

INFLUÊNCIA DE DOSES DE MICRORGANISMOS EFICIENTES NA PRODUTIVIDADE DA BETERRABA (*Beta vulgaris* L.) EM SISTEMA ORGÂNICO

INFLUENCE OF EFFECTIVE MICROORGANISM (EM) DOSES ON BEETROOT (*Beta vulgaris* L.) YIELD UNDER AN ORGANIC SYSTEM

THIAGO DO PRADO AMBROSIO ¹ – thiago_prado98@hotmail.com

PROF. DR. MIRIAN CRISTINA MARETTI ² – mirian.maretti@umfg.edu.br

1. Acadêmico do curso de graduação de agronomia da Faculdade UMFG.

2. Professora Orientadora. Faculdade UMFG - Rod PR-082 KM 468 - Lote 45/46 - Gleba, R. Ribeira, Cianorte - PR, 87200-000.

Recebido em 29/01/2026 . Publicado 09/02/2026

RESUMO

A beterraba (*Beta vulgaris* L.) é uma hortaliça de importância econômica e nutricional, exigente em fertilidade e bastante cultivada em sistemas de base orgânica. Uma das alternativas para potencializar o aproveitamento dos nutrientes aplicados é o uso de microrganismos eficientes (EM), que atuam na decomposição da matéria orgânica e na melhoria das condições biológicas do solo. Objetivou-se avaliar o efeito de diferentes doses de EM sobre a produtividade e a qualidade de raízes de beterraba cultivada em sistema orgânico. O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental Dom Augusto (UMFG), em Cianorte-PR, em delineamento em blocos casualizados, com cinco doses de EM (0; 10; 30; 50 e 70 L ha⁻¹) e quatro repetições. Todos os tratamentos receberam a mesma adubação orgânica de base (esterco bovino + esterco de frango), variando apenas a dose de EM aplicada ao solo em quatro momentos do ciclo. Avaliaram-se produtividade de raízes e atributos físico-químicos de qualidade como sólidos solúveis, acidez titulável e pH. Houve resposta produtiva às doses de microrganismos eficientes, ajustando-se modelo quadrático, com ponto de máxima em 50 L ha⁻¹, que proporcionou maior rendimento de raízes. A dose de 70 L ha⁻¹ não promoveu incrementos adicionais e reduziu levemente a produtividade. As características de qualidade não foram influenciadas pelas doses. Conclui-se que a aplicação de 50 L ha⁻¹ de microrganismos eficientes, associada à adubação orgânica de base, é recomendada para a cultura da beterraba nas condições estudadas.

Palavras-Chave: hortaliças; bioinsumos; microrganismos eficazes; agricultura orgânica.

ABSTRACT

Beetroot (*Beta vulgaris* L.) is a vegetable of economic and nutritional importance, demanding in soil fertility and widely cultivated under organic production systems. One alternative to enhance the efficiency of applied nutrients is the use of Effective Microorganisms (EM), which act in the decomposition of organic matter and in improving the biological conditions of the soil. This study aimed to evaluate the effect of different EM doses on the yield and quality of beetroot roots grown under organic conditions. The experiment was conducted at the Dom Augusto Experimental Farm (UMFG), in Cianorte, Paraná, using a randomized block design with five EM doses (0, 10, 30, 50 and 70 L ha⁻¹) and four replications. All treatments received the same base organic fertilization (cattle manure + poultry manure), differing only in the EM dose applied to the soil at four moments throughout the crop cycle. Root yield and physicochemical quality attributes such as soluble solids, titratable acidity, and pH were evaluated. Yield responded to EM doses, fitting a quadratic model with a maximum point at 50 L ha⁻¹, which provided the highest root productivity. The 70 L ha⁻¹ dose did

not promote additional increases and slightly reduced yield. The quality attributes were not influenced by EM doses. It is concluded that the application of 50 L ha⁻¹ of Effective Microorganisms, associated with base organic fertilization, is recommended for beetroot cultivation under the conditions of this study.

Keywords: vegetables; bioinputs; effective microorganisms; organic agriculture.

1 INTRODUÇÃO

A crescente busca por sistemas agrícolas sustentáveis tem impulsionado o uso de práticas alternativas à adubação química tradicional. Entre essas práticas, a adubação orgânica destaca-se como uma opção viável para melhorar a fertilidade do solo, promover o equilíbrio ambiental e garantindo a produção de alimentos com maior qualidade nutricional. Conforme o Anuário Estatístico do FiBL e da IFOAM (WILLER *et al.*, 2024), a agricultura orgânica é praticada em 188 países, com o Brasil entre os maiores produtores.

Nesse contexto, a beterraba (*Beta vulgaris* L.), hortaliça de elevado valor nutricional e comercial, é amplamente cultivada em sistemas familiares e agroecológicos. Rica em ferro, fibras, antioxidantes e compostos bioativos, a cultura se destaca pelo alto teor de açúcares e pelo aproveitamento integral da raiz (Chen *et al.*, 2021).

Dados recentes da Produção Agrícola do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), compilados por Hortifruti/Cepea e outras instituições, indicam área em torno de 14,7 mil hectares cultivados com beterraba no país e produção anual superior a 500 mil toneladas, com forte concentração nas regiões Sudeste e Sul (Hortifruti/Cepea, 2025).

