

**BIOCARVÕES COMO CONDICIONADOR DE SOLO OU ASSOCIADO A
TECNOLOGIAS DE FERTILIZANTES**

COSTA, Vinícius Henrique Andrade¹; PONTES, Brenda Santos²; JUNQUEIRA, Victor Gonçalves³; SANTOS, Wedisson Oliveira⁴; CARVALHO, Matheus Ferreira⁵

¹ Graduando em agronomia, Universidade Federal de Uberlândia (UFU), Uberlândia, MG, vinicius.henrique@ufu.br;

² Graduanda em agronomia, Universidade Federal de Uberlândia (UFU), Uberlândia, MG, brendinha_spontes@hotmail.com;

³ Graduando em agronomia, Universidade Federal de Uberlândia (UFU), Uberlândia, MG, victor_junqueira@ufu.br;

⁴ Professor de Adubos e Adubação, Química e Fertilidade do Solo, Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Uberlândia (UFU), Uberlândia MG, wedisson.santos@ufu.br;

⁵ Graduando em agronomia, Universidade Federal de Uberlândia (UFU), Uberlândia, MG, math.10.carvalho1912@gmail.com

RESUMO

Os biocarvões como condicionador de solos ou até mesmo associado a tecnologias de fertilizantes tem sido objeto de estudo, pois o biocarvão pode modificar e desenvolver as propriedades do solo e potencializar o uso de fertilizantes, por exemplo os fosfatados, pois possuem a característica de ter uma liberação mais lenta dos nutrientes. Como condicionadores de solo, ajudam a melhorar as características químicas, físicas e biológicas, aumentando a capacidade de suporte de plantas. Além disso, o biochar possui características de grande superfície específica e alta capacidade de troca de cátions (CTC), somando como uma fonte viável de estabilizante químico, atuando na imobilização de contaminantes. Com isso, sendo uma alternativa a mais para maximizar as estratégias de biorremediação, além da característica recalcitrante, potencializando o período útil no solo.

Palavras-Chave: Biocarvão; Condicionador de solo; tecnologias de fertilizantes.

1. INTRODUÇÃO

O biocarvão, conhecido também pelo termo biochar (biocarvão em inglês) é o resultado do processo de pirólise lenta de materiais vegetais e/ou animais, em um local com ausência de oxigênio, taxas de aquecimento relativamente lentas, e pico de temperatura baixa (SOHI et al., 2010). As características físicas, químicas do biocarvão variam de acordo com sua matéria prima e são fundamentais para entender a funcionalidade e a maneira de como o biocarvão irá contribuir para modificar e potencializar as propriedades do solo (ATKINSON et al., 2010). Por possuir uma composição heterogênea, o biocarvão pode apresentar diferentes particularidades em sua estrutura, como superfície hidrofílica e hidrofóbica, propriedades ácidas e básicas, que vão reagir com as substâncias encontradas no solo (LUA et al., 2004).

O biocarvão é um produto rico em carbono (LEHMANN e JOSEPH, 2009), cuja porção orgânica é formada, principalmente, por compostos aromáticos, que consistem em anéis de seis átomos de carbono ligados entre si, sem oxigênio (O) ou hidrogênio (H). Nestes compostos aromáticos ocorre a retenção do carbono, resultando na permanência prolongada deste elemento no solo (PETTER et al., 2012), razão pela qual, o uso do biocarvão vem sendo indicado para a aplicação nos solos agrícolas, assim como, para a elevação das reservas de elementos essenciais para as plantas na sua composição (NÓBREGA, 2011), além de atuar como condicionador/condicionante de solo (INTERNATIONAL BIOCHAR INITIATIVE, 2015).

Na fabricação do biocarvão, a temperatura é o principal fator responsável pelo nível de carbono perdido e pela mudança física que ocorre durante a pirólise, sendo também responsável pela presença de micro-poros devido à perda de água durante a desidroxilação, aumentando, assim, a superfície específica (BAGREEV et al., 2001) e a quantidade de sítios químicos reativos. De acordo com Bracmort (2010) e Choppala et al. (2012), o biocarvão é geralmente usado para restaurar e recuperar solos inférteis e degradados porque melhora as características físico-químicas do solo, reduz as emissões de gases de efeito estufa, aumenta a eficiência do uso de nutrientes, aumenta a produtividade da cultura e a sorção de contaminantes orgânicos.

