

Influência do biofertilizante *FertBokashi*[®] no desenvolvimento de cultivares de soja em Aquidauana, Mato Grosso do Sul

Influence of FertBokashi[®] biofertilizer on the development of soybean cultivars in Aquidauana, Mato Grosso do Sul

Anne Mellisse Diaz Oliveira¹, Francisco Eduardo Torres², Gabriele Gonçalves de Mendonça³, Denise Prevedel Capristo⁴, José Carlos Pina⁵, Ademir Kleber Morbeck de Oliveira⁶

RESUMO: Como alternativa ao uso de agroquímicos, este trabalho objetivou avaliar o desempenho agrônomo de cultivares de soja submetidas ao uso do biofertilizante *FertBokashi*[®], combinado aos ativadores biológicos *Penergetic* P e K, produtos que estimulam a atividade microbiana do solo e a absorção de nutrientes, em comparação ao cultivo tradicional. O experimento adotou delineamento em blocos casualizados e parcelas subdivididas, com quatro repetições, distribuídas entre: a) cultivo com insumo orgânico; b) cultivo tradicional (adubação química); e c) controle (sem adubação química e bioinsumos). As variedades utilizadas foram TMG 7063, Garra e Bmx Produza. No sistema orgânico, aplicou-se um litro de *FertBokashi*[®] por hectare antes da semeadura, seguido de cinco aplicações pós-emergência semanais. Avaliaram-se características vegetativas, produtivas e nutricionais das plantas. Os valores médios foram submetidos à análise de variância pelo teste F e comparados pelo teste de *Tukey* a 5% de probabilidade, utilizando o programa *RStudio*[®]. A aplicação do *FertBokashi*[®] resultou em maior altura de inserção da primeira vagem e aumento no número de ramificações das plantas em relação ao cultivo tradicional. Entretanto, o uso deste biofertilizante não influenciou os demais caracteres agrônômicos e produtivos.

Palavras-chave: Bioinsumos agrícolas; Fertilizantes alternativos; *Glycine max*.

ABSTRACT: As an alternative to the use of agrochemicals, this study evaluated the agronomic performance of soybean cultivars subjected to the biofertilizer *FertBokashi*[®], combined with the biological activators *Penergetic* P and K, which stimulate soil microbial activity and nutrient absorption, in comparison with the traditional cultivation method. The experiment followed a randomized block design with split plots and four replications, distributed among: a) cultivation with organic input; b) traditional cultivation (chemical fertilization); and c) control (without chemical fertilization or bio-inputs). The soybean varieties used were TMG 7063, Garra, and Bmx Produza. In the organic system, one liter of *FertBokashi*[®] per hectare was applied before sowing, followed by five weekly post-emergence applications. Vegetative, productive, and nutritional plant characteristics were evaluated. Mean values were subjected to analysis of variance using the F-test and compared by Tukey's test at a 5% probability level, with analyses performed in *RStudio*[®]. The application of *FertBokashi*[®] resulted in a greater height of first pod insertion and an increase in the number of plant branches compared with traditional cultivation. However, the use of this biofertilizer did not influence other agronomic and yield-related traits.

Keywords: Agricultural bio-inputs; Alternative fertilizers; *Glycine max*.

Autor correspondente: Ademir Kleber Morbeck
E-mail: akmorbeckoliveira@gmail.com

Recebido em: 2025-05-23
Aceito em: 2025-12-09

¹ Doutora em Agronomia pela Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS), Aquidauana (MS), Brasil.

² Doutor em Agronomia pela Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD). Professor do Programa de Pós-graduação em Agronomia da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS), Aquidauana (MS), Brasil.

³ Doutora em Agronomia pela Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS), Aquidauana (MS), Brasil.

⁴ Doutora em Agronomia na Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), Dourados (MS), Brasil.

⁵ Doutor em Meio Ambiente e Desenvolvimento Regional pela Universidade Anhanguera-UNIDERP, Campo Grande (MS), Brasil.

⁶ Doutor em Ecologia e Recursos Naturais pela Universidade Federal de São Carlos (UFSCAR). Professor do Programa de Pós-Graduação em Meio Ambiente e Desenvolvimento Regional da Universidade Anhanguera-UNIDERP, Campo Grande (MS), Brasil.

1 INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max* (L.) Merrill – Fabaceae) é uma leguminosa originária da China que foi introduzida no Brasil em 1882, com o primeiro registro de plantio em 1914 (Santa Rosa - RS), sendo que a partir de 1941 passou a adquirir relevância econômica, consolidando-se como uma das principais *commodities* agrícolas do país (Nunes, 2020). Atualmente, o Brasil exporta soja para mais de 200 países, sendo responsável por abastecer uma parcela significativa do comércio mundial (Homma, 2022). Na safra 2023/2024, o país foi o maior produtor mundial, colhendo 147,3 milhões de toneladas em 46,0 milhões de hectares (3.205 kg ha^{-1}), com o estado de Mato Grosso liderando a produção (39,3 milhões de toneladas), seguido por estados como Rio Grande do Sul (20,2 milhões), Paraná (18,3 milhões) e Mato Grosso do Sul (14,0 milhões de toneladas), entre outros (CONAB, 2023; EMBRAPA, 2024).

Entretanto, o aumento da produção vem acompanhado de desafios significativos. A crescente demanda por *commodities* tem impulsionado o uso intensivo de insumos químicos, como fertilizantes e defensivos agrícolas, que, além de elevar os custos de produção, contribuem para a degradação do solo, contaminação ambiental e riscos à saúde humana (Civitereza, 2021). Esse cenário evidencia a urgência de práticas agrícolas mais sustentáveis, que reduzam a dependência desses insumos sem comprometer a produtividade.

