

## Fertilizantes organominerais à base de borra de café <sup>(1)</sup>

Sophia Helena Saldanha Bethencourt <sup>(2)</sup>; David Vilas Boas Campos <sup>(3)</sup>; Fernanda Lavra de Oliveira Lima <sup>(4)</sup>; Daiane Rigoni <sup>(5)</sup>; Victória Fontoura Araújo de Souza <sup>(6)</sup>.

<sup>(1)</sup> Trabalho executado com recursos da Embrapa Solos. <sup>(2)</sup> Acadêmica do Curso de Engenharia Agrícola e Ambiental na Universidade Federal Fluminense; Bolsista PIBIC na Embrapa Solos, Rio de Janeiro, RJ. <sup>(3)</sup> Engenheiro Agrônomo, doutor em Agronomia, pesquisador na Embrapa Solos, Rio de Janeiro, RJ. <sup>(4)</sup> Engenheira de Recursos Hídricos e do Meio Ambiente, mestranda do Curso de Engenharia de Biosistemas na Universidade Federal Fluminense, Bolsista FUNARBE na Embrapa Solos, Rio de Janeiro, RJ. <sup>(5)</sup> Analista Embrapa Solos. <sup>(6)</sup> Acadêmica do Curso de Agronomia na Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro; Bolsista na Embrapa Solos

**Resumo** – A borra de café é um resíduo produzido em grandes quantidades, e por ser um material orgânico, apresenta potencial para ser reciclado e usado como insumo na produção de fertilizantes. Este projeto tem como objetivo produzir e caracterizar fertilizantes organominerais feitos com borra de café. Foram produzidas e caracterizadas cinco formulações de fertilizantes. Avaliou-se a liberação de K e Na em solo incubado em condições de laboratório, após aplicação dos fertilizantes KCl, K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> e OrgBorra3. Os resultados mostram uma alta CTC da borra de café, de 419,59 mmolc kg<sup>-1</sup>. Todos os cinco fertilizantes organominerais produzidos apresentaram teores de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> entre 20 e 30%, e teor de N entre 0,5 e 5,7 %. O fertilizante OrgBorra aumentou os teores de K trocável no solo.

**Palavras-Chave:** capacidade de troca catiônica, fotômetro de chamas, extrator Mehlich 1, potássio no solo.

### Introdução

Historicamente, o Brasil é conhecido como um dos maiores produtores e exportadores de café, sendo que em 2023 chegou a produzir cerca de 55,1 milhões de sacas de café (Conab, 2023). Ao encontro da alta produção, os brasileiros consomem cerca de 5,2 kg de café torrado por habitante por ano (ABIC, 2023), tornando a população a segunda maior consumidora do mundo (MAPA, 2023). No entanto, o alto consumo da bebida gera um resíduo: a borra de café, que possui uma composição orgânica, necessária para o crescimento e nutrição das plantas (Moura et al., 2016).

Em paralelo ao cenário cafeeiro do Brasil, o país encontra-se como quarto maior exportador de fertilizantes no mundo inteiro, estando atrás apenas de China, Índia e Estados Unidos (ANDA, 2021). Foram importadas ao todo 13.104 mil toneladas de fertilizantes de janeiro a maio de 2024, porém só foram produzidas 3.263 mil toneladas de adubo nacional no mesmo período (ANDA, 2024). A partir desse cenário, observa-se que o Brasil é um país muito dependente de nações exportadoras de fertilizantes (Conab, 2024).

Os fertilizantes organominerais são uma alternativa para a adubação do solo, além de ser capaz de ser produzido com resíduos e reduzir os impactos ambientais da destinação incorreta dos mesmos (Cruz et al. 2017). Além disso, adubos desse tipo conseguem melhorar o crescimento das plantas e auxiliar na fixação do gás carbônico no solo (Xiao et al., 2017), e também apresentam maior eficiência graças sua liberação mais lenta no solo, minimizando a perda de nutrientes.

Assim, o objetivo do projeto foi produzir e caracterizar cinco fertilizantes organominerais a base de borra de café.

### Material e Métodos

Todas as análises foram conduzidas no Laboratório de Tecnologia em Fertilizantes pertencente ao LASP da Embrapa Solos. A borra de café foi doado por uma empresa que gerencia resíduos da cafeicultura.