As matérias-primas de biomassa mais comuns para a produção de energia e biocarvão são plantas, madeira, resíduos agrícolas ou resíduos de colheitas, que são compostos principalmente de água, componentes lignocelulósicos (lignina, hemicelulose e celulose), extrativos e cinzas. Segundo Silveira (2015) o uso do biocarvão como condicionador de solo pode ser benéfico para as propriedades físicas, químicas e biológicas dos solos.

O enriquecimento de biomassa, por exemplo Casca de Arroz, com minerais está sendo proposto como uma alternativa para gerar produtos à base de biocarvão com potencial para serem usados como fertilizantes de liberação lenta e alto desempenho agrônômico em taxas viáveis. O objetivo dessa revisão foi contextualizar e expor alguns aspectos sobre biocarvões como condicionador de solo e até mesmo associados a tecnologias de fertilizantes.

2. DESENVOLVIMENTO

Biocarvão como condicionador do solo - Condicionadores são substâncias que, agregadas ao solo, ajudam a melhorar suas características químicas, físicas e biológicas, aumentando a capacidade de suporte de plantas. É o caso do biocarvão obtido da queima controlada, ou pirólise, de diferentes compostos, de origem animal ou vegetal, que contribui para o aumento da matéria orgânica no solo (EMBRAPA, 2017).

O biocarvão pode ser utilizado como condicionador de solo visto que tem habilidade de adicionar carbono, melhorando assim propriedades químicas, físicas e biológicas, e consequentemente proporcionando melhor desenvolvimento das plantas. A utilização do biocarvão pode ser benéfica ao meio ambiente com a retenção de carbono no solo, pois o C retido no condicionador não retorna facilmente à atmosfera sob a forma de CO₂, ainda que possa verificar-se a existência de condições ambientais e biológicas favoráveis no solo (DIAS, 2014).

A estrutura do biocarvão permite o armazenamento de água, portanto se torna uma boa alternativa para amenizar os efeitos da seca (MULCAHY et al., 2013), podendo ainda, também disponibilizar nutrientes, como cálcio, potássio, fósforo, nitrogênio e micronutrientes, dependendo do material de origem que ele provem (PETTER et al., 2012).

Uma característica do biocarvão que é comum para o carvão em geral é que ele compreende, essencialmente, formas estáveis aromáticas de carbono orgânico, e, em comparação com o carbono de uma matéria-prima de pirólise, não pode ser prontamente devolvido à atmosfera como CO₂, mesmo sob as condições ambientais e biológicas favoráveis, tais como aqueles que podem prevalecer no solo (SOHI et al., 2010).

Entretanto, a reatividade e hidrofobicidade dos carvões, bem como sua estrutura, dependem do material de origem e das condições de formação, tais como: temperatura e tempo de queima, umidade do material vegetal, disponibilidade de oxigênio entre outros. Embora eles possam ser considerados estáveis no sistema solo, se comparados a outras formas da matéria orgânica, também sofrem biodegradação e transformação (MADARI et al., 2009).

O biocarvão pode atuar na redução das emissões de CO₂ para a atmosfera. Primeiramente o dióxido de carbono é assimilado pelas plantas através da fotossíntese. No

processo de pirólise produz-se biocarvão. Aplicando-se o biocarvão no solo, pode-se considerar sequestro de C (sumidouro líquido). Esse processo tem o potencial de ser carbono negativa, que significa que, para cada unidade de energia produzida, ou possivelmente menos consumida, gases de efeito estufa seriam removidos da atmosfera (LEHMANN, 2007).

Biocarvão em tecnologias de controle de liberação de nutrientes - Sob temperaturas baixas (300 a 400°C), o biochar apresenta menor degradação de grupos funcionais, maior capacidade de troca de cátions (CTC), teor de material volátil e rendimento. O pH do biocarvão é mais alto, podendo deixar o solo mais alcalino, afetando a disponibilidade de alguns nutrientes, como, o ferro, cobre, manganês e zinco, além de também influenciar no potencial elétrico das membranas celulares, intervindo no padrão de absorção de nutrientes (NOVAIS et al., 2007).

