

Produção de fertilizantes organominerais a partir de resíduos de cervejaria⁽¹⁾

Fernanda Lavra de Oliveira Lima⁽²⁾; *Mariana Alves Figueiredo* ⁽³⁾; *David Vilas Boas de Campos* ⁽⁴⁾; *Ednaldo da Silva Araújo* ⁽⁵⁾; *Caio Teves Inácio* ⁽⁴⁾

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos do projeto FERTORG. ⁽²⁾ Acadêmica do Curso de Engenharia de Recursos Hídricos e do Meio Ambiente da Universidade Federal Fluminense; Bolsista PIBIC, Rio de Janeiro, RJ., ⁽³⁾ Engenheira Ambiental e Sanitarista, mestranda em Engenharia agrícola e ambiental da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ., ⁽⁴⁾ Engenheiro Agrônomo, doutor em Agronomia, pesquisador da Embrapa Solos, Rio de Janeiro, RJ., ⁽⁵⁾ Agrônomo, doutor em Agronomia, pesquisador da Embrapa Agrobiologia, Rio de Janeiro, RJ.

Resumo – O crescimento da indústria cervejeira no Brasil, terceiro maior produtor mundial, aumentou a geração de resíduos, sendo o bagaço de malte responsável por cerca de 80% desses resíduos. Simultaneamente, o agronegócio brasileiro enfrenta alta dependência de fertilizantes importados, principalmente formulações NPK, devido à baixa fertilidade natural dos solos. Diante disso, a produção de fertilizantes organominerais a partir de resíduos de cervejaria surge como uma alternativa sustentável para destinação de resíduos e melhoria da fertilidade do solo. Este estudo teve como objetivo produzir fertilizantes organominerais utilizando bagaço de malte e fontes de fósforo, além de avaliar a liberação de nutrientes em condições de laboratório. O experimento incluiu nove tratamentos fosfatados, sendo realizado em solos arenosos com coletas em sete períodos ao longo de 180 dias. Os resultados mostraram que os fertilizantes organominerais aumentaram a concentração de fósforo disponível, embora inicialmente apresentassem menor solubilidade que os comerciais. No longo prazo, seu desempenho foi compatível com os fertilizantes convencionais, destacando seu potencial para uso em sistemas agrícolas sustentáveis.

Palavras-Chave: bagaço de malte, fósforo, adubação.

Introdução

A indústria cervejeira cresceu cerca de 64% na última década, partindo de uma produção equivalente a 8,2 bilhões para 13,4 bilhões de litros anuais. Um mercado em constante expansão, mostrando o Brasil como o terceiro maior produtor da bebida no mundo. Acompanhando o aumento da produção de cerveja, ocorre o aumento dos resíduos gerados no processo. O bagaço de malte representa cerca de 80 % do total de resíduos gerados pelas cervejarias (CERVBRASIL, 2019).

O Brasil ocupa a quarta posição como maior consumidor mundial de formulações

NPK e, apesar da participação expressiva na economia nacional, o agronegócio brasileiro ainda sofre com a dependência da importação de fertilizantes, que correspondeu a aproximadamente 78% dos fertilizantes NPK (ANDA, 2016). O uso de fertilizantes é necessário (Freire et al., 2013), pois os solos brasileiros são originalmente de baixa fertilidade, apresenta intemperismo elevado, favorecendo as perdas de nutrientes, e os sistemas de produção têm se intensificado, aumentando a exportação dos nutrientes das áreas produtoras.

A produção de fertilizantes organominerais a partir de resíduos de cervejaria mostra-se promissora, pois atende à legislação ambiental por destinar corretamente os resíduos gerados, e contribui para a ciclagem de nutrientes e aumento da fertilidade do solo.

Assim, este projeto teve como objetivo a produção de fertilizantes organominerais a partir de resíduos de cervejaria e fertilizantes fosfatados e avaliação da liberação de nutrientes, em experimento, em condições de laboratório.

Material e Métodos

Tratamentos e amostragens

O resíduo utilizado na produção dos fertilizantes foi o bagaço de malte, seco em estufa à 40°C e moído. A partir da massa moída, o bagaço é misturado à diferentes fontes de fósforo e sua granulação em prato granulador é realizada. Com a formação de grânulos, os fertilizantes são, novamente, secos em estufa à 40°C e peneirados em peneiras de 4.00mm e 1.00 mm, de acordo com a legislação do Ministério da Agricultura para uso e comercialização de fertilizantes (MAPA, 2017).

Foram produzidos, no total, dois fertilizantes organominerais a partir do bagaço de cervejaria, como explicitado na tabela 1. No total, o experimento contou com nove tratamentos fosfatados: cinco fosfatados minerais e quatro organominerais NPK, além de um tratamento de controle, que não foi adicionado nenhum tipo de adubação.

Tabela 1. Fertilizantes fosfatados utilizados no estudo.

