

Potássio liberado por biocarvão de lodo de esgoto enriquecido com agromineral e ácido oxálico

Jéssica da Luz Costa¹, Camila Rodrigues Costa², Gilberto de Oliveira Mendes³, Éder de Souza Martins⁴, Giuliano Marchi⁵, Marcela Granato Barbosa dos Santos⁶, Juscelina Arcanjo dos Santos⁷, Andressa Blasi Paiva⁸, Isabela Dias de Souza⁹, Cícero Célio de Figueiredo¹⁰

Resumo

A correta destinação do lodo do esgoto (LE) tem se tornado um grande desafio para sociedade. O uso do LE in natura como fertilizante pode acarretar contaminação por microrganismos patogênicos e metais tóxicos. O biocarvão de LE (BLE), obtido pela pirólise do LE, é uma alternativa segura para viabilizar o uso agrícola do LE. O BLE é um fertilizante multinutrientes, porém apresenta baixa concentração de potássio (K). Uma forma de tornar o BLE um fertilizante completo seria a adição de fontes alternativas de K, produzidas a partir da moagem de rochas silicáticas, como os sienitos. No entanto, a baixa solubilidade do agromineral tem se tornado um empecilho para o uso desse insumo. Nesse sentido, este trabalho tem por objetivo avaliar a dinâmica de liberação de K oriundo dos fertilizantes à base de BLE enriquecidos com pó de rocha e ácido orgânico (oxálico) (FEs). Para isso, os FEs foram incubados e avaliados nos períodos de 12 horas e 20 dias. Os resultados indicam que o ácido oxálico potencializou a solubilização de K oriundo dos fertilizantes à base de biocarvão e agromineral. Como essa é uma nova linha de pesquisa, mais estudos devem ser realizados para ajustar as concentrações e a forma de aplicação do ácido oxálico a fim de aumentar a eficiência desses fertilizantes.

Termos para indexação: biocarvão de lodo de esgoto, solubilização de potássio, ácido oxálico, novos fertilizantes.

Introdução

O lodo de esgoto (LE) é um resíduo gerado em grandes volumes nas estações de tratamento. A destinação correta desse resíduo ainda representa um grande desafio para a sociedade. Entre as alternativas, em termos mundiais, destacam-se a reutilização em solos agrícolas e a recuperação de áreas degradadas. No entanto, a utilização do LE in natura na agricultura é limitada em razão da presença de microrganismos patogênicos e metais tóxicos (BRASIL, 2006). Uma possibilidade para contornar esses problemas e viabilizar o uso LE é a realização do tratamento térmico por pirólise (Deenik; Cooney, 2016).

O produto sólido obtido pela pirólise é denominado biocarvão e tem sido usado como condicionador do solo ou fertilizante capaz de substituir fontes minerais industrializadas (Faria et al., 2018). O biocarvão de LE (BLE) é um fertilizante multinutrientes, principalmente C, P, N e Fe, mas apresenta baixa concentração de K (Fachini et al., 2022).

¹ Graduanda em Agronomia, Universidade de Brasília, jessicadaluzcosta@gmail.com

² Agrônoma, doutora em Produção Vegetal, Universidade de Brasília, camilarodcosta@gmail.com

³ Agrônomo, doutor em Microbiologia Agrícola, Universidade Federal de Uberlândia, gilbertomendes@ufu.br

⁴ Geólogo, doutor em Geologia, Embrapa Cerrado, eder.martins@embrapa.br

⁵ Agrônomo, doutor em Agronomia, Embrapa Cerrado, giuliano.marchi@embrapa.br

⁶ Engenheira ambiental e sanitária, doutoranda em Agronomia, Universidade de Brasília, marcelagbsantos@gmail.com

⁷ Engenheira florestal, doutora em Engenharia Florestal, Universidade de Brasília, celinarcanjo@hotmail.com

⁸ Agrônoma, Universidade de Brasília, andressabpd@hotmail.com

⁹ Agrônoma, Universidade de Brasília, isabela99dias99@gmail.com

¹⁰ Agrônomo, doutor em Agronomia, Universidade de Brasília, cicerocef@unb.br

Uma alternativa para tornar os BLE um fertilizante mais completo é o seu enriquecimento com fontes de K. Estudos já demonstraram que o enriquecimento do BLE com fontes solúveis de K gera um fertilizante de liberação lenta de K, com bom desempenho agrônômico e reduzidas perdas por lixiviação (Fachini et al., 2022).

Uma linha de pesquisa ainda pouco estudada é a mistura de remineralizadores (agrominerais) como fonte de K para enriquecer biocarvões e produzir novos fertilizantes com matérias-primas sustentáveis. A baixa solubilidade desses materiais ainda é uma limitação para a expansão do seu uso. Uma possível alternativa para aumentar a solubilidade de agrominerais é a adição de ácidos orgânicos.