### CTC da borra de café

A determinação da Capacidade de Troca Catiônica foi feita de acordo com o método encontrado no Manual de Métodos Analíticos Oficiais para Fertilizantes e Corretivos (MAPA, 2017)

## Produção dos fertilizantes

Foram escolhidas cinco formulações, contendo fertilizantes fosfatados e outros insumos orgânicos na sua composição (Tabela 1). Elas foram granuladas em um discopelotizador de prato, e posteriormente, secas em estufa a 45 °C. Por fim, foram peneiradas, utilizando peneiras de 1 e 4 mm, de acordo com a legislação do Ministério da Agricultura para uso e comercialização de fertilizantes (MAPA, 2017).

## Caracterização dos fertilizantes

Foram feitas análises de Potássio Solúvel em Água, Fósforo Total e Nitrogênio Total a partir dos métodos disponíveis no Manual de Métodos Analíticos Oficiais para Fertilizantes e Corretivos (MAPA, 2017)

**Tabela 1.** Formulação dos Fertilizantes a partir da borra de café.

Fertilizantes	Formulação	% Borra de café
OrgMAP	BC + MAP	50
OrgST	BC + superfosfato triplo	50
OrgBorra	BC + MAP + KCl	35
OrgCama	BC + cama de frango + MAP	25
OrgSui	BC+ composto suíno + MAP	25

A análise de Potássio Solúvel em Água foi feita a partir do método por fotometria de chama, que consiste na solubilização do potássio com água quente e na medida da sua emissão em fotômetro de chama. O teor é expresso como óxido de potássio ( $K_2O$ ).

Para a determinação de fósforo total, utilizou-se o método espectrofotométrico do ácido molibdovanadofosfórico, onde é formado um complexo colorido entre o fosfato e os reagentes vanadato e molibdato de amônio.

Já para o Nitrogênio Total a análise foi fundamentada no micrométodo da liga da Raney, onde todas as formas não amoniacais de nitrogênio são amonificadas e, em seguida, destiladas alcalinamente e recebida em solução de ácido bórico (MAPA, 2017).

## Liberção de K e Na em condições de laboratório

O experimento foi realizado em bancada, em copos plásticos, cada um contendo 100 g de solo arenoso da classe Planossolo Háplico e a adição do equivalente a 100 mg.kg<sup>-1</sup> de potássio, variando de acordo com o teor de K de cada tratamento escolhido. Foram, ao todo, quatro tratamentos, um de controle, KCl (para agricultura convencional), K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (para agricultura orgânica) e um tratamento com OrgBorra (Tabela 2).

Foram realizadas sete coletas nos tempos 1, 7, 15, 30, 45, 60 e 90 dias após a adição dos tratamentos, totalizando 84 amostras. Durante todo o período, a umidade foi mantida em capacidade de campo e, após realizada a coleta, cada amostra foi seca em estufa à 45°C e homogeneizada para dar seguimento às análises químicas.

## Determinação de K e Na

Para a determinação dos nutrientes, realizou-se a metodologia de extração ácida como descrita no Manual de Métodos e Análise de Solo (2017). O método utilizou 10g de cada amostra de solo tratado e 100 mL de uma solução de extrato de Mehlich-1 para o preparo da solução de análise.

**Tabela 2.** Fertilizantes utilizados no experimento e os teores de K<sub>2</sub>O de cada tratamento.

Tratamento	Composição	Teor de K <sub>2</sub> O (%)
KCl	Fertilizante comercial	58,0
K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Fertilizante comercial	50,0
OrgBorra	BC + MAP + KCl	10,8

A mistura foi posta em agitação por 5 minutos e em repouso por uma noite. Ao final do período de repouso, a solução foi coletada e a leitura realizada em fotômetro de chama Digimed DM-62. Realizada a leitura, os resultados em ppm foram transformados para concentrações em mg.kg<sup>-1</sup> como descrito na equação.

