a médio e longo prazo para as culturas, o que aumenta a produtividade.

O fato do biochar constituir uma reserva de nutrientes se baseia na prerrogativa dele ser capaz de fornecer nutrientes armazenados ao solo, mantendo teores adequados durante todo o ciclo de cultivo da cultura (Li et al., 2020) o que é uma vantagem aos produtores, que ao mesmo tempo melhoram qualidade ambiental do solo e promovem a utilização sustentável da palha de café. Posto isso, o

presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da aplicação de diferentes proporções de biochar associado ou não à fertilização no desenvolvimento inicial do milho (*Zea mays*).

Metodologia

Essa pesquisa trata-se de um experimento, realizado no viveiro de mudas florestais pertencente ao Instituto Federal do Espírito Santo (IFES) - Campus Ibatiba-ES, que localiza-se com as coordenadas geográficas 20° 14' 25" de latitude Sul, 41° 30' 22" de longitude Oeste e altitude de 740 m, situado na microrregião do Caparaó, que se caracteriza pelo tipo climático "Cwb", com clima temperado quente, inverno seco, e um relativo volume de chuvas (Pezzopane et al., 2012).

Os tratamentos foram dispostos em delineamento inteiramente casualizado, com 4 repetições, seguindo o esquema fatorial 2 x 2, em que os fatores em estudo foram: 2 proporções de biochar (10 e 30 %) e adição ou não de fertilizantes. Adicionalmente, foram realizados dois tratamentos controle contendo ou não fertilização e sem adição de biochar. Os tratamentos foram: T1) 100 % solo; T2) 100 % solo com adubo; T3) 90 % solo + 10 % de biochar; T4) 90 % solo com adubo + 10% de biochar; T5) 70 % solo + 30 % biochar; T6) 70 % solo com adubo + 30 % biochar.

Para a realização do experimento foram coletadas amostras de um Latossolo vermelho-amarelo, na profundidade de 0-20 cm e foi realizada a caracterização química (Da Silva et al., 2009) e física (Teixeira et al., 2017). Os resultados são apresentados seguir: pH em H₂O = 5,22; pH em KCL = 0; pH em CaCl₂ = 4,95; P Mehlich = 5,80 mg dm⁻³; K = 35 mg dm⁻³; Na = 2,75 mg dm⁻³; Ca = 0,27 cmol_c dm⁻³; Mg = 0,20 cmol_c dm⁻³; Al = 0,05 cmol_c dm⁻³; H + Al = 1,67 cmol_c dm⁻³; SB = 0,59 cmol_c dm⁻³; t = 0,60 cmol_c dm⁻³; T = 2,20 cmol_c dm⁻³; m = 10,45 %; V = 28,51 %; MO = 0,35 dag/kg; P remanescente = 16,90 mg/L-1; Zn = 1,51 mg/dm³; Fe = 33,09 mg/dm³; Mn = 8,43 mg/dm³; Cu = 0,79 mg/dm³; B = 0,21 mg/dm³; S = 41,63 mg/dm³.

Após a caracterização química, as amostras de solo foram subdivididas em sub amostras de acordo com os tratamentos e acondicionadas em sacos plásticos, homogeneizadas e incubadas com calcário, a fim de elevar o pH a 6,0, baseado na curva de incubação com carbonato de cálcio (Alabi, et al., 1986). O período de incubação foi de 30 dias, mantendo-se a umidade próxima à capacidade de campo, feita empiricamente em laboratório.

Posteriormente a esse período, as amostras foram secas ao ar, destorroadas e passadas em peneira de 2 mm para montagem do experimento. As unidades experimentais foram constituídas por vasos plásticos contendo 3 dm³ (solo + biochar) com as proporções definidas de acordo com os tratamentos. A planta teste utilizada foi o milho (*Zea mays*). Após a germinação das plântulas de milho, foi realizado o desbaste das mudas, totalizando 3 plantas de milho por unidade experimental. As plantas foram irrigadas, diariamente, por aspersão.

Em seguida a germinação das plântulas, as unidades experimentais receberam solução nutritiva contendo 1,9 gramas de fertilizante comercial NPK 190419, 0,31679 gramas de H₃BO₃, 0,5702 gramas de ZnCl₂, 0,22845 gramas de CuSO₄ e 0,529 de KCl. Foi adicionado ao solo 8,0 gramas de fósforo (P) na profundidade de 5 cm na montagem do experimento.