No Brasil, o mercado de bioinsumos tem apresentado crescimento expressivo nos últimos anos. Esse avanço se deve à implementação de políticas públicas que incentivam o uso de produtos biológicos como alternativa sustentável de acordo com relatório do MAPA (2024). Tais insumos são fundamentais para fortalecer os processos ecológicos nos sistemas de produção, contribuindo para práticas mais equilibradas e autossuficientes.

Entre as fontes de adubação orgânica mais empregadas, esterco bovino e esterco de frango são amplamente utilizados por pequenos e médios produtores pela ampla disponibilidade, baixo custo e composição rica em nutrientes. Além dessas fontes, destacam-se os microrganismos eficientes (EM), consórcios microbianos benéficos usados como inoculantes, empregados na ciclagem de nutrientes, no estímulo ao crescimento vegetal e na supressividade a patógenos, contribuindo para a qualidade do solo e a resiliência do sistema produtivo. Trata-se de consórcios microbianos constituídos por bactérias ácido-láticas, leveduras, actinobactérias e fungos benéficos, que aceleram

a decomposição da matéria orgânica e ampliam a biodisponibilidade de nutrientes (Gomes *et al.*, 2021).

A manutenção de teores adequados de matéria orgânica é fundamental para o bom desenvolvimento das plantas, a produtividade e a qualidade dos produtos. Fontes orgânicas como esterco e biofertilizantes tendem a ser menos agressivas ao ambiente e favorecem uma agricultura menos dependente de insumos industrializados, contribuindo para a sustentabilidade e a viabilidade das propriedades no longo prazo (Bot; Benites, 2005).

Diante do exposto, este trabalho tem como objetivo avaliar efeitos de doses de microrganismos eficientes na produtividade, diâmetro e características qualitativas sólidos solúveis, acidez titulável e pH das raízes de beterraba cultivada em sistema orgânico

2 REFERENCIAL TEÓRICO

A agricultura orgânica é uma prática milenar no manejo da fertilidade do solo que vem se consolidando como uma alternativa viável ao modelo convencional de produção agrícola. Ao contrário dos adubos minerais, orgânicos atuam não apenas como fontes de nutrientes, mas também como condicionadores do solo, melhorando propriedades físicas, químicas e biológicas (Lima *et al.*, 2007).

De acordo com Campanhola e Valarini (2001), a agricultura orgânica oferece diversas vantagens ao agricultor familiar. Produtos orgânicos, em geral, alcançam maior valor comercial do que os convencionais e apresentam maior vida útil no período pós-colheita. O sistema favorece a diversificação produtiva no estabelecimento, requer mais mão de obra, contribuindo para a geração de empregos, reduz a dependência de insumos externos e dispensa o uso de agrotóxicos sintéticos, o que colabora para a diminuição dos custos de produção.

Um dos pilares da agricultura orgânica é a adubação baseada em resíduos de origem animal, vegetal e microbiológica, que promovem uma melhoria gradual da fertilidade do solo. Essa estratégia permite a reposição de nutrientes, o aumento da matéria orgânica e o estímulo à atividade biológica, favorecendo uma nutrição equilibrada das plantas. Segundo Almeida *et al.* (2020), esses compostos promovem uma liberação gradual de macro e micronutrientes, reduzindo perdas por lixiviação e aumentando a eficiência no uso dos nutrientes aplicados.

A beterraba (*Beta vulgaris* L.), da família Chenopodiaceae, é uma hortaliça de ciclo curto valorizada pelo alto teor de açúcares, fibras e betalaínas, pigmentos antioxidantes que favorecem o consumo *in natura* e o processamento (sucos, conservas, corantes) sendo um dos itens de maior interesse comercial, por reunir propriedades bioativas relevantes à alimentação.

Os atributos de qualidade dos produtos agrícolas refletem o nível de aceitação pelo consumidor, abrangendo formato, cor, sabor, teor de açúcar e minerais, os quais influenciam o valor nutricional. Portanto, é fundamental planejar adubações balanceadas para favorecer o desenvolvimento da cultura e mitigar estresses que comprometam suas características físico-químicas e sua aceitação no mercado (Aular; Natale, 2013).

O conceito de microrganismos eficazes ou eficientes (EM) foi introduzido e desenvolvido pelo Dr. Teruo Higa, professor da Universidade de Ryukyus (Japão) na década de 70. Com objetivo de melhorar a utilização da matéria orgânica na produção agrícola, descobriu-se que uma mistura de microrganismos naturais aplicados como inoculante promove a qualidade do solo, melhora a saúde do solo, bem como o crescimento, rendimento e qualidade das culturas.

Microrganismos eficientes são consórcios microbiológicos compostos por diferentes grupos funcionais de microrganismos benéficos, como bactérias ácido-láticas (*Lactobacillus* spp.), leveduras (*Saccharomyces* spp.), bactérias fotossintéticas (*Rhodospseudomonas palustris*), actinobactérias e fungos de decomposição, que atuam de forma sinérgica na promoção da saúde do solo e do crescimento vegetal (Andrade 2020).