Onde:

Valor 10 – fator que leva em consideração a diluição solo: extrator

$$K^+, Na^+ (mg\ kg^{-1}) = 10 \cdot L_2 \cdot d$$

L<sub>2</sub> – Leitura da amostra, em absorbância

d – Fator de diluição do extrato de Mehlich-1 (se não for necessária a diluição, considera-se d = 1);

## Resultados e Discussão

### CTC da borra de café

Os resultados de CTC da borra de café encontrados estão apresentados na **Tabela 3**, obtidos através da média das triplicatas de cada amostra.

Foi possível observar que a CTC da borra de café apresentou uma média de 419,59 mmolc kg<sup>-1</sup>. De acordo com a IN 61/2020 para organominerais sólidos, os insumos devem apresentar uma CTC mínima de 80 mmolc kg<sup>-1</sup> assim, a borra de café é um insumo que pode ser adicionado às formulações para aumentar a CTC do fertilizante organomineral.

**Tabela 3.** Resultado da análise de CTC da borra de café.

Repetição	CTC (mmolc kg <sup>-1</sup> )
1	406,20
2	424,27
3	428,32
Média	419,59

### Caracterização dos fertilizantes

Os demais resultados das análises químicas podem ser observados na **Tabela 4**.

Os fertilizantes organominerais produzidos apresentaram teores de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> total entre 20 e 30%.

Apenas o fertilizante OrgBorra, que tem KCl na sua formulação, é classificado como NPK (03-20-10). Todos os demais fertilizantes apresentaram teores menores que 1% de K<sub>2</sub>O.

Ao observar os resultados de nitrogênio, observou-se que as formulações com adição de MAP apresentaram maiores teores, especialmente o OrgMAP, com 5,70%. Essa diferença pode ser

**Tabela 4.** Resultados das análises de caracterização dos fertilizantes produzidos a partir de borra de café.

Fertilizante	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (%)	K <sub>2</sub> O (%)	N (%)
OrgMAP	29,54	0,28	5,70
OrgST	22,65	0,24	0,50
OrgBorra	20,02	10,80	3,11
OrgCama	29,79	0,71	4,26
OrgSui	29,96	0,63	4,31

associada ao teor de N, em torno de 11%, presente na composição do MAP, na forma de nitrogênio amoniacal (MAPA, 2017).

As análises de CTC dos fertilizantes encontram-se em andamento, sendo realizadas no Laboratório de Tecnologia em Fertilizantes, na Embrapa Solos, localizada no Jardim Botânico no Rio de Janeiro.

### Liberação de K e Na em condições de laboratório

Neste estudo somente foi utilizado o fertilizante Orgborra, pois foi o único com teor alto de potássio na sua composição. Os demais tratamentos foram fertilizantes contendo potássio, KCl e K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Foi possível observar que houve diferença de concentrações entre os tratamentos com adubação e a testemunha, que não sofreu nenhuma adição de fertilizante, em todas as coletas, indicando o efeito da aplicação dos tratamentos no solo.

Ao analisar a Figura 1, é possível observar que o fertilizante organomineral OrgBorra aumentou os teores de K<sup>+</sup> trocável no solo, com teores variando entre 90 e 140 mg kg<sup>-1</sup>. Já os tratamentos com KCl e K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> não apresentaram diferença significativa, elevando os teores de potássio trocável entre 80 e 100 mg kg<sup>-1</sup>.

A Figura 1 evidencia a eficácia da aplicação dos tratamentos no solo, já que a testemunha se manteve constante, sem alterações significativas, durante os períodos de coleta.

A respeito dos níveis de liberação de Na<sup>+</sup>, todos os tratamentos apresentaram teores abaixo de 10 mg kg<sup>-1</sup> (Figura 2).

É de grande importância o monitoramento da liberação de sódio por meio dos fertilizantes, já que esse nutriente é tóxico para as plantas.