Fertilizante	Composição
Superfosfato Simples	20% P ₂ O ₅
Superfosfato Triplo	48% P ₂ O ₅
FNR	27% P ₂ O ₅
Termofosfato	18% P ₂ O ₅
MAP	56% P ₂ O ₅
ORG 1	Organomineral NPK à base de Composto de Dejeito Suíno para Agricultura Orgânica
ORG 2	Organomineral NPK à base de Composto de Dejeito Suíno com micronutrientes
ORG 3	Organomineral NPK à base de resíduos de cervejaria
ORG 4	Organomineral NPK à base de resíduos de cervejaria para Agricultura Orgânica

Experimento em condições de laboratório

Esta etapa foi realizada em bancada, com copos plásticos, cada um contendo 100 g de solo arenoso da classe Planossolo Háplico e o equivalente a 10 mg de fósforo (variação de peso de acordo com os teores de P de cada fertilizante utilizado).

Com os nove fertilizantes mencionados anteriormente e uma testemunha, cada tratamento foi realizado triplicata e em blocos com tempos de coleta diferentes. No total, realizaram-se 7 coletas nos tempos 1, 15, 21, 30, 64, 90 e 180 dias após a adição dos fertilizantes no solo, totalizando 210 amostras. Durante o período de cada tratamento, tomou-se cuidado de manter a umidade na capacidade de campo e, ao serem coletadas, cada amostra foi seca em estufa à 40°C e homogeneizadas para dar seguimento as análises químicas.

Determinação de fósforo (Teixeira et al., 2017)

Para a determinação do fósforo disponível, utilizou-se a metodologia indicada pelo Manual de Métodos e Análise de Solo (2017), que se baseia no princípio da dissolução de minerais que contém fósforo e/ou no deslocamento do fósforo que se apresenta retido em superfícies sólidas do solo através de ânions.

O método utiliza 10g de cada amostra de solo tratado e 100 mL de uma solução de extrato de Mehlich para o preparo da solução de análise. Essa mistura é posta em agitação por 5 minutos e em repouso por uma noite. Ao final do período de repouso, 5 mL de cada solução de amostra era coletada e acrescentada de 10 mL de solução de molibdato de amônio e de uma pitada de ácido ascórbico. Elas eram agitadas e postas em repouso por 1 hora para o desenvolvimento da cor.

Em seguida, era feita a leitura em um espectrofotômetro digital no comprimento de onda de 660 nm. Em casos que a amostra apresentava elevada concentração, era feita uma diluição da mistura solo tratado - Mehlich antes da adição da solução de molibdato e do ácido ascórbico, até que fosse possível a leitura no aparelho.

Com os valores de absorvância obtidos na análise espectrofométrica, a concentração de fósforo disponível em cada amostra foi calculada através da fórmula

$$P = \frac{(L - b)}{a} \cdot d \cdot 10$$

Onde:

P – Concentração de fósforo disponível no solo, em mg kg⁻¹;

L – Leitura da amostra, em absorvância;

a – Coeficiente angular da reta dos padrões (intercepto);

b – coeficiente linear da reta dos padrões;

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

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

Análise estatística

Os resultados foram comparados através de análises de variância (teste F; Pr<0,05) e comparados pelo teste de Tukey (Pr<0,05), utilizando o software estatístico SISVAR 5.6 (Ferreira, 2014).

Esse teste é utilizado em casos em que as amostras apresentam valores de grande variação, separando cada tratamento em blocos que sirvam como um pareamento considerável entre eles, com o ordenamento dos valores dentro desses blocos.

Resultados e Discussão

Com os resultados das sete coletas realizadas, foi possível observar que houve diferença estatística entre os tratamentos com fertilizantes e a testemunha, indicando que houve efeito da aplicação de fósforo. O Planossolo apresentou baixos teores de fósforo disponível, comprovando servir como testemunha do efeito de adubação fosfatada.

É possível observar que na primeira coleta (figura 1), os solos tratados com fertilizantes fosfatados comerciais apresentaram maiores valores de fósforo disponível do que os organominerais.

Porém, ao observar os resultados da coleta 7 (figura 2), é possível perceber que os organominerais também foram capazes de aumentar a concentração de fósforo.

Utilizando o software Sisvar para a estatística do projeto, foi possível visualizar o comportamento dos tratamentos durante os tempos de incubação, como na figura 3. Além disso, foi possível comparar os fertilizantes organominerais que foram adaptados para agricultura orgânica com os comerciais para o mesmo fim, como mostra a figura 4.