O uso de EM na agricultura apoia-se em dois princípios: reconstituir a microbiota benéfica do solo e acelerar a decomposição da matéria orgânica, liberando nutrientes mais rapidamente. Os EM competem com patógenos, produzem metabólitos bioativos induzindo a resistência sistêmica das plantas. Em solos tratados, observa-se maior atividade microbiana, respiração basal, mineralização de nutrientes e síntese de fitormônios o que favorece o crescimento radicular e a absorção especialmente em solos de baixa fertilidade e em sistemas orgânicos (Silva; Cordeiro; Rocha, 2022).

Esses microrganismos solubilizam Fósforo e Potássio e associados a adubação verde e compostos orgânicos, potencializam a fixação biológica de N. Evidências indicam que EM + esterco pode elevar em até 30% o nitrogênio assimilável em comparação ao adubo orgânico isolado (Andrade, 2020).

Em síntese, a combinação EM + adubos orgânicos pode ser uma alternativa eficiente, de baixo custo e ambientalmente adequada para incrementar a produtividade e a qualidade do produto, contribuindo para a sustentabilidade dos sistemas de produção orgânica, sobretudo na agricultura familiar (Sousa *et al.*, 2020).

3 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido na Fazenda Experimental Dom Augusto da Faculdade UMFG, localizada no município de Cianorte, Paraná, cujas coordenadas geográficas são: latitude 23°34.911'S

e longitude 52°38.491'W. De acordo com a classificação climática de Köppen apresentada por Alvares et al. (2013), o clima da região é Cfa — subtropical úmido, com verões amenos, invernos de temperaturas baixas e chuvas bem distribuídas ao longo do ano. O município de Cianorte-PR situa-se na faixa de 1.600 –1.800 mm de precipitação média anual, conforme o Atlas Pluviométrico do Brasil (SGB/CPRM) e o Atlas Climático do Estado do Paraná (IDR/SIMEPAR).

O experimento foi conduzido em Delineamento de Blocos Casualizados (DBC), com cinco tratamentos e quatro repetições, totalizando 20 parcelas experimentais. A área experimental de 15 m² foi composta por quatro canteiros de 3,75m² correspondendo a um bloco, subdividido em cinco parcelas com tamanho de 0,75m².

O solo do experimento foi classificado como Latossolo Vermelho eutrófico (LVe) a variante mais representativa conforme mapeamento estadual e registro técnico local.

TABELA 1 – Características químicas do solo da área experimental. Camada de 0-20 cm.

Determinação	Unidade	Profundidade 0 - 20cm
pH (H ₂ O)	-	6,61
Cálcio	cmolc dm ⁻³	2,72
Magnésio	cmolc dm ⁻³	1,59
Potássio	cmolc dm ⁻³	0,11
H+Al	cmolc dm ⁻³	2,74
Fósforo	mg dm ⁻³	116,96
Ferro	mg dm ⁻³	233,00
Zinco	mg dm ⁻³	33,60
Manganês	mg dm ⁻³	79,46
Boro	mg dm ⁻³	0,13
Soma de base	cmolc dm ⁻³	4,43
CTC	cmolc dm ⁻³	7,17
Saturação por base	%	61,76

Os canteiros foram levantados manualmente com o uso de enxada, juntamente com a incorporação da adubação. A adubação orgânica foi definida com base nas recomendações do Manual de Adubação e Calagem para o Estado do Paraná, o qual indica a aplicação de esterco de galinha/cama de frango em quantidades variando de 10 a 30 t ha⁻¹ (Pauletti; Motta, 2019). e 15 a 60 t ha⁻¹ de esterco bovino curtido na adubação de plantio (Embrapa, 2015), conforme o teor de argila do solo. O objetivo

era garantir aporte de matéria orgânica e suprimento gradual de nutrientes, adotou-se uma dose intermediária dentro desse intervalo, totalizando 22,5 t ha⁻¹ de material orgânico.

Essa dose foi distribuída em duas fontes, mantendo a proporção 2:1 entre esterco bovino curtido (15 t ha⁻¹) e esterco de frango curtido (7,5 t ha⁻¹), de forma a aproveitar o melhor das duas: o bovino, com maior efeito sobre a condição física e biológica do solo (Malaquias, 2016), e o de frango, mais concentrado em nutrientes (Teixeira *et al.*, 2002). Ao ajustar esses valores para a área dos canteiros, preservou-se essa mesma proporção entre as fontes, garantindo uniformidade da adubação de base entre os tratamentos. variando apenas a dose de microrganismos eficientes (EM).

Foram utilizadas mudas da variedade de beterraba Early Wonder Super Tall Top Ferry Morse. O ambiente de plantio foi coberto com sombrite com irrigação por aspersão. O espaçamento adotado foi de 0,25 m entre linhas e 0,25 m entre plantas, totalizando doze plantas por parcela. O plantio foi realizado em 21 de julho de 2025, 10 dias após incorporação da adubação orgânica.

A irrigação foi realizada por aspersores. O controle de plantas daninhas foi efetuado manualmente, assegurando uniformidade de manejo entre todas as parcelas. Empregou-se cobertura morta (palhada de Brachiaria) nas entrelinhas para reduzir a emergência de plantas daninhas e conservar a umidade do solo.