Já é conhecido o potencial dos ácidos orgânicos para solubilizar rochas potássicas (Duarte et al., 2022). Logo, as informações já disponíveis na literatura permitem levantar a hipótese de que fertilizantes à base de BLE enriquecidos com pó de rocha na presença de ácidos orgânicos podem aumentar a liberação de K. Portanto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a dinâmica temporal de liberação de K oriundo dos fertilizantes à base de BLE enriquecidos com agromineral (sienito silicático) e ácido orgânico (oxálico).

Materiais e métodos

O BLE foi produzido a partir de amostras de LE coletadas na estação de tratamento de esgoto (ETE) Melchior, localizada em Samambaia, DF. O LE seco ao ar foi triturado e posteriormente submetido à temperatura de 300 °C em forno de pirólise (Linn Elektro Therm, Eschenfelden, Alemanha), a uma taxa média de aumento de temperatura de 2,5 °C min⁻¹, totalizando 120 minutos para atingir 300 °C, e tempo de residência de 5 horas. Antes da produção dos fertilizantes, o BLE, foi caracterizado física e quimicamente conforme metodologia padrão para fertilizantes orgânicos (Silva, 2009), cujos resultados são apresentados na Tabela 1.

Os fertilizantes foram produzidos pela mistura física do BLE, agromineral (sienito silicático) e do amido como agente aglutinador. A quantidade total do agromineral e do agente aglutinador foi estipulada de acordo com as características do BLE. A mistura foi submetida aos processos de peletização e granulação para obtenção de pellets e grânulos (FEs).

Para avaliar a dinâmica de liberação de K dos fertilizantes, foi realizado o experimento de incubação conforme descrito em Bley et al. (2017). Os fertilizantes foram incubados em recipientes contendo amostras de um Neossolo Quartzarênico. Antes do ensaio de incubação, foi feita análise química e física do solo, conforme metodologia padrão (Silva, 2009), cujos resultados são apresentados na Tabela 2.

Os FEs e o fertilizante mineral KCl foram colocados em sachês com malha permeável de poliéster e selados nas extremidades. Os sachês contendo os fertilizantes foram cuidadosamente inseridos no meio da massa de solo de cada recipiente. Toda a massa de solo foi homogeneizada, e foi retirada uma alíquota para determinação dos teores de P pelo extrator Mehlich 1.

Os dados foram submetidos à análise de variância com dois fatores, e as médias de três repetições foram comparadas pelo teste LSD de Fisher ($p < 0,05$). Para tal, foi utilizado o software XLSTAT.

Resultados e discussão

As características químicas do biocarvão e dos fertilizantes à base de biocarvão são apresentadas na Tabela 1. De maneira geral, por causa da mistura do biocarvão com o agromineral, a concentração final dos nutrientes é reduzida nos fertilizantes.

Tabela 1. Caracterização do biocarvão e dos fertilizantes à base de biocarvão de lodo.

Característica	Unidade	Biocarvão	FE - Pellet	FE - Grânulo
K ₂ O	%	0,3	0,3	0,24
pH	.	6,5s	6,1	6,4
Mat. Org.	%	47,20	41	41,3
Umidade	%	9,2	5,4	5,6
Relação C/N	.	2,2	9,5	8,4
P ₂ O ₅ (Total)	%	5,50	4,2	4,0
N	%	3,4	2,5	2,8
Ca	%	0,70	0,63	0,64
Mg	%	0,18	0,24	0,19
S	%	0,86	0,77	0,80
Cu	mg/kg	115	88	81
Fe	mg/kg	24900	20330	21440
Mn	mg/kg	134	395	368
Zn	mg/kg	400	453	415
C. Org	%	7,5	23,8	23,9

Os atributos químicos e físicos do solo antes da incubação dos fertilizantes são apresentados na Tabela 2. Os atributos indicam um solo com alto teor de areia e baixa disponibilidade de nutrientes.

Tabela 2. Características químicas e físicas do Neossolo Quartzarênico.

Atributo	Unidade	Neossolo
pH (CaCl ₂)	-	5,2
Ca	cmol _d /dm ³	2,0
Mg	cmol _d /dm ³	0,8
Al	cmol _d /dm ³	0,00
H + Al	cmol _d /dm ³	1,6
CTC*	cmol _c /dm ³	4,47
P (Mehlich 1)	mg/dm ³	1,0
K	mg/dm ³	0,067
K	%	26
Mat. Org.	%	20,0
Sat. Al (m)	%	0
Sat. Base (V)	%	64
Argila	g/kg	105,3
Areia	g/kg	846,8
Silte	g/kg	47,9

*CTC: capacidade de troca de cátions.

Na Figura 1, são apresentados os teores de K liberados pelos FEs no início (12 horas) e ao final do período de incubação (20 dias). A liberação de K não foi afetada pelo tipo de fertilizante (pellet ou grânulo) em ambos os períodos avaliados. Entretanto, a adição de ácido orgânico estimulou a liberação de K dos fertilizantes ($P < 0,05$). Na primeira avaliação, doze horas após o início da incubação, houve uma forte influência do ácido orgânico na liberação de K dos fertilizantes à base de biocarvão,

tanto na forma de pellet quanto de grânulo. Nesse período, a adição de ácido orgânico aumentou a liberação de K em cerca de quatro vezes tanto para grânulos quanto para pellet (Figura 1). Esses resultados estão em consonância com os encontrados em estudos de solubilização de rochas potássicas pelo ácido oxálico (Lodi et al., 2021; Duarte et al., 2022).