Os biochar são conservadores dos grupos funcionais, aumentando a CTC do solo, permitindo a dessorção e retenção de nutrientes em forma iônica, manejando a disponibilidade destes para as plantas, desta forma, são direcionados para à fertilidade do solo (KAMEYAMA et al., 2017). Também é importante citar que, sua característica recalcitrante permite que este produto tenha uma vida prolongada no solo, apresentando degradação entre 0,002 e 0,26% ao ano (WANG et al., 2016).

Pode haver variações de composição, em determinados materiais de origem pode haver baixas concentrações de potássio, nitrogênio e fósforo, o que limita a disponibilidade destes nutrientes no solo para as plantas (KAMEYAMA et al., 2017). Devido à dificuldade da utilização destes biocarvões como fertilizantes, eles são muito utilizados juntamente com outros compostos orgânicos e minerais, suprimindo a necessidade desses nutrientes essenciais, em conjunto com benefícios trazidos pelo biochar, como o efeito condicionador, retentor de umidade e prolongada liberação de nutrientes (LIU et al., 2017).

Segundo Muhammad et al., (2014), diante as modificações físico-químicas no solo, aumentando a troca catiônica (CTC) do solo, o biocarvão permite adsorção de elementos minerais, os quais interferem na mineralização de compostos orgânicos e no crescimento microbiano.

A característica recalcitrante em conjunto com a possibilidade de tecnologia de lenta liberação de nutrientes, faz com que o biocarvão tenha grande relevância para elementos, como o nitrogênio e o fósforo. Devido as cargas positivas e negativas em sua superfície, o biocarvão restringe a lixiviação do NO_3^- , já que adsorvidos às cargas negativas de sua superfície, há cátions bivalentes que geram uma atração eletrostática residual. Em contrapartida, o aumento da capacidade de troca aniônica (CTA) devido ao biochar contribui na retenção do NH_4^+ (YAO et al., 2012).

Assim como para o nitrogênio, o biocarvão também pode influenciar positivamente a minimizar a adsorção dos íons fosfatos, muito recorrente nos solos brasileiros (DELUCA et al., 2009). Isso se deve a sua ampla estrutura físico-química, com variados grupamentos funcionais e alta porosidade, os quais impedem a adsorção evidente entre os óxidos de ferro e alumínio sobre o fósforo, além de permitir sua liberação gradativa.

A vantagem evidente para ambos os nutrientes (N e P) está ligada a liberação gradativa destes, aumentando a disponibilidade durante o ciclo da cultura, permitindo que a planta tenha acesso a eles sempre que necessário. Este benefício reduz as perdas entre a aplicação e absorção devido a maior solubilidade, minimizando os gastos com fertilizantes fosforados e nitrogenados, assim como, possibilitando o aumento residual destes elementos para a próxima safra (REETZ, 2016).

Biocarvão em tecnologias de estabilização química - A preocupação com o meio ambiente e com a qualidade dos solos tornou-se global, dessa maneira a busca por tecnologias e alternativas para a descontaminação de áreas, tem ganhado destaque (CORDEIRO, 2007). A contaminação do solo por uma gama de poluentes como: resíduos orgânicos, inorgânicos e



metais pesados, tem colaborado e incentivado o desenvolvimento de estratégias para reduzir o impacto causado. Dentre tais medidas são utilizados precipitações, trocas iônicas e destaque a estabilização química, devido ao seu menor custo e menor interferência na paisagem, na hidrologia e no ecossistema natural da região comparado aos demais métodos (FUNGARO et al., 2004).

Nesse aspecto, o biochar com características de grande superfície específica e alta capacidade de troca de cátions (CTC), soma como uma fonte viável de estabilizante químico, atuando na imobilização de contaminantes (ATKINSON et al., 2010). Além de aspectos químicos e físicos do boro (B) favoráveis à sua utilização, a destinação de um resíduo que usualmente não se atribui valor e é descartado em grande quantidade, proporcionando a sua ampla utilização (BEESLEY, 2010). O aumento de CTC do biocarvão está relacionado as temperaturas de pirólise, a matéria prima e Ph, em temperaturas mais elevadas (acima de 400 °C) ocorre a degradação de grupos funcionais, a aromatização e o rearranjo estrutural, reduzindo a capacidade adsorptiva (NÓBREGA, 2011).