Para o método de captura dos EM seguiu-se a metodologia descrita por Andrade (2020). Preparou-se aproximadamente 700 g de arroz cozido, sem sal, utilizado como isca. O arroz foi acondicionado em caixa plástica, coberta com pano, e levado à área de reserva de mata (Figura.1), neste caso, na fazenda Catuete, localizada em Jussara-PR cujas coordenadas geográficas são: latitude 23°38'10"S e longitude 52°19'13"W. A caixa foi posicionada a 15 m no interior da vegetação e recoberta com serapilheira, sendo recolhida 15 dias depois.

FIGURA 1. Caixa com iscas de arroz coberta por serrapilheira.



Fonte: Autor, 2025.

A colonização sobre o arroz apresentou colorações verde, rosada, avermelhada, amarelada e alaranjada que foram considerados microrganismos eficientes regeneradores (Figura 2). As partes com coloração cinza, marrom e preto foram descartadas. Os microrganismos com a coloração indicada foram diluídos e após transferidos para um galão de 20 L que continha 14 L de água sem cloro. Ao final, foram adicionados 2L de caldo de cana e 200g de açúcar mascavo, agitando-se e misturando o conteúdo dentro do recipiente.

FIGURA 2. Colonização dos microrganismos sobre o arroz



Fonte: Autor, 2025.

A solução de EM foi obtida por fermentação anaeróbica, visando à multiplicação dos

microrganismos eficientes. Para a liberação controlada de gases, empregou-se um sistema simples, constituído por uma mangueira acoplada de forma vedada à tampa da bombona, com a extremidade oposta submersa em recipiente contendo água (Figura 3). Esse arranjo permitiu a liberação do CO₂ gerado e impediu a entrada de O₂, mantendo condições anaeróbicas durante todo o período fermentativo, o período total de fermentação durou 15 dias.

FIGURA 3. Bombona contendo a solução para fermentação anaeróbica.



Fonte: Autor, 2025.

Adotou-se volume de aplicação fixo de 1.000 L ha⁻¹ para todas as pulverizações. Foram testadas quatro doses de microrganismos eficientes (EM). T2 (10L/ ha⁻¹), T3 (30L/ ha⁻¹), T4 (50L/ ha⁻¹), T5 (70L/ ha⁻¹), e a Testemunha (T1). As caldas correspondentes a cada dose foram preparadas individualmente, em balde limpo, na mesma proporção do volume de aplicação adotado, para cada tratamento foram preparados 2 L de calda, quantidade suficiente para atender às parcelas e compensar possíveis perdas durante o manuseio.

Cada parcela apresentou área de 0,75 m², de modo que, considerando o volume de 1.000 L ha⁻¹ (equivalente a 100 mL m⁻²), foram aplicados 75 mL de calda por parcela. A aplicação foi realizada ao solo, nas entrelinhas de plantio e sobre a parte aérea da planta, utilizando pulverizador manual tipo spray, nos horários mais frescos do dia e 20 minutos após a irrigação, a fim de favorecer a absorção. As aplicações ocorreram em quatro momentos do ciclo da cultura: 0, 20, 40 e 60 dias após o transplantio (DAT).

O volume de 1.000 L ha⁻¹ foi adotado para facilitar o preparo das caldas, uma vez que se tratava de parcelas de pequena dimensão. As doses de 10 a 30 L ha⁻¹ foram selecionadas com base em trabalhos que relatam aplicações de EM nessa faixa, enquanto as doses mais elevadas (50 e 70 L ha⁻¹) foram incluídas por serem pouco documentadas na literatura, permitindo avaliar o comportamento da cultura em níveis superiores de EM.

Em cada canteiro os cinco tratamentos foram alocados ao acaso. A casualização foi feita independentemente em cada bloco, garantindo que cada tratamento seja testado uma vez por bloco. A identificação das parcelas seguiu o padrão abaixo:

TABELA 2 – Casualização de blocos referente aos tratamentos alojados ao canteiro.

Canteiros	Casualização de blocos
Bloco 1	T4 T2 T3 T5 T1
Bloco 2	T5 T1 T3 T4 T2
Bloco 3	T1 T2 T4 T5 T3
Bloco 4	T5 T1 T4 T3 T2

A colheita foi realizada 97 dias após o plantio, em 26 de outubro de 2025 (Figura 4), onde colheu-se apenas a fileira do interior do canteiro removendo a bordadura. Os parâmetros qualitativos foram avaliados no Laboratório de Tecnologia de Alimentos da faculdade UMFG.

O peso foi obtido com balança digital (Figura 5), o diâmetro medido com paquímetro (Nove54, 6 Pol 150mm), após extração do suco da beterraba (Figura 6) foram avaliados os Sólidos Solúveis (°Brix) obtidos com refratômetro (ATC manual 0-32%) (Figura 7), medidas de pH foram realizadas com pHmetro de bancada (PHS-3E) e a Acidez Total obtida pela titulação com NaOH 0,1 mol L⁻¹ utilizando o método padrão 942.15 da AOAC (2000).

Ao final, os dados foram submetidos à análise de variância, e ajustaram-se modelos de regressão para as variáveis produção total, diâmetro da raiz, sólidos solúveis (°Brix), pH e acidez titulável (AT), com o objetivo de caracterizar a resposta da cultura às diferentes doses de EM.