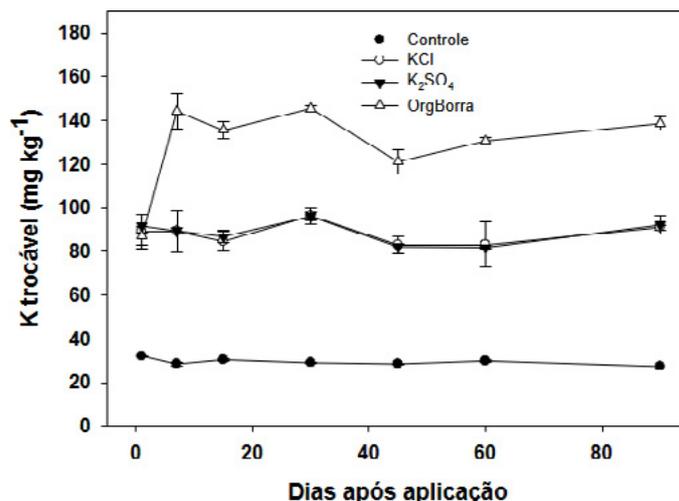
### Conclusões

Com base na borra de café, foi possível produzir fertilizantes organominerais NPK e NP e fosfatados. A borra de café apresenta um alto valor de CTC, acima de 400 mmolc kg<sup>-1</sup>.

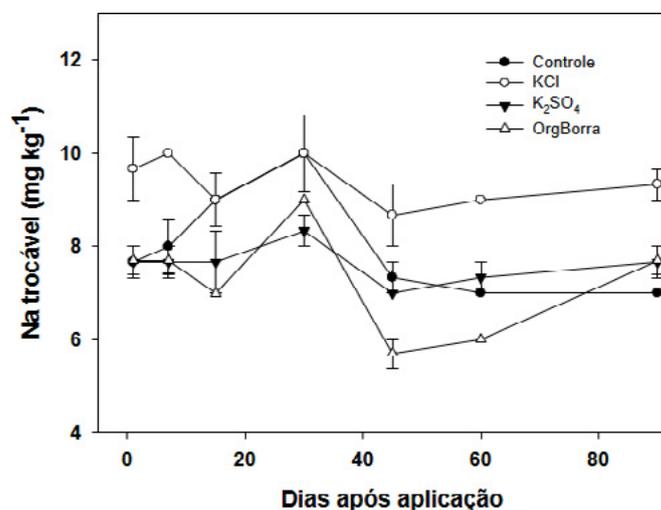
O fertilizante organomineral OrgBorra, assim como os fertilizantes KCl e K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> aumentaram os teores de potássio trocável no solo, e não elevaram os teores de sódio.

### Agradecimentos

À Embrapa Solos e ao CNPq pelo apoio logístico-financeiro.



**Figura 1.** Concentração de K Trocável em solo adubado com diferentes fertilizantes potássicos comerciais e OrgBorra em vários períodos de incubação.



**Figura 2.** Concentração de Na Trocável em solo adubado com diferentes fertilizantes potássicos comerciais e OrgBorra em vários períodos de incubação.

## Referências

ABIC. Indicadores da Indústria de Café. [S. l.], 2024. Disponível em: <https://estatisticas.abic.com.br/estatisticas/indicadores-da-industria/>. Acesso em: 25 ago. 2024.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL PARA DIFUSÃO DE ADUBOS. Anuário estatístico do setor de Fertilizantes 2024. São Paulo: ANDA, 2024.

BRASIL é o maior produtor mundial e o segundo maior consumidor de café. Gov.br, [S. l.], p. 1, 14 abr. 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/brasil-e-o-maior-produtor-mundial-e-o-segundo-maior-consumidor-de-cafe>. Acesso em: 24 ago. 2024.

CONAB. Produção de café cresce 8,2% em 2023 e chega a 55,1 milhões de sacas. Companhia Nacional de Abastecimento, [S. l.], p. 1, 1 ago. 2024.

CRUZ, A. C.; PEREIRA, F. dos S.; FIGUEIREDO, V. S. Fertilizantes organominerais de resíduos do agronegócio: avaliação do potencial econômico brasileiro. BNDES Setorial, Rio de Janeiro, n. 45, p. [137]-187, mar. 2017.

MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Manual de métodos analíticos oficiais para fertilizantes e corretivos. Brasília, 2017.

MOURA, C. L. de; MOREIRA, I. C.; LIMA, L. F. De e SAKANAKA, L. S. Extração e caracterização da composição lipídica da borra de café robusta e arábica. XXV Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos, FAURGS- Gramado/RS, outubro 2016.

XIAO, L. et al. A practical soil management to improve soil quality by applying mineral organic fertilizer. *Acta Geochimica*, v. 36, n. 2, p. 198–204, 23 jan. 2017.