Mesmo após vinte dias do início da incubação, também foi verificado o efeito do ácido oxálico aumentando a liberação de K. A manutenção do efeito aos 20 dias indica duas possíveis explicações: a) não há degradação do ácido e o seu efeito se preserva por pelo menos 20 dias após a aplicação ao solo; b) mesmo que tenha havido degradação do ácido, não houve formação de compostos insolúveis de K no solo. Por fim, no presente trabalho, não foi possível identificar a origem do K liberado (se do agromineral ou do próprio biocarvão). Isso suscita a necessidade de novos estudos que contemplem a identificação do K liberado.

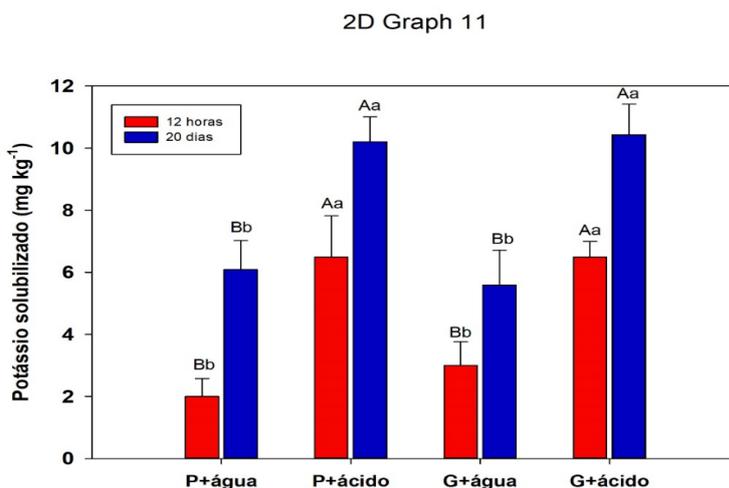


Figura 1. Solubilização de potássio de fertilizantes à base de biocarvão em dois períodos, 12 horas e 20 dias. Médias seguidas por letras iguais, maiúsculas entre tipos de fertilizantes e minúsculas entre tipo de aditivo (água ou ácido), não apresentam diferenças estatísticas entre fertilizantes de acordo com o teste LSD de Fischer ($p < 0,05$).

Conclusão

O ácido oxálico potencializou a solubilização de K oriundo dos fertilizantes à base de biocarvão e pó de rocha (rico em sienito). Os efeitos do ácido se preservaram por pelo menos 20 dias após a sua aplicação ao solo. Novos trabalhos devem ser realizados para ajustar as concentrações e a forma de aplicação do ácido para elevar o seu efeito na solubilização de K dos fertilizantes à base de biocarvão e agromineral.

Referências bibliográficas

- BLEY, H.; GIANELLO, C.; SANTOS, L. da S.; SELAU, L. P. R. Nutrient release, plant nutrition, and potassium leaching from polymer-coated fertilizer. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 41, 2017. e0160142.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Resolução nº 375, de 29 de agosto de 2006. Define critérios e procedimentos, para o uso agrícola de lodos de esgoto gerados em estações de tratamento de esgoto sanitário e seus produtos derivados, e dá outras providências. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, nº 167, Seção 1, p. 141-146, 29 ago. 2006.
- DEENIK, J. L.; COONEY, M. J. The potential benefits and limitations of corn cob and sewage sludge biochars in an infertile Oxisol. *Sustainability*, v. 8, n. 2, 2016. Article 131.
- DUARTE, L. M.; XAVIER, L. V.; ROSSATI, K. F.; OLIVEIRA, V. A.; SCHIMICOSCKI, R. S.; ÁVILA NETO, C. N. de; MENDES, G. de O. Potassium extraction from the silicate rock Verdete using organic acids. *Scientia Agricola*, v. 79, n. 2, 2022. e20200164.
- FACHINI, J.; FIGUEIREDO, C. C. de; VALE, A. T. do. Assessing potassium release in natural silica sand from K-enriched sewage sludge biochar fertilizers. *Journal of Environmental Management*, v. 314, 2022. 115080.

FARIA, W. M.; FIGUEIREDO, C. C. de; COSER, T. R.; VALE, A. T.; SCHNEIDER, B. G. Is sewage sludge biochar capable of replacing inorganic fertilizers for corn production? Evidence from a two-year field experiment. **Archives of Agronomy and Soil Science**, v. 64, n. 4, p. 505-519, 2018.

LODI, L. A.; KLAIC, R.; RIBEIRO, C.; FARINAS, C. S. A. Green K-fertilizer using mechanical activation to improve the solubilization of a low-reactivity potassium mineral by *Aspergillus niger*. **Bioresource Technology Reports**, v. 15, 2021. Article 100711.

SILVA, F. C. da (Ed.). **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. 2. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2009.