FIGURA 4. Dia da colheita.



Fonte: Autor, 2025.

FIGURA 5. Pesagem da beterraba com balança digital.



Fonte: Autor, 2025.

FIGURA 6. Amostras das raízes.



Fonte: Autor, 2025.

FIGURA 7. Medição Sólidos Solúveis com refratômetro



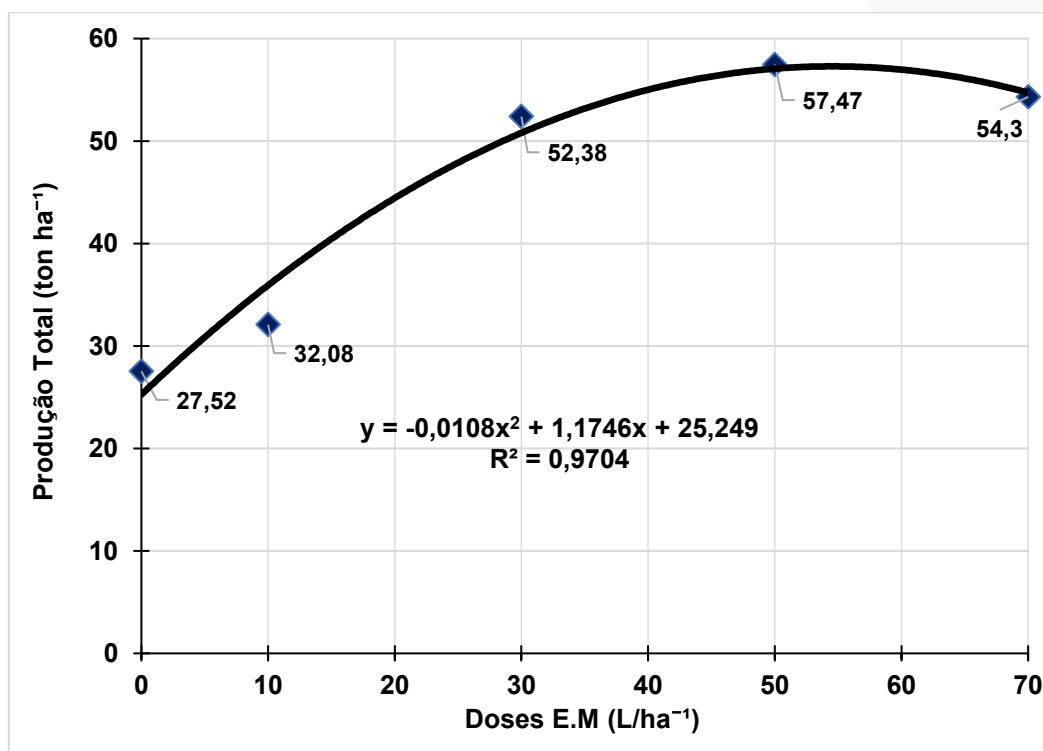
Fonte: Autor, 2025

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A equação polinomial de segundo grau teve bom ajuste aos dados quantitativos produção total e diâmetro de raiz. A produção das raízes de beterraba apresentou aumento expressivo conforme o incremento das doses aplicadas (Figura 8), atingindo o valor máximo de 57,47 t ha⁻¹ no tratamento de 50 L ha⁻¹. A partir dessa dose, observou-se discreta redução no tratamento de 70 L ha⁻¹, evidenciando que o aumento do insumo além do ponto ótimo não promove ganhos adicionais. Pelo modelo quadrático ajustado ($y = -0,0108x^2 + 1,1746x + 25,249$), a dose de máxima eficiência técnica foi estimada em aproximadamente 54,4 L ha⁻¹, na qual a produtividade máxima prevista é de 57,16 t ha⁻¹, valor muito próximo ao resultado observado experimentalmente.

Esse comportamento é coerente com as respostas da beterraba e de outras hortaliças às diferentes doses de EM uma vez que os resultados obtidos convergem com as conclusões de Silva et al. (2020). Esses autores observaram resposta satisfatória do pimentão a diferentes doses de EM, adequadas para obter maior produtividade, verificando dose ótima de 8,96 mL parcela⁻¹. No entanto, a maior dosagem testada (20 mL parcela⁻¹) resultou em menor produtividade (kg ha⁻¹), indicando que o aumento da dose acima do ponto ótimo não gera acréscimos de produção. Assim, recomenda-se a adoção de doses próximas à de máxima eficiência técnica, pois conciliam maior produtividade com uso racional do produto.

FIGURA 8. Produção de beterraba em função da aplicação de doses de E.M.