Dentre as alternativas sustentáveis destacam-se os biofertilizantes, que promovem melhorias nas propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, amplamente utilizados em diversas culturas, como feijão (Galbiatti *et al.*, 2011), milho (Zanuncio *et al.*, 2020) e soja (Cruvinel *et al.*, 2022), por exemplo. Nesse contexto, o *FertBokashi*[®] surge como uma alternativa eficiente e sustentável, um biofertilizante composto por matéria orgânica e microrganismos benéficos, que visam reduzir a dependência de fertilizantes químicos e promover a saúde do solo. Desenvolvido no Japão nos anos 1980 por Teruo Higa e difundido no Brasil pela Fundação Mokiti Okada, o produto incorpora a tecnologia dos Microrganismos Eficazes (Silva; Lanna; Cardoso, 2016).

Essa tecnologia baseia-se na fermentação de resíduos orgânicos, como farelo de arroz, enriquecidos com microrganismos benéficos, incluindo bactérias ácido-láticas, leveduras e fotossintetizantes (Souza, 2008; Magrini, 2011). Tal ação permite a liberação gradual de nutrientes, melhorando a estrutura e fertilidade do solo, além de estimular a fixação biológica de nitrogênio, especialmente importante em leguminosas como a soja (Coelho, 2021).

Um exemplo da ação de biofertilizantes foi recentemente citado por Oliveira *et al.* (2025) em uma área de Cerrado, em Mato Grosso do Sul, quando os autores evidenciaram os efeitos positivos do *FertBokashi*[®] na soja, como aumento da nodulação radicular e maior colonização micorrízica em comparação ao manejo convencional. O Cerrado é conhecido por possuir grandes áreas de solos arenosos de baixa fertilidade, um ambiente ideal para o uso de bioinsumos capazes de melhorar a qualidade do solo e desempenho agrônomo das culturas (Santos *et al.*, 2018; Embrapa, 2024). Nesse cenário, abordagens integradas ganham relevância e a associação do *FertBokashi*[®] com ativadores biológicos como *Penergetic* P e K podem potencializar a atividade microbiana e absorção de nutrientes (Azevedo; Reis, 2022).

Deste modo, parte-se da hipótese de que a integração do *FertBokashi*[®] com ativadores biológicos contribui significativamente para o equilíbrio do sistema produtivo, favorecendo a estrutura do solo, liberação gradual de nutrientes e estimulação da microbiota benéfica. Essa combinação tende a proporcionar vantagens agrônômicas, ambientais e econômicas, superando os resultados obtidos com o uso isolado de fertilizantes químicos. Assim, objetivou-se avaliar os efeitos do biofertilizante *FertBokashi*[®], aplicado em combinação com os ativadores biológicos *Penergetic* P e K, sobre o desempenho agrônômico de diferentes cultivares de soja no município de Aquidauana, Mato Grosso do Sul.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 ÁREA EXPERIMENTAL E CONDIÇÕES EDAFOCLIMÁTICAS

O experimento foi realizado entre os meses de dezembro de 2019 e março de 2020, em uma área experimental situada na Serra de Maracaju, ecótono Cerrado-Pantanal, município de Aquidauana, estado de Mato Grosso do Sul, coordenadas geográficas de 20°27'15" Sul e 55°40'13" Oeste, altitude média de 180 metros. O solo da área é Argissolo Vermelho distrófico de textura arenosa (Santos *et al.*, 2018). O clima, segundo a classificação de Köppen-Geiger é tipo Aw (tropical de savana), com temperatura média de 26,7 °C (INMET, 2023) (Figura 1).

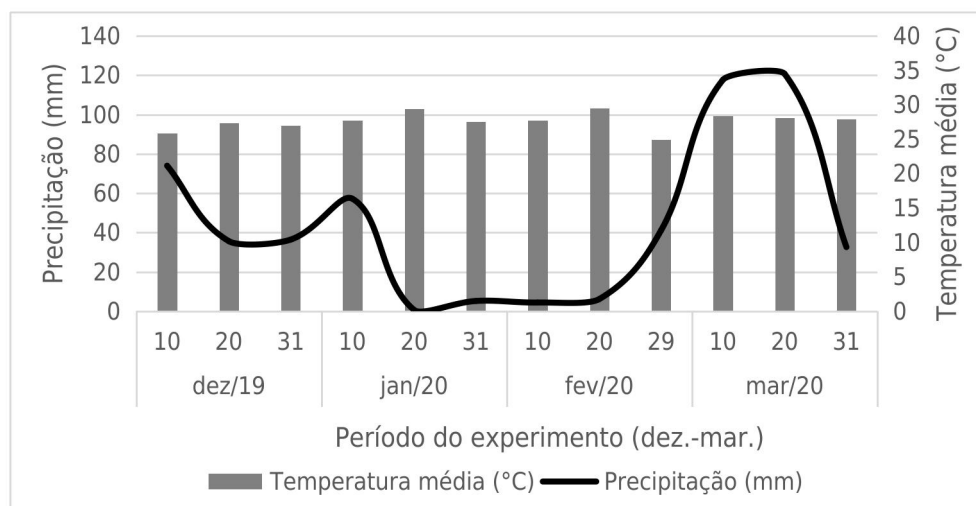


Figura 1. Dados da temperatura média (°C) e precipitação (mm) durante o período do experimento, dezembro de 2019 - março de 2020. Fonte: INMET (2023)

2.2 CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA DO SOLO

A caracterização foi realizada por meio de amostragem na camada de 0 a 20 cm de profundidade, revelando os seguintes atributos: pH em água = 5,7; fósforo disponível (P) = 40,2 mg dm⁻³; matéria orgânica (MO) = 21,2 g dm⁻³; potássio (K⁺) = 0,5 cmolc dm⁻³;

cálcio (Ca^{2+}) = 3,0 cmolc dm^{-3} ; magnésio (Mg^{2+}) = 1,0 cmolc dm^{-3} ; soma de Ca^{2+} e Mg^{2+} = 4,1 cmolc dm^{-3} ; acidez trocável (Al^{3+}) = inexistente; hidrogênio (H^+) = 2,5 cmolc dm^{-3} ; acidez potencial ($\text{Al}^{3+} + \text{H}^+$) = 2,5 cmolc dm^{-3} ; soma de bases trocáveis = 4,6 cmolc dm^{-3} ; capacidade de troca catiônica total = 7,1 cmolc dm^{-3} ; e, saturação por bases (V%) = 65,0%.