O aumento de pH do solo com a adição do B reduz a biodisponibilidade de metais pesados como Cu, Pb e Zn, isso devido a formação de espécies de carbonato-metal e reações de grupos funcionais presentes na superfície dos biocarvões e espécies de metaloxi-hidróxido também demonstram ser um forte mecanismos responsável pela imobilização (IPPOLITO, 2017). Contudo, os biochars seguem como uma alternativa a mais para maximizar as estratégias de biorremediação, além da característica recalcitrante, potencializando o período útil no solo (FELLETT, 2014).

3. CONCLUSÕES

Os biocarvões tem-se mostrado eficientes como condicionadores de solo pois têm habilidade de adicionar carbono, melhorando assim propriedades químicas, físicas e biológicas do solo. Além disso, mostram-se relevantes também em tecnologias de controle de liberação de nutrientes, sendo que o atraso do fornecimento de nutrientes pela liberação gradual às plantas permite melhor adequação da absorção de nutrientes pelas plantas em seu ciclo vegetativo. Por fim, o biocarvão em tecnologias de estabilização química segue como uma alternativa a mais para maximizar as estratégias de biorremediação, além da característica recalcitrante, potencializando o período útil no solo.

REFERÊNCIAS

ATKINSON, C. J. ; FITZGERALD, J. D. ; HIPPS, N. A. Mecanismos potenciais para alcançar benefícios agrícolas da aplicação de biochar em solos temperados: uma revisão. **Planta e solo** , v. 337, n. 1, pág. 1-18, 2010.

BAGREEV, A., Bandoz, T. J., Locke, D. C. (2001) Pore structure and surface chemistry of adsorbents obtained by pyrolysis of sewage sludge-derived fertilizer. **Carbon**. 39:1971-1979.

BEESLEY, Luke et al. Avaliação da influência do composto e dos aditivos do biochar na mobilidade e toxicidade de metais e arsênio em um solo de mina naturalmente contaminado. **Poluição Ambiental**, v. 186, p. 195-202, 2014.

BRACMORT, K. 2010. **Biochar: examination of an emerging concept to mitigate climate change, February 1, 2010**. Congressional Research Service, 7-5700, R40186, Congressional Research Service (CRS), Report for congress, prepared for members and committees of congress.



(16) (PDF) A Review on Role of Biochar in Soil Health Enhancement. Available from: https://www.researchgate.net/publication/340091739_A_Review_on_Role_of_Biochar_in_Soil_Health_Enhancement [accessed Nov 01 2021].

CHOPPALA, G. K. et al. The Influence of Biochar and Black Carbon on Reduction and Bioavailability of Chromate in Soils. **Journal of Environmental Quality**, [s. l.], 1 jul. 2012.

CORDEIRO, J. F. S. et al. **Estabilização química e solidificação do resíduo oleoso gerado nas atividades de E&P de petróleo, com solo para uso em camadas de bases e/ou sub-bases de pavimentos rodoviários**. 2007. 130f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e ambiental) – Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande. 2007.

DELUCA, T. H., MACKENZIE, M. D.; GUNDALE, M. J. **Biochar effects on soil nutrient transformations**. IN: LEHMANN, J.; JOSEPH, S., eds. *Biochar for Environmental Management: Science and Technology*. London: Earthscan, p.251-270, 2009.

DIAS, C. M. F., **Estudos de adsorção de co2 gasoso em biocarvão (biochar)**, Coimbra, Setembro, p.26, 2014

EMBRAPA. **Biocarvão feito com resíduos é testado como condicionador de solo**. [S. l.], 2017. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/28595289/biocarvao-feito-com-residuos-e-testado-como-condicionador-de-solo>. Acesso em: 8 nov. 2021.

FELLET, G.; MARMIROLI, M. ; MARCHIOL, L. Absorção de elementos por espécies acumuladoras de metal cultivadas em rejeitos de minas corrigidos com três tipos de biochar. **Ciência do Ambiente Total** , v. 468, p. 598-608, 2014.

FUNGARO, D. A.; FLUES, M. S.; CELEBRONI, A. P. **Estabilização de solo contaminado com zinco usando zeólitas sintetizadas a partir de cinzas de carvão**. *Química Nova*, v. 27, p. 582-585, 2004.