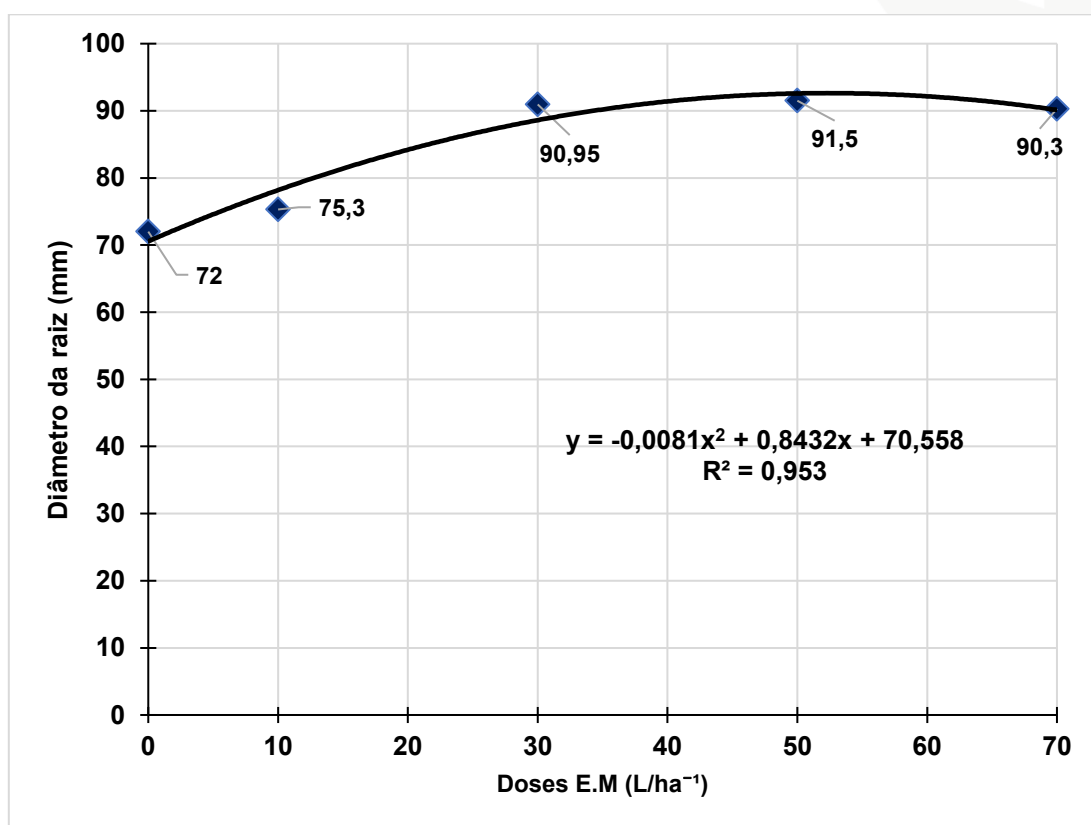
Fonte: Autor, 2025

Para as características de diâmetro da raiz, observou-se aumento acentuado da testemunha

até 50 L ha⁻¹ (91,5 mm), seguido de pequena redução em 70 L ha⁻¹ (90,3 mm) (Figura 9). Houve diferença apenas em relação aos tratamentos T1 (Testemunha) e T2 (10 L/ ha⁻¹), que se mostraram inferiores aos demais. Com base na equação quadrática ajustada ($y = -0,0081x^2 + 0,8432x + 70,558$), a dose de máxima eficiência técnica foi estimada em aproximadamente 52,0 L ha⁻¹, na qual o modelo prevê um diâmetro máximo próximo a 92,5 mm.

A dose máxima não promoveu ganhos adicionais, sugerindo que o equilíbrio entre a disponibilidade de nutrientes e a capacidade de absorção das plantas foi atingido próximo às doses intermediárias, sem acréscimo no calibre. Resultados em beterraba orgânica com microrganismos eficientes (EM) também apontam ganhos de crescimento e qualidade quando os EM são integrados ao manejo, reforçando o papel dos bioinsumos na formação de raízes mais desenvolvidas (Pereira *et al.*, 2024).

FIGURA 9. Diâmetro da raiz (mm) de beterraba em função da aplicação de doses de E.M.



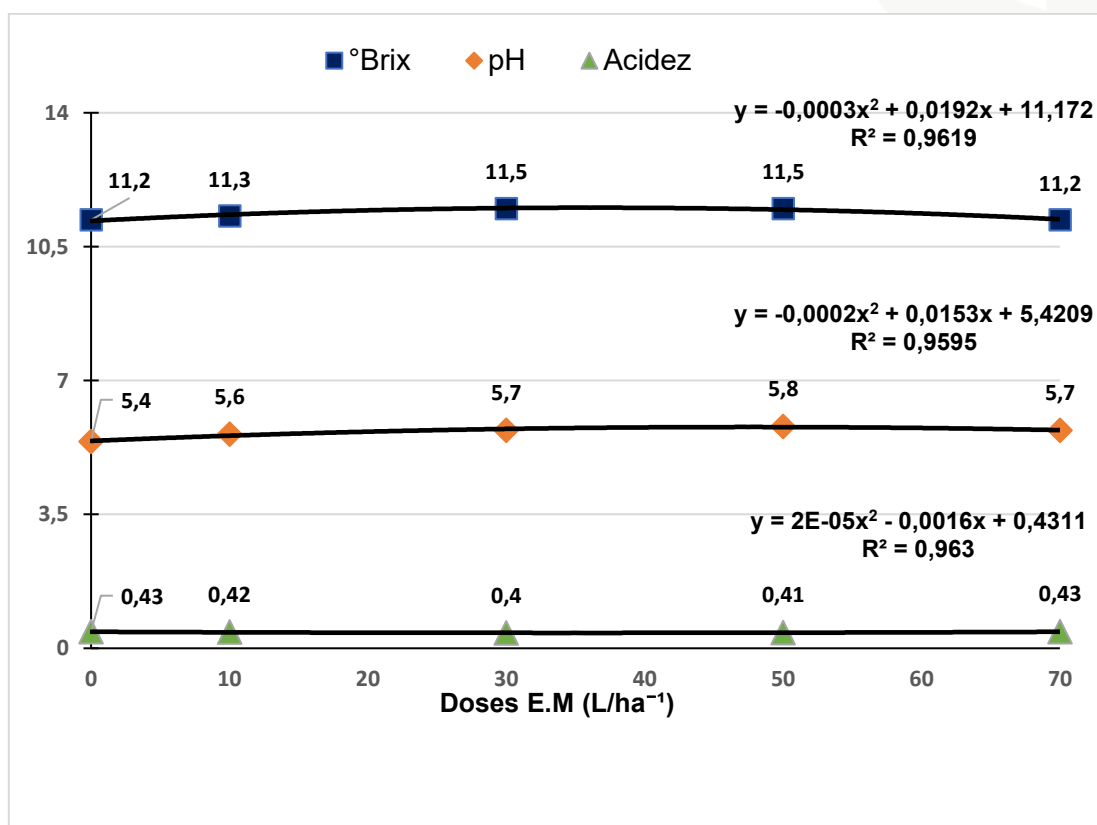
Fonte: Autor, 2025.