2.3 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E PREPARO DO SOLO

O experimento foi conduzido em delineamento em blocos casualizados, em esquema de parcelas subdivididas (quatro repetições), sendo utilizadas três cultivares de soja: TMG 7063, Garra e BMX Produza. O preparo do solo foi realizado por meio de gradagem aradora, seguida de niveladora, visando à uniformização da área para o plantio, com cada unidade experimental composta por oito linhas de soja com 5 metros de comprimento e espaçamento de 0,45 metros entre linhas, totalizando uma densidade de plantio de 15 plantas por metro linear (aproximadamente 333.333 plantas/ha).

2.4 SISTEMAS DE MANEJO AGRÍCOLA

Foram avaliados três sistemas de manejo agrícola:

(1) Utilizou exclusivamente insumos de base biológica, com adubação orgânica por meio da aplicação do biofertilizante *FertBokashi*[®] (5 L ha^{-1}), realizado 15 dias antes da semeadura. O *FertBokashi*[®] (Korin Agropecuária) é composto por água, extrato de levedura, composto orgânico e melaço de cana, apresentando pH = 6,0, teor de carbono = 36,1%, nitrogênio = 2,4%, fósforo (P_2O_5) = 1,6%, lignina = 4,0%, celulose = 6,6% e relação C/N = 15 (Pinto, 2018). Além disso, foram aplicados os ativadores biológicos *Penergetic* P (125 g ha^{-1}), no solo, e *Penergetic* K (250 g ha^{-1}), em cobertura, 25 dias após a semeadura (Recomendação do fabricante). O *Penergetic* P estimula a microbiota do solo, favorecendo a decomposição da matéria orgânica e potencializando a ação de biofertilizantes. Já o *Penergetic* K otimiza a absorção de nutrientes pelas plantas, promovendo um crescimento saudável e eficiente. O controle de plantas daninhas foi realizado exclusivamente por métodos mecânicos (capina);

(2) Manejo convencional, com adubação mineral utilizando fertilizante NPK na formulação 04-30-10, dose de 300 kg ha^{-1} , aplicado diretamente nas linhas de semeadura. Também foram utilizados agroquímicos, incluindo herbicida à base de glyphosate (2 kg ha^{-1}), aplicado 20 dias após a emergência das plantas, com o controle fitossanitário realizado conforme a necessidade da cultura; e,

(3) Testemunha, que não recebeu qualquer tipo de adubação, seja orgânica ou mineral, tampouco aplicação de defensivos agrícolas, funcionando como referência para comparação entre os tratamentos.

Para evitar contaminação cruzada entre os tratamentos, foram semeadas sete linhas de sorgo entre as parcelas, 15 dias antes da semeadura da soja, formando uma bordadura viva que atuou como barreira física contra a deriva de produtos químicos.

2.5 COLETAS E AVALIAÇÕES AGRONÔMICAS

Durante o estágio R2 (pleno florescimento), foram coletadas aleatoriamente cinco plantas por parcela para a avaliação da massa verde da parte aérea (MVPA) e raízes (MVR), com a parte aérea e raiz pesadas separadamente. Em seguida, as amostras foram levadas para secagem em estufa de circulação de ar forçada a 65 °C por 72 horas, e então pesadas novamente para determinação da massa seca da parte aérea (MSPA) e raízes (MSR).

No estágio R8 (maturação de colheita) foram avaliados os caracteres agronômicos altura das plantas (AP), altura da inserção da primeira vagem (AIV), número de ramificações por planta (NR), número de vagens por planta (NV), média do número de grãos por vagem (NGV), massa de cem grãos (MCG) e produtividade de grãos (PROD). Para as avaliações foram colhidas, aleatoriamente, 10 plantas parcela⁻¹, sendo as variáveis AP e AIV mensuradas em cm com auxílio de fita milimetrada, avaliando-se também o NR, NV e NGV. Para determinação da PROD foram colhidas as duas fileiras centrais de cada parcela, sendo os grãos pesados, corrigidos para 13% de umidade e valores extrapolados para sacas ha⁻¹, utilizando a fórmula:

$$\frac{(n^{\circ} \text{ total de grãos} * 0,0152 * 300)}{10}$$

(1)

Para obtenção da MCG, em g, uma amostra foi retirada deste montante, pesada e corrigida para 13% de umidade.

2.6 ANÁLISES NUTRICIONAIS DE NITROGÊNIO E FÓSFORO

Trinta folhas trifolioladas (3^a e 4^a folhas a partir do ápice) com pecíolos foram coletadas para a determinação dos teores de nitrogênio e fósforo. Considerando a aplicação prévia de doses padronizadas de fertilizantes e biofertilizantes fosfatados em cultivos anteriores, optou-se por avaliar a resposta da planta por meio da análise foliar, em vez de mensurar o fósforo residual no solo, buscando-se verificar o impacto das aplicações na absorção do nutriente pelas plantas. A análise de nitrogênio foi realizada pelo método semi micro *Kjeldahl* (Malavolta; Vitti; Oliveira, 1989), enquanto a análise de fósforo seguiu o método descrito por Valderrama (1981), com determinações conduzidas em laboratório da Instituição de Ensino Superior.

2.7 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) utilizando o teste F, com posterior comparação das médias pelo teste de *Tukey* a 5% de significância, com análises estatísticas realizadas por meio do *software RStudio*[®], conforme metodologia descrita por Bhering (2017).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da análise de variância indicaram diferenças significativas entre os sistemas de manejo apenas para a variável massa verde da parte aérea (MVPA), enquanto as demais variáveis avaliadas não apresentaram influência estatística significativa (Tabela 1). Observou-se, contudo, efeito significativo de bloco para a concentração foliar de nitrogênio (N; $p = 0,03$), indicando possível variação entre os blocos experimentais, possivelmente associada a diferenças micro ambientais ou à heterogeneidade do solo.