INTERNATIONAL BIOCHAR INITIATIVE – **Biochar use in soils**. Disponível em: <http://www.biochar-international.org/biochar/soils>. Acesso em: 8 nov. 2021.

IPPOLITO, J. A. et al. Os biochars reduzem os metais biodisponíveis do solo da mina. **Revista de qualidade ambiental** , v. 46, p. 411-419, 2017.

KAMEYAMA, K.; IWATA, Y.; MIYAMOTO, T. **Biochar amendment of soils according to their physicochemical properties**. *Japan Agriculture Research*, v. 51, p. 117-127, 2017.

LEHMANN, J. **Bio-energy in the black**. *Frontiers in Ecology and the Environment*, v. 5, n. 7, p. 381-387, 2007.

LEHMANN, J.; Joseph, S. **Biochar for Environmental Management**. [s. l: s. n.] 1:449p., 2009.

LIU, Z.; HE, T.; CAO, T.; YANG, T.; MENG, J.; CHEN, W.; **Effects of biochar application on nitrogen leaching, ammonia volatilization and nitrogen use efficiency in two distinct soils**. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, v. 17, p. 515-528, 2017.



LUA, A.C., Yang, T., Guo, J. (2004) **Effects of pyrolysis conditions on the properties of activated carbons prepared from pistachio-nut shells.** Journal of Analytical and Applied Pyrolysis. 72(279-287).

MADARI, B. E.; CUNHA, T. J. F.; NOVOTNY, E. H.; MILORI, D.; MARTIN-NETO, L.; BENITES, V.; COELHO, M. R.; SANTOS, G. A. **Matéria Orgânica dos Solos Antrópicos da Amazônia (Terra Preta de Índio): suas características e papel na sustentabilidade da Fertilidade do Solo.** Teixeira, WG, Kern, DC, Madari, BE; Lima, EN, Woods, WI As terras Pretas de Índio da Amazônia: Sua Caracterização e Uso deste Conhecimento na Criação de Novas áreas. Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, Brasil, 2009.

MUHAMMAD, N., DAI, Z., XIAO, K., MENG, J., BROOKES, P. C., LIU, X., WANG, H., WU, J., XU, J. **Changes in microbial community structure due to biochars generated from different feedstock and their relationships with soil chemical properties.** Geoderma, 270-278, 2014.

MULCAHY, D. N. et al, **Biochar soil amendment increases tomato seedling resistance to drought in Sandy soils.** Journal of Arid Environments, 88: 222-225, 2013.

NÓBREGA, I. P. C. **Efeitos do Biochar nas propriedades físicas e químicas do solo: - Sequestro de carbono no solo.** Universidade de Lisboa, 2011.

NOVAIS, R. D., ALVAREZ, V. H., BARROS, N. F., FONTES, R. L., CATARUTTI, R. B., Neves, J. C. L. (eds.) **Fertilidade do Solo.** Viçosa, 2007.

PETTER et al. **Biochar como condicionador de substrato para a produção de mudas de eucalipto.** Revista Caatinga, 25: 44-51, 2012.

REETZ, H. F. **Fertilizers and their use eficiente use.** In: IFA, International Fertilizer Industry Association. Paris, France, 2016.

SILVEIRA, G. et al. **Biocarvão como complemento no substrato para a produção de mudas de tomate cereja – Experimento 2.** XXXV Congresso Brasileiro de Ciências do Solo, [s. l.], 2015. Disponível em: <http://eventosolos.org.br/cbcs2015/arearestrita/arquivos/1563.pdf>. Acesso em: 9 nov. 2021.

SOHI, S. P., KRULL, E., LOPEZ-CAPEL, E., BOL, R., 2010. **A review of biochar and its use and function in soil.** In: SPARKS, D.L. Advances in Agronomy. Hardbound, 2010.

WANG, J.; XIONG, Z.; KUZUYAKOV, Y. **Biochar stability in soil: meta-analysis of decomposition and priming effects.** GCB Bioenergy. v.8, p. 512–523, 2016.

YAO, Y.; GAO, B.; ZHANG, M.; INYANG, M.; ZIMMERMAN, A.R. **Effect of biochar amendment on sorption and leaching of nitrate, ammonium, and phosphate in a sandy soil.** Chemosphere. v. 89, p. 1467–1471, 2012.