Os parâmetros de sólidos solúveis (°Brix), pH e acidez titulável (AT) da beterraba ‘Early Wonder’ não apresentaram resposta significativa às doses de EM aplicadas (0 a 70 L ha⁻¹), mantendo-se estatisticamente estáveis ao longo dos tratamentos. A ausência de variação entre as médias é

evidenciada na (Figura 10), indicando que esses atributos físico-químicos não foram sensíveis às alterações no manejo adotado. Resultado semelhante foi relatado por Lima *et al.* (2010) ao comparar beterraba ‘Early Wonder’ cultivada em sistema orgânico e convencional no Vale do São Francisco, que mesmo com leve incremento nos sólidos solúveis no sistema orgânico, a acidez titulável e o pH permaneceram inalterados entre os manejos, indicando que esses atributos tendem a ser estáveis mesmo diante de mudanças no ambiente de cultivo.

De forma concordante, Coutinho (2016), ao avaliar diferentes cultivares e sistemas de cultivo, não verificou diferenças significativas para pH e sólidos solúveis na maior parte dos tratamentos e destacou que, muitas vezes, a variação entre cultivares é maior do que aquela provocada pelo manejo. Esse comportamento reforça a interpretação do presente estudo de que as doses de EM testadas não foram suficientes para modificar a qualidade do produto.

FIGURA 10 – Aspectos de qualidade de beterraba ‘Early Wonder’ sob diferentes doses de E.M.



Fonte: Autor, 2025.

Dessa forma, considerando os estudos que modificaram o sistema de produção (orgânico × convencional) ou o material genético (diferentes cultivares), verifica-se que os resultados deste trabalho seguem o mesmo padrão de estabilidade dos atributos físico-químicos. Mesmo que o manejo

possa alterar o desempenho produtivo, os valores de SS, pH e AT permanecem dentro da faixa característica da espécie.

Assim, a aplicação de EM até 70 L ha⁻¹ pode ser recomendada sem prejuízo à qualidade das raízes. Contudo, quando se comparam as variáveis de crescimento, especialmente peso e diâmetro de raiz, observa-se que as doses máximas tendem a promover leve redução em relação à dose de melhor resposta, indicando que incrementos acima do ponto ótimo não resultam em ganhos morfológicos proporcionais.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Aplicação de microrganismos eficientes (EM) em cultivo orgânico de beterraba promoveu incremento produtivo em relação à ausência do insumo, demonstrando potencial para otimizar o desempenho da cultura. A resposta às doses avaliadas indicou que 50 L ha⁻¹ foi o nível que resultou no melhor rendimento sob as condições deste experimento, enquanto a dose de 70 L ha⁻¹ não proporcionou ganhos adicionais. A análise de regressão reforçou esse comportamento, apontando doses próximas de 52 a 54 L ha⁻¹ como faixa de máxima eficiência técnica para as variáveis de produção e desenvolvimento, o que confirma a adequação prática do uso de 50 L ha⁻¹ em sistemas orgânicos similares.

Dessa forma, a utilização de EM na dose de 50 L ha⁻¹, integrada à adubação orgânica de base, configura-se como estratégia viável para elevar o rendimento da beterraba em ambientes comparáveis. Cabe destacar que, embora este estudo não tenha contemplado avaliação econômica, a determinação da dose de melhor resposta agrônômica é um passo essencial para orientar futuros trabalhos que verifiquem se o incremento de produtividade proporcionado pelos EM justifica o custo de aplicação no sistema de produção.