Não ocorreu efeito das cultivares nem interação significativa entre sistema \times cultivar (S \times C) para nenhum dos caracteres avaliados. De forma semelhante, não foram observadas diferenças significativas nas massas verde e seca das raízes (MVR e MSR), massa seca da parte aérea (MSPA) e concentrações foliares de N e fósforo (P). Esses resultados contrastam com Brito, Rodrigues e Machado (2002), que relataram aumento da biomassa com o uso do *FertBokashi*[®] em substratos para alface.

Tabela 1. Valores- p da análise de variância para as variáveis massa verde da parte aérea e raízes (MVPA e MVR), massa seca da parte aérea e raízes (MSPA e MSR), nitrogênio (N) e fósforo (P) foliar avaliadas em três cultivares de soja submetidas a diferentes manejos

Fonte de variação	MVPA	MVR	MSPA	MSR	N	P
Sistema (S)	0,02*	0,13 ^{ns}	0,41 ^{ns}	0,06 ^{ns}	0,23 ^{ns}	0,49 ^{ns}
Bloco	0,30 ^{ns}	0,26 ^{ns}	0,43 ^{ns}	0,63 ^{ns}	0,03*	0,42 ^{ns}
Erro a	0,54 ^{ns}	0,85 ^{ns}	0,40 ^{ns}	0,64 ^{ns}	0,99 ^{ns}	0,23 ^{ns}
Cultivar (C)						
S \times C	0,72 ^{ns}	0,42 ^{ns}	0,43 ^{ns}	0,60 ^{ns}	0,12 ^{ns}	0,97 ^{ns}
Erro b						
CV 1 (%)	35,11	42,91	53,26	42,94	9,87	21,19
CV 2 (%)	41,83	46,82	54,77	54,71	11,49	19,26

*=significativo à 5% de probabilidade; ^{ns}=não significativo; CV=coeficiente de variação.

As diferenças pouco expressivas nos teores foliares de N e P podem estar relacionadas à cultura antecessora leguminosa (feijão), que promove a fixação biológica de nitrogênio e contribui para a ciclagem e disponibilidade de nutrientes no solo. Soma-se a isso a boa fertilidade da área experimental, que pode reduzir a resposta à aplicação de biofertilizantes. Segundo Pinto (2018), em solos com alta ciclagem de nutrientes e carbono, os microrganismos nativos já desempenham eficientemente suas funções, o que limita o impacto adicional dos biofertilizantes.

Outro fator relevante é a liberação gradual de nutrientes pelos biofertilizantes, especialmente do nitrogênio, cuja mineralização ocorre lentamente. Isso pode comprometer a sincronização entre a oferta de nutrientes e a demanda da planta, sobretudo em culturas de ciclo curto, como a soja, dificultando a obtenção de respostas visíveis em crescimento e produtividade.

O coeficiente de variação (CV) foi relativamente alto para a maioria das características avaliadas e, conforme Pimentel-Gomes (2000), esse índice pode indicar desde alta até baixa precisão, dependendo de seu valor. No entanto, Couto (2010) destaca que o CV não considera fatores específicos de experimentos de campo, como a

heterogeneidade do solo e o tamanho das parcelas, o que pode influenciar os níveis de erro experimental observados.

Em relação à variável MVPA, os sistemas diferiram, possuindo a testemunha a maior média (34 g), superior ao sistema com biofertilizante, que apresentou 20 g, mas não diferiu do sistema tradicional, com uma média de 33,33 g (Figura 2).

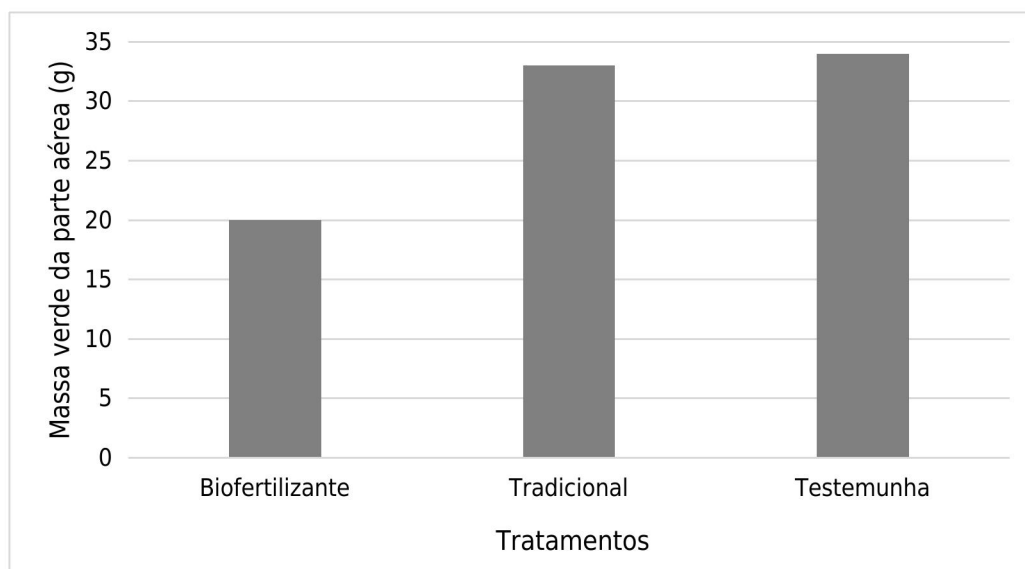


Figura 2. Massa verde da parte aérea de três cultivares de soja submetidas a diferentes manejos. Colunas de mesma letra entre intervalos de frequência não diferenciam pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Quando comparados, o sistema biofertilizante e tradicional não apresentaram diferenças significativas, diferindo dos resultados encontrados por Galbiatti *et al.* (2011), que avaliando o desenvolvimento do feijoeiro sob o uso de biofertilizante, observaram um aumento da massa da parte aérea em relação ao uso da adubação mineral.

FertBokashi[®] é utilizado em várias culturas, como espécies hortícolas, leguminosas e até na produção de mudas de espécies florestais, possuindo diversas respostas em relação ao sistema tradicional. Na produção de mudas de eucalipto, por exemplo, segundo Fernandes *et al.* (2011), não surtiu efeito na variável MSPA, assim como resultados apresentados por Homma (2005) na tangerina e Silva, Lanna e Cardoso (2016), beterraba. Porém, Vieira Neto *et al.* (2010) verificaram efeito positivo em mudas de oliveira.