Figura 1. Gráfico da primeira coleta. Fonte: Autor

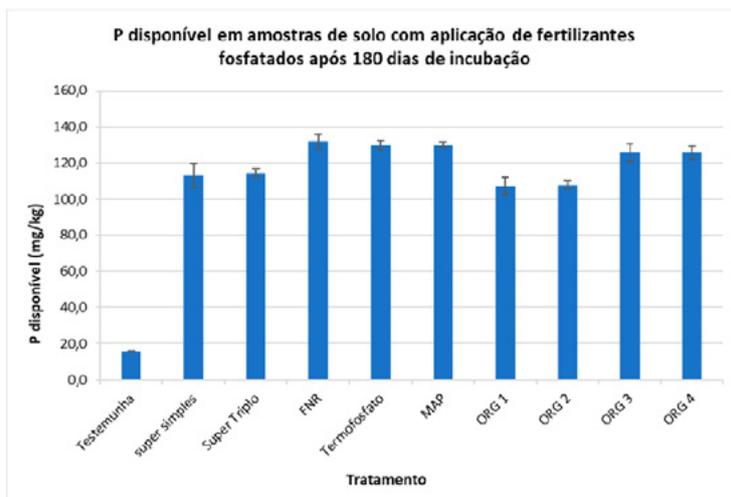


Figura 2. Gráfico da última coleta. Fonte: Autor

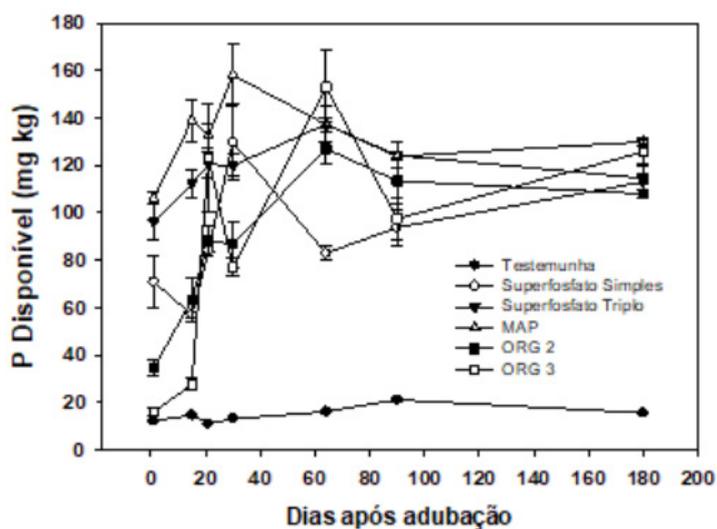


Figura 3. Fósforo disponível em amostras de solo adubados com diferentes fertilizantes fosfatados comerciais e organominerais em vários períodos de incubação (barras indicam erro padrão de 3 repetições). Fonte: Autor.

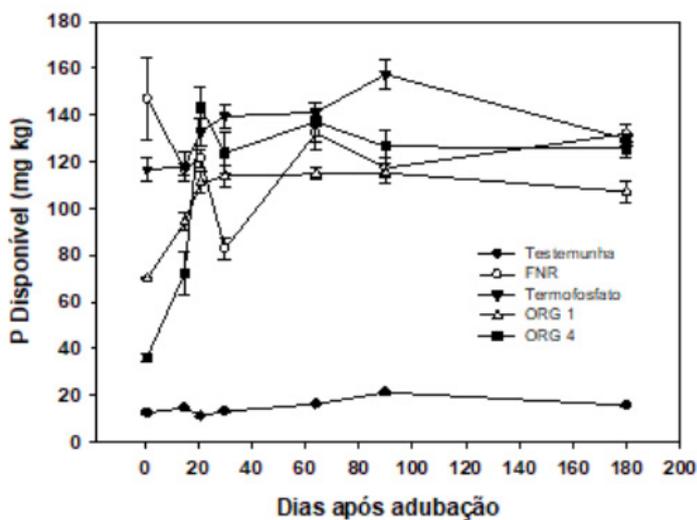


Figura 4. Fósforo disponível em amostras de solo adubados com diferentes fertilizantes adaptados para sistemas de produção orgânica (barras indicam erro padrão de 3 repetições). Fonte: Autor.

Conclusões

O Planossolo apresentou baixos teores de P disponível, comprovando servir como testemunha do efeito da adubação fosfatada.

Os fertilizantes organominerais apresentaram uma menor disponibilidade de fósforo em relação aos fosfatados comerciais, indicando serem de menor solubilidade.

Os fertilizantes fosfatados e os fertilizantes organominerais foram efetivos no aumento do fósforo disponível do solo.

Os fertilizantes organominerais adaptados para sistemas de produção orgânica apresentaram comportamento compatível aos fertilizantes comerciais usados para este fim..

Agradecimentos

À Embrapa Solos e ao CNPq pelo apoio financeiro e logístico durante o estudo

Referências

ANDA - ASSOCIAÇÃO NACIONAL PARA DIFUSÃO DE ADUBOS. Anuário estatístico do setor de fertilizantes 2015. São Paulo: ANDA, Comitê de Estatística, 2016. 178p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CERVEJA - CERVBRAZIL. Disponível em: http://www.cervbrasil.org.br/novo_site/anuario/

FREIRE, L. R. et al. Manual de calagem e adubação do Estado do Rio de Janeiro: Embrapa. Rio de Janeiro: Universidade Rural, 2013.

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

TEIXEIRA, P. C.; DONAGEMMA, G.K; FONTANA, A.; TEIXEIRA, W.G.. **Manual de métodos de análise de solo**. 3. ed. Brasília: Embrapa, 2017. 573p.