O cultivo do milho teve duração de 35 dias. Decorrido o prazo experimental foi analisado em cada muda o diâmetro do caule e a altura do caule, no qual foi avaliado da região do colo ao meristema apical, com o auxílio de trenas. A parte aérea das mudas foram dispostas em sacos de papel e postas para secar em estufa de circulação de ar forçada com temperatura de 65°C, por 72 horas e posteriormente foram pesadas em balança para análise da massa de matéria seca da parte aérea (MS-PA).

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F a 5 % de probabilidade. Quando verificados os efeitos significativos, foi aplicado o teste de Tukey a 5 % de significância.

Resultados

A utilização de biochar, em suas diferentes proporções, influenciou nas variáveis massa de matéria seca da parte aérea (MS-PA), altura e diâmetro do caule. A utilização de solo + 10 % de biochar, quando não se efetuou a aplicação de fertilizantes, proporcionou melhores resultados em relação ao solo e ao solo + 30 % biochar para todas as variáveis analisadas. Enquanto o solo produziu média de 4,32 g de MS-PA, o solo + 10 % biochar e solo + 30 % biochar produziram médias de 10,12 e 5,59 g, respectivamente (Tabela 1).

Tabela 1 - Valores médios de altura (H), de diâmetro do coleto (Dc), massa seca da parte aérea (MS-PA) dos caracteres vegetativos observados 35 dias após a semeadura.

Variáveis	Tratamentos					
	Solo		Solo + 10 % Biochar		Solo + 30 % Biochar	
	Adubo	S/Adubo	Adubo	S/Adubo	Adubo	S/Adubo
Massa seca (g)	27,09D	4,32A	39,08E	10,12B	12,90C	5,59A
Altura (cm)	29,14D	15,69A	40,64E	26,87C	26,59C	20,23B
Diâmetro (mm)	12,55B	6,47D	15,34E	10,31C	10,41C	4,49A

Fonte: Médias seguidas por letras iguais na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 %.

Quando se efetua a aplicação de fertilizantes, observa-se que o solo + 10 % biochar obteve os melhores resultados em relação aos demais tratamentos, para todas as variáveis analisadas, produzindo médias de 39,08 g, 40,64 cm e 15,34 mm para as variáveis MS-PA, altura e diâmetro, respectivamente.

De maneira geral, a utilização de solo com adubo produziu melhores resultados, para todas as variáveis analisadas, em relação ao solo + 30 % biochar, com ou sem utilização de fertilizantes. Ao se considerar a aplicação de fertilizantes, o solo produziu resultados 110, 9,59 e 20,55 % superiores em relação ao solo + 30 % biochar para as variáveis MS-PA, altura e diâmetro, respectivamente.

Discussão

Os melhores resultados obtidos pela incorporação ao solo de 10 % de biochar em relação a 30 %, com ou sem fertilizante, podem estar relacionados à dinâmica de nutrientes. Um solo ideal deve conter, em média, 5 % de matéria orgânica na qual aumenta a capacidade de troca catiônica no solo, o que permite a adsorção dos nutrientes adicionados via fertilizantes (Li et al., 2020).

Conforme os nutrientes são absorvidos pelas culturas ou lixiviados, o solo, pelo processo de dessorção, libera os nutrientes contidos na fase mineral para a solução do solo, estando disponível às plantas (Li et al., 2020). Ocorre que o grande aumento de cargas negativas em função da aplicação de 30 % de biochar ao solo pode ter elevado substancialmente a densidade de cargas negativas no solo, o que influencia na dinâmica de nutrientes. Para que as plantas alcancem boas produtividades, o fornecimento do nutriente deve atender à demanda das culturas (Cahill et al. 2010), o que não se observou no biochar a 30 %. Este fenômeno também explica os melhores resultados obtidos pela adição de fertilizante ao solo em relação ao solo + biochar 30 %.

O biochar adicionado, além de proporcionar ganhos em produtividade também reduz o impacto ambiental do descarte da palha de café. O processo de pirólise permite que o carbono armazenado no resíduo vegetal se estabilize, para que assim seja incorporado ao solo, aumentando sua permanência, o que propicia a redução da emissão de carbono por outros processos, como por exemplo sua combustão como fonte de energia térmica (Uchimiya et al., 2011). Dessa maneira, tal processo acarreta em diversos benefícios ambientais e econômicos, como diminuição da emissão de CO₂, que promove a atenuação do aquecimento global e suas consequentes alterações climáticas, que afetam diversas esferas mundiais, tendo por principal o equilíbrio ambiental e o bem-estar social.