Em relação ao número de grãos por vagem e número de ramificações pode-se identificar que os tratamentos diferiram para os caracteres, enquanto para as demais variáveis não sofreram influência dos diferentes tratamentos (Tabela 2).

Ao analisar as cultivares, não foram encontradas diferenças significativas para todas as variáveis estudadas. No entanto, quando considerada a interação entre os sistemas de cultivo e as cultivares, foram observadas diferenças significativas nas características altura de inserção da primeira vagem (AIV), número de grãos por vagem e número de ramificações.

Por outro lado, não foram verificadas diferenças significativas para as características altura da planta, número de vagens por planta, massa de cem grãos e produtividade de grãos, independentemente das fontes de variação analisadas. Esses resultados diferem de estudos anteriores realizados em outros locais, em experimentos

com produtores no município de Canarana – Mato Grosso e Riachão – Maranhão, que utilizando *FertBokashi*® na soja, verificaram aumento na produtividade de grãos (Korin, 2022). Resultados similares foram citados por Galbiatti *et al.* (2011), feijão, e Dornas (2019), milho.

Tabela 2. Valores-p da análise de variância para as variáveis altura de plantas (AP), altura de inserção da primeira vagem (AIV), número de vagens (NV), número de grãos por vagem (NGV) e número de ramificações (NR), massa de cem grãos (MCG), e produtividade de grãos (PROD), avaliadas em três cultivares de soja submetidas a diferentes manejos

Fonte de variação	AP	AIV	NV	NGV	NR	MCG	PROD
Sistema (S)	0,12 ^{ns}	0,27 ^{ns}	0,39 ^{ns}	0,01*	0,03*	0,55 ^{ns}	0,73 ^{ns}
Bloco	0,52 ^{ns}	0,55 ^{ns}	0,89 ^{ns}	0,51 ^{ns}	0,53 ^{ns}	0,06 ^{ns}	0,19 ^{ns}
Erro a	0,14 ^{ns}	0,17 ^{ns}	0,90 ^{ns}	0,07 ^{ns}	0,31 ^{ns}	0,97 ^{ns}	0,82 ^{ns}
Cultivar (C)							
S*C	0,42 ^{ns}	0,02*	0,07 ^{ns}	0,01*	0,02*	0,50 ^{ns}	0,11 ^{ns}
Erro b							
CV 1 (%)	14,99	38,52	28,19	7,86	70,3	8,27	10,04
CV 2 (%)	9,24	23,04	26,95	5,45	34,8	9,84	9,65

*=significativo à 5% de probabilidade; ^{ns}=não significativo; CV=coeficiente de variação.

Os resultados observados podem ser explicados pelos aspectos biológicos e ambientais associados ao uso do *FertBokashi*®. Os microrganismos presentes no biofertilizante favorecem a decomposição da matéria orgânica e a liberação gradual de nutrientes, estimulando processos como a fixação biológica de nitrogênio e a solubilização de fosfatos (Hungria *et al.*, 2001; Embrapa, 2022; Oliveira *et al.*, 2025). Essa dinâmica promove melhor desenvolvimento radicular, maior ramificação e adequada inserção da primeira vagem, embora não tenha resultado em ganhos significativos de produtividade no presente estudo.

Além disso, o *FertBokashi*® é reconhecido por sua capacidade de ativar microrganismos benéficos no solo, aumentar sua porosidade e melhorar o crescimento das raízes, o que favorece a absorção de água e nutrientes essenciais ao desenvolvimento das plantas (Azevedo; Reis, 2022). Esses microrganismos também contribuem para o aumento da população de estirpes benéficas, potencializando processos biológicos naturais como a fixação biológica de nitrogênio e a solubilização de fosfatos, além de aumentar a tolerância das plantas a estresses abióticos, como o hídrico (Soumare *et al.*, 2020; Lima *et al.*, 2021; Azevedo; Reis, 2022; Borgmann, 2022).

Do ponto de vista ambiental, a liberação lenta de nutrientes reduz as perdas por lixiviação e os impactos sobre os recursos hídricos, ao mesmo tempo em que fortalece a microbiota do solo (Carvalho; Rodrigues, 2016; Meyer *et al.*, 2022). Assim, mesmo sem aumento direto na produtividade, o *FertBokashi*® representa uma alternativa sustentável para sistemas agrícolas, especialmente em solos arenosos e de baixa fertilidade, como os do Cerrado-Pantanal (Milani, 2025). De forma geral, seu uso é plausível por integrar microrganismos provenientes da decomposição da matéria orgânica, capazes de solubilizar minerais essenciais às plantas e contribuir para a sustentabilidade dos agroecossistemas. Essa característica reduz a dependência de fertilizantes químicos e, consequentemente, os impactos ambientais negativos associados ao seu uso excessivo,

que incluem danos à flora e fauna, à qualidade dos recursos hídricos, à atmosfera e à saúde humana (Lopes-Assad *et al.*, 2006; Civitereza, 2021).

As cultivares TMG 7063 e Garra não diferiram estatisticamente dentro dos sistemas para o caractere AIV, enquanto a cultivar BMX Produza apresentou as maiores médias nos sistemas tradicional, 12,9 cm, e biofertilizante, 8,7 cm, sendo que este não diferiu da testemunha, 7,2 cm (Tabela 3). Aparentemente, cultivares diferentes respondem de forma distinta à aplicação de biofertilizantes, uma provável consequência de variações em sua fisiologia de crescimento.

Tabela 3. Análise do desdobramento da interação S*C para a variável altura de inserção da primeira vagem (cm) de três cultivares de soja submetidas a diferentes manejos

Sistemas	Cultivares		
	TMG 7063 (cm)	Garra (cm)	BMX Produza (cm)
Biofertilizante	8,2 Ab	9,7 Aa	8,7 ABa
Tradicional	12,5 Aab	8,7 Ab	12,9 Aa
Testemunha	11,6 Aa	8,7 Aab	7,2 Bb

*Letras maiúsculas na coluna difere as cultivares dentro de cada sistema. Letras minúsculas na linha diferem os sistemas dentro de cada cultivar.