O biochar utilizado em proporções adequadas melhora a dinâmica de nutrientes no solo, o que pode impactar na quantidade de fertilizantes utilizados para se obter a produtividade esperada, reduzindo a utilização de insumos pela agricultura e o seu impacto de extração. Diante disso, entende-se que a incorporação do biochar ao solo é de grande importância para propiciar sua destinação adequada, visando a preservação ambiental.

Conclusão

Com base nos parâmetros analisados, foi possível identificar que o tratamento T4 (90 % solo com adubo + 10% de biochar), apresentou o melhor desempenho no desenvolvimento das plantas de milho (*Zea Mays*). No entanto, o solo ao se utilizar fertilizantes, produz melhores resultados em relação ao solo + 30 % de biochar com ou sem a utilização de fertilizantes.

Referências

ALABI, K. E. et al. Comparison of several lime requirement methods on coarse- textured soils of Northeastern Nebraska. **Soil Science Society of America Journal**, v. 50, n. 4, p. 937-941, 1986.

BRUM, S. S. **Caracterização e modificação química de resíduos sólidos do beneficiamento do café para produção de novos materiais**. 2007. 138 p. Dissertação (Mestrado em Agrobioquímica) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2007.

CAHILL, Sheri et al. Avaliação de fertilizantes nitrogenados alternativos para produção de milho e trigo de inverno. **Agronomy Journal** , v. 102, n. 4, p. 1226-1236, 2010.

CONAB. COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento de safra brasileiro – grãos**: Quarto levantamento, janeiro 2020 – safra 2019/2020. : Brasília: Companhia Nacional de Abastecimento. 2020. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/OlalaCMS> . Acesso em: 27 jul. 2024.

DA SILVA, Fábio Cesar et al. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2009., 2009.

GONÇALVES, J.L.M.; SANTARELLI, E.G.; MORAES NETO, S.P. & MANARA, M.P. **Produção de mudas de espécies nativas: substrato, nutrição, sombreamento e fertilização**. In: GONÇALVES, J.L.M. & BENEDETTI, V., eds. Nutrição e fertilização florestal. Piracicaba, IPEF, 2000. p.309-350.

IDAF- instituto de defesa agropecuária e florestal do espírito santo. portaria nº 23-r, de 2 de dezembro de 2003. disponível em: <http://li.cnm.org.br/r/j7fBK1>. Acesso em: 10 ago. 2024.

LAIRD, David et al. Biochar impact on nutrient leaching from a Midwestern agricultural soil. **Geoderma**, v. 158, n. 3-4, p. 436-442, 2010.

LEHMANN, Johannes et al. Biochar effects on soil biota—a review. **Soil biology and biochemistry**, v. 43, n. 9, p. 1812-1836, 2011.

MARCIŃCZYK, Marta; OLESZCZUK, Patryk. Biochar e biochar projetado como fertilizantes de liberação lenta e controlada. **Journal of Cleaner Production** , v. 339, p. 130685, 2022.

NÓBREGA, I. P. C.. **Efeitos do biochar nas propriedades físicas e químicas do solo: Sequestro de carbono no solo**. 2011. Tese de Doutorado. Universidade Técnica de Lisboa (Portugal).

PEZZOPANE, J. E. M.; CASTRO, F. S.; PEZZOPANE, J. R. M.; CECÍLIO, R. A. **Agrometeorologia: Aplicações para o Espírito Santo**. Alegre, ES: CAUFES, 2012. 174p.

TEIXEIRA, Paulo César et al. Manual de métodos de análise de solo. 2017.

UCHIMIYA, Minori et al. Influence of pyrolysis temperature on biochar property and function as a heavy metal sorbent in soil. **Journal of agricultural and food chemistry**, v. 59, n. 6, p. 2501-2510, 2011.

VEGRO, C. L. R.; CARVALHO, F.C. 1994. **Disponibilidade e utilização de resíduos gerados no processamento agroindustrial do café**. Inf. Econ., 24(1):9-16.

Agradecimento

Primeiramente a Deus pela graça da vida, e também ao IFES – Ibatiba que oportunizou a realização deste trabalho, agradecemos também aos nossos orientadores que não mediram esforços para nos ajudar nessa jornada.