De modo geral as cultivares apresentaram uma baixa AIV, que segundo Carvalho *et al.* (2011), deve variar de 10 a 15 cm para diminuir as perdas durante o processo de colheita. Sendo assim, a TMG 7063 nos sistemas tradicional e testemunha (12,5 e 11,6 cm) se destacou. O sistema biofertilizante diferiu estatisticamente dentro das cultivares com as maiores médias de AIV obtidas nas cultivares Garra e BMX Produza (9,7 e 8,7 cm). No sistema tradicional a cultivar BMX Produza também apresentou a maior média, 12,9 cm, não diferindo da cultivar TMG 7063, 12,5 cm, e sendo superior a cultivar Garra, com 8,7 cm. Na testemunha, cultivares TMG 7063 e Garra apresentaram as maiores médias, 11,6 e 8,7 cm e a cultivar BMX Produza a menor média, 7,2 cm.

Avaliando as médias de número de grãos por vagem (NGV), apesar da interação significativa entre Sistema*Cultivar para este caractere, não houve diferença entre as cultivares (Tabela 4).

Tabela 4. Análise do desdobramento da interação S*C para a variável número de grãos por vagem de três cultivares de soja submetidas a diferentes manejos

Sistemas	Cultivares		
	TMG 7063	Garra	BMX Produza
Biofertilizante	2,4 Aa	2,2 Ba	2,3 Ba
Tradicional	2,5 Ab	2,7 Aa	2,5 ABb
Testemunha	2,4 Ab	2,7 Aa	2,7 Aa

*Letras maiúsculas na coluna difere as cultivares dentro de cada sistema. Letras minúsculas na linha diferem os sistemas dentro de cada cultivar.

Segundo Moro *et al.* (2021), o NGV é uma característica tipicamente genética, não sendo muito influenciada por fatores extrínsecos. É definido pelo número de óvulos por vagem, podendo ser de um a quatro, com a média determinada geneticamente (Carvalho *et al.*, 2011). Neste experimento a cultivar TMG 7063 não diferiu estatisticamente dentro

dos sistemas enquanto as cultivares Garra e BMX Produza apresentaram as maiores médias no sistema tradicional e testemunha.

O sistema biofertilizante não diferiu estatisticamente dentro das cultivares, com médias: 2,4 (TMG 7063), 2,2 (Garra) e 2,3 (BMX Produza). No sistema tradicional a cultivar Garra apresentou a maior média, 2,7, sendo superior as demais cultivares. E na testemunha as cultivares Garra e BMX Produza foram superiores, com média de 2,7 grãos por vagem, diferindo da TMG 7063 com média de 2,4. Em trabalho realizado por Brandão (2022), o uso do biofertilizante no manejo da soja proporcionou um aumento no número de grãos por vagem em relação ao tradicional, porém este foi aplicado via foliar e na fase reprodutiva, fato que pode ter influenciado nos resultados obtidos neste experimento.

As cultivares Garra e BMX Produza não diferiram estatisticamente dentro dos sistemas para o caractere número de ramificações (NR), sendo que na cultivar TMG 7063 a maior média foi obtida no sistema com o uso de biofertilizante, 5,8 ramificações/planta, diferindo dos demais sistemas, tradicional e testemunha, 2,8 e 2,0, respectivamente (Tabela 5).

Tabela 5. Análise do desdobramento da interação S*C para a variável número de ramificações de três cultivares de soja submetidas a diferentes manejos

Sistemas	Cultivares		
	TMG 7063	Garra	BMX Produza
Biofertilizante	5,8 Aa	5,0 Aa	4,8 Aa
Tradicional	2,8 Bab	3,7 Aa	2,3 Ab
Testemunha	2,0 Ba	2,1 Aa	2,9 Aa

*Letras maiúsculas na coluna difere as cultivares dentro de cada sistema. Letras minúsculas na linha diferem os sistemas dentro de cada cultivar.

As plantas de soja desenvolvem as gemas reprodutivas nos nós, que darão origem às vagens. Por isso, quanto maior for o NR, maior será o número de nós e, consequentemente, o número de vagens (Zanuncio *et al.*, 2020). Neste estudo o sistema biofertilizante e a testemunha não apresentaram diferenças significativas entre as cultivares avaliadas. No sistema tradicional, a cultivar Garra apresentou a maior média de NR, com 3,7 ramificações/planta, seguida pela TMG 7063, 2,8 ramificações/planta e, BMX Produza, 2,3 ramificações/planta. OS baixos valores de NR podem ser explicados pela competição das plantas por luz, água e nutrientes, que pode ser influenciada pela densidade de plantas por linha. Essa competição diminui a disponibilidade de fotoassimilados e faz com que as plantas produzam menor número de ramificações e nós (Costa, 2013).

O sistema biofertilizante apresentou as maiores médias para o número de ramificações. Segundo Siqueira e Siqueira (2013), seu uso no manejo da soja beneficia a microbiota do solo, promovendo maior diversidade e abundância de microrganismos, o que melhora a estrutura radicular e a absorção de água e nutrientes pelas plantas. Além disso, Galbiatti *et al.* (2011) afirmam que a aplicação do biofertilizante via solo, método adotado neste experimento, aumenta a disponibilidade de macro e micronutrientes, favorecendo sua absorção devido à maior área de contato das raízes com o solo.

O uso do biofertilizante também resultou em médias mais elevadas para a AIV, mas apresentou valores inferiores aos dos demais sistemas na MVPA e NGV. Para os demais parâmetros, incluindo a produtividade de grãos, não houve diferença

significativa em relação ao sistema tradicional. Assim, o biofertilizante pode competir diretamente com o sistema convencional, visto que não demonstrou desempenho inferior. Esses resultados reforçam sua viabilidade como alternativa no manejo agrícola, contribuindo para a redução do uso de fertilizantes químicos e minimização dos impactos ambientais.

4 CONCLUSÃO

O uso do biofertilizante *FertBokashi*[®], associado aos ativadores biológicos *Penergetic* P e K, promoveu aumento na altura de inserção da primeira vagem e no número de ramificações das plantas de soja, em comparação ao cultivo tradicional. Contudo, não foram observados efeitos significativos sobre os demais caracteres agronômicos e produtivos. Assim, o *FertBokashi*[®] mostra-se uma alternativa sustentável viável, ainda que seus impactos variem conforme a cultivar e as condições de cultivo.

REFERÊNCIAS

- AZEVEDO, C. A.; REIS, B. R. O *Bokashi* promove a solubilização dos minerais do solo? In: KORIN. **Agricultura e Meio Ambiente**. Caderno de resultados 21/22. Ipeúna: Korin, 2022. p. 54-56.
- BHERING, L. L. Rbio: A Tool for biometric and statistical analysis using the R platform. **Crop breeding and applied biotechnology**, Viçosa, v. 17, n. 2, p. 187-190, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1590/1984-70332017v17n2s29>.
- BORGMANN, I. W. S. **Bactérias promotoras de crescimento para soja em terras baixas**. 2022. 82 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) — Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2022.
- BRANDÃO, J. L. F. **Uso de bioestimulante na cultura da soja**: um relato de experiência em Rio Verde-Goiás. 2022. 28 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) — Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Rio Verde, 2022.
- BRITO, T. D.; RODRIGUES, C. D. S.; MACHADO, C. A. Avaliação do desempenho de substratos para produção de mudas de alface em agricultura orgânica. **Horticultura Brasileira**, Vitoria da Conquista, v. 20, n. 2, p. 1-5, 2002.
- CARVALHO, E. R.; REZENDE, P. M.; ANDRADE, M. J. B.; PASSOS, A. M. A.; OLIVEIRA, J. A. Fertilizante mineral e resíduo orgânico sobre características agronômicas da soja e nutrientes no solo. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 42, n. 4, p. 930-939, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1806-66902011000400015>.

CARVALHO, J. O. M.; RODRIGUES, C. D. S. Bokashi: composto fermentado para a melhoria da qualidade do solo. **Folheto Embrapa Rondônia**. Porto Velho, 2007. p. 1-2.

CIVITEREZA, G. Os impactos da adubação mineral no meio ambiente. **Terra de Cultivo**, Machado, MG, 20 de maio de 2021. Disponível em: <https://www.terradecultivo.com.br/os-impactos-da-adubacao-mineral-no-meio-ambiente/>. Acesso: 5 jul. 2023.

COELHO, L. G. F. **Inoculação e coinoculação suplementar tardia com *Rhizobium tropici* e *Azospirillum brasilense* como estratégias para aumento da nodulação e produtividade do feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.)**. 2021. 92 f. Dissertação (Mestrado em Biologia Microbiana) — Universidade de Brasília, Brasília, 2021.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**. Brasília: Conab, 2023. v. 12. 148 p.

COSTA, E. D. **Arranjo de plantas, características agronômicas e produtividade de soja**. 2013. 60 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) — Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu, 2013.

COUTO, M. F. **Classificação da qualidade dos experimentos com cana de açúcar**. 2010. 52 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) — Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2010.

CRUVINEL, A. M.; SANTOS, J. C. N.; PEREIRA, I. S.; GUALBERTO, C. A. C.; PENHA, H. G. V. Biofertilizantes em pulverização foliar: efeito nas características agronômicas e produtividade de soja. **Agrarian**, Dourados, v. 15, n. 55, p. 1-9, 2022. DOI: <https://doi.org/10.30612/agrarian.v15i55.15273>.

DORNAS, M. F.; BONO, J. A. M.; SUGUIMOTO, H. H.; SAUER, A. V.; PEDRINHO, D. R.; CORRÊA, B. O. Eficiência nutricional e produtividade de milho pelo uso de biofertilizante orgânico. **UniCiências**, [S. l.], v. 24, n. 1, p. 14-19, 2021. <https://doi.org/10.17921/1415-5141.2020v24n1p14-19>.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Fixação biológica de nitrogênio**. Londrina, 2022. Disponível em: <https://www.embrapa.br/tema-fixacao-biologica-de-nitrogenio/nota-tecnica>. Acesso: 26 nov. 2025.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Soja em números (safra 2023/24)**. Londrina, 2024. Disponível em: <https://www.embrapa.br/soja/cultivos/soja1/dados-economicos>. Acesso: 8 mai. 2025.

FERNANDES, S. J. O.; TITON, M.; SANTANA, R. C.; ANTONINI, L. G.; NOGUEIRA, G. S.; BARROS FILHO, N. F. Sobrevivência e crescimento de mudas clonais de eucalipto em resposta à aplicação de fertilizante orgânico. **Cerne**, Lavras, v. 17, n. 4, p. 601-606, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0104-77602011000400020>.

GALBIATTI, J. A.; SILVA, F. G.; FRANCO, C. F.; CAMELO, A. D. Desenvolvimento do feijoeiro sob o uso de biofertilizante e adubação mineral. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 31, n. 1, p. 167-177, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-69162011000100017>.

HOMMA, S. K. **Efeito do manejo alternativo sobre a descompactação do solo, fungos micorrízicos arbusculares nativos e produção em pomar convencional de *Tangor* “Murcott”**. 2005. 101 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Agrossistemas) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.

HOMMA, S. K. Palavras do diretor. In: KORIN. Agricultura e Meio Ambiente. **Caderno de resultados 21/22**. Ipeúna: Korin, 2022. p. 2-2.

HUNGRIA, M.; CAMPO, R. J.; MENDES, I. C. Fixação biológica de nitrogênio na cultura da soja. **Circular Técnica Embrapa Soja**. Londrina, n. 35, 2001. p. 1-48. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/459673/1/circTec35.pdf>. Acesso: 26 nov. 2025.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA - INMET. **Dados históricos anuais**. Brasília, 2023. Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br/dadoshistoricos>. Acesso: 29 mar. 2023.

KORIN. Agricultura e Meio Ambiente. **Caderno de resultados 21/22**. Ipeúna: Korin, 2022. 56 p.

LIMA, D. R. M.; SANTOS, I. B.; OLIVEIRA, J. T. C.; COSTA, D. P.; QUEIROZ, J. V. J.; ROMAGNOLI, E. M.; ANDREOTE, F. D.; FREIRE, F. J.; KUKLINSKY-SOBRA, J. Genetic diversity of N-fixing and plant growth-promoting bacterial community in different sugarcane genotypes, association habitat and phenological phase of the crop. **Archives of Microbiology**, Berlin, v. 203, n. 3, p. 1089–1105, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00203-020-02103-7>.

LOPES-ASSAD, M. L.; ROSA, M. M.; ERLER, G.; CECATO-ANTONINI, S. R. Solubilização do pó de rocha por *Aspergillus niger*. **Revista Espaço & Geografia**, Brasília, v. 9, n. 1, p. 1-17, 2006. DOI: <https://doi.org/10.26512/2236-56562006e39764>.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas, princípios e aplicações**. 2. ed. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1989. 319 p.

MAGRINI, F. E.; SARTORI, V. C.; FINKLER, R.; TORVES, J.; VENTURIN, L. Características químicas e avaliação microbiológica de diferentes fases de maturação do biofertilizante *Bokashi*. **Revista Agrarian**. Dourados, v. 4, n. 12, p. 146-151, 2011.

MEYER, M. C.; BUENO, A. F.; MAZARO, S. M.; SILVA, J. C. (Eds.). **Bioinsumos na cultura da soja**. Londrina: Embrapa Soja, 2022. 550 p.

MILANI, T. Tecnologias para solo e bioinsumos impulsionam a sustentabilidade no Cerrado. **Portal PwC**, São Paulo, SP, 24 de junho de 2025. Disponível em: <https://www.pwc.com.br/pt/consultoria/agtech-innovation/agtech-innovation->

news/materias/2025/Tecnologias-para-solo-e-bioinsumos-impulsionam-a-sustentabilidade-no-Cerrado.html. Acesso em: 26 nov. 2025.

MORO, F. S.; PEREIRA, C. S.; PEREIRA, H. D.; FIORINI, I. V. A.; RAMOS JUNIOR, E. U. Produtividade de grãos em soja e seus componentes sob diferentes densidades de plantio. **Revista Tecno-Lógica**, Santa Cruz do Sul, v. 25, n. 2, p. 314-319, 2021. DOI: <https://doi.org/10.17058/tecnolog.v25i2.16216>.

NUNES, J. L. S. História da soja. **Agrolink**, Porto Alegre, RS, 11 de agosto de 2020. Culturas/soja. Disponível em: https://www.agrolink.com.br/culturas/soja/informacoes/historico_361541.html. Acesso: 27 jun. 2023.

OLIVEIRA, A. M. D.; TORRES, F. E.; MENDONÇA, G. G.; PINA, J. C. Efeito do biofertilizante *FertBokashi*[®] na nodulação e produtividade de cultivares de soja no ecótono Cerrado-Pantanal. **Revista Vivências**, Erechim, v. 21, n. 42, p. 357-376, 2025. DOI: <https://doi.org/10.31512/vivencias.v21i42.1337>.

PIMENTEL-GOMES, F. **Curso de Estatística Experimental**. 15. ed. Piracicaba: Livraria Nobel, 2000. 451 p.

PINTO, D. F. P. **Composto *bokashi* com inóculo nativo e comercial, farinha de penas e a disponibilidade de nitrogênio e fósforo**. 2018. 60 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2018.

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A.; ARAUJO FILHO, J. C.; OLIVEIRA, J. B.; CUNHA, T. J. F. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5. ed. Brasília: Embrapa, 2018. 356 p.

SILVA, P. N. L.; LANNA, N. B. L.; CARDOSO, A. I. I. Produção de beterraba em função de doses de *Bokashi* e torta de mamona em cobertura. **Horticultura Brasileira**, Vitória da Conquista, v. 34, n. 3, p. 416-421, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-05362016003018>.

SIQUEIRA, A. P. P.; SIQUEIRA, M. F. B. *Bokashi*: adubo orgânico fermentado. **Manual Técnico Programa Rio Rural**. Niterói, n. 40, 2013. p. 1-16.

SOUMARE, A.; DIEDHIOU, A. G.; THUITA, M.; HAFIDI, M.; OUHDOUCH, Y.; GOPALAKRISHNAN, S.; KOUISNI, L. Exploiting biological nitrogen fixation: A route towards a sustainable agriculture. **Plants**, Basel, v. 9, n. 8, p. 1-22, 2020. DOI: <https://doi.org/10.3390/plants9081011>.

SOUZA, I. P. **Adubação orgânica de alface com co-produtos do biodiesel**. 2008. 42 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) — Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2008.

VALDERRAMA, J. C. The simultaneous analysis of total nitrogen and total phosphorous in natural Waters. **Marine Chemistry**, Amsterdam, v. 10, n. 2, p. 109-222, 1981. DOI: [https://doi.org/10.1016/0304-4203\(81\)90027-X](https://doi.org/10.1016/0304-4203(81)90027-X).

VIEIRA NETO, J.; CANÇADO, G. M. A.; OLIVEIRA, A. F.; MESQUITA, H. A.; LÚCIO, A. D.; SILVA, L. F. O. Fertilizantes na produção de mudas de Oliveira “Alrbequina”. **Scientia Agraria**, Curitiba, v. 11, n. 1, p. 49-55, 2010. DOI: <https://doi.org/10.5380/rsa.v11i1.15943>.

ZANUNCIO, A. S.; TORRES, F. E.; TEODORO, P. E.; CAPRISTO, D. P.; GUEDES, P. H. Organic biofertilizer in common bean culture. **Research, Society and Development**, Vargem Grande Paulista, v. 9, n. 5, p. 1-20, 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i5.3279>.