Ainda assim, recomenda-se a realização de estudos adicionais contemplando outras doses, épocas e frequências de aplicação, bem como avaliações em diferentes condições edafoclimáticas e cultivares, incluindo análises de qualidade pós-colheita e viabilidade econômica, a fim de consolidar recomendações mais robustas para uso do insumo. Além disso, este trabalho contribui para suprir a escassez de informações sobre o emprego de microrganismos eficientes em beterraba cultivada organicamente, oferecendo parâmetros de referência que podem orientar pesquisas subsequentes e facilitar o ajuste de recomendações práticas em L ha⁻¹ para áreas experimentais de pequena escala.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela direção, força e saúde em toda a trajetória acadêmica.

Aos meus pais, Jonas e Regiane, e a toda minha família, pelo apoio constante e incentivo.

À Fazenda Experimental Dom Augusto (UMFG) e a todos os envolvidos no experimento, pelo espaço cedido e pelo auxílio nas etapas de implantação, condução e colheita.

À professora orientadora, Prof.^a Dra. Mirian Cristina Maretti, pela orientação segura, paciência e pelas contribuições decisivas para a qualidade deste estudo.

Aos colegas de turma e amigos, pela parceria, amizade e pelas trocas que tornaram esse percurso mais leve.

A todos que, de alguma forma, contribuíram para esta conquista, meu sincero agradecimento.

REFERÊNCIAS

AOAC INTERNATIONAL. Acidez titulável de produtos de frutas. In: AOAC INTERNATIONAL. **Métodos oficiais de análise da AOAC International**. Gaithersburg: AOAC International, 1999. p. 10-11.

ALMEIDA, W. A.; ARAÚJO NETO, S. E.; UCHÔA, T. L.; SOUZA, L. G.; SILVA, N. M.; FERREIRA, R. L. F.; TOMIO, D. B. Chemical soil and leaf properties in yellow passion fruit cultivation with organic fertilization. **Comunicata Scientiae**, [S. l.], v. 11, p. e3342-e3342, 2020.

ALVARES, C. A. *et al.* **Mapa de classificação climática de Köppen para o Brasil**. *Meteorologische Zeitschrift*, Stuttgart, v. 22, n. 6, p. 711–728, 2013.

ANDRADE, F. M. C. **Caderno dos microrganismos eficientes (EM): instruções práticas sobre uso ecológico e social do EM**. 3. ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa/Departamento de Fitotecnia, 2020. 31 p.

AULAR, J.; NATALE, W. Nutrição mineral e qualidade do fruto de algumas fruteiras tropicais: goiabeira, mangueira, bananeira e mamoeiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 35, n. 4, p. 1214–1231, 2013.

BOT, A.; BENITES, J. **A importância da matéria orgânica do solo: chave para solos resistentes à seca e produção de alimentos sustentada**. Roma: FAO, 2005. (FAO Soils Bulletin, 80).

Disponível em: <<https://www.fao.org/4/a0100e/a0100e.pdf>>. Acesso em: 12 out. 2025.

BRASIL. Serviço Geológico do Brasil (SGB/CPRM). Atlas pluviométrico do Brasil: isoietas de precipitação média anual (1977–2006). Brasília: **SGB/CPRM**, 2011. Disponível em: <<https://www.sgb.gov.br/isoietas>>. Acesso em: 29 set. 2025.

CAMPANHOLA, C.; VALARINI, P. J. A agricultura orgânica e seu potencial para o pequeno agricultor. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, Brasília, v. 18, n. 3, p. 69–101, 2001.

CHEN, L.; ZHU, Y.; HU, Z.; WU, S.; JIN, C. Beterraba como alimento funcional com enormes benefícios para a saúde: atividade antioxidante, antitumoral, funcional e metabólica crônica. **Food Science & Nutrition**, v. 9, n. 11, p. 6406-6420, 2021. DOI: 10.1002/fsn3.2577. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34760270/>>

COUTINHO, P. W. R. **Desempenho de cultivares, produtividade e qualidade de beterraba em sistemas de cultivo**. 2016. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon, 2016. Disponível em: <<https://tede.unioeste.br/handle/tede/1314>>. Acesso em: 9 nov. 2025.

EMBRAPA. Fertilizantes orgânicos. In: BRASIL, E. C.; CRAVO, M. S.; VIÉGAS, I. J. M. (org.). **Recomendações de calagem e adubação para o estado do Pará**. 2. ed., rev. e atual. Brasília, DF: Embrapa, 2020. p. 95–105. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1127241/1/LVRecomendacaoSolo-2020-95-105.pdf>>. Acesso em: 13 jun. 2025.

EMBRAPA. **Produção de hortaliças para a agricultura familiar**. Brasília, DF: Embrapa, 2015. 108 p.

GOMES, J. P. A.; MOULIN, M. M.; SOUZA, M. N.; SANTOS JÚNIOR, A. C. Uso de microrganismos eficientes como alternativa para agricultura sustentável: um referencial teórico. **Agroecologia: Métodos e Técnicas para uma Agricultura Sustentável**, v. 5, n. 1, p. 340–355, fev. 2021. DOI: 10.37885/210604968.

HORTIFRÚTI/CEPEA. *Beterraba*. **Hortifruti Brasil – Cepea/Esalq-USP**, 2025. Disponível em:

<<https://www.hfbrasil.org.br/br/hortifruti-cepea-beterraba.aspx>>. Acesso em: 12 nov. 2025

IBGE. **Censo Agropecuário 2017: resultados definitivos**. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2018. Disponível em: <<https://censoagro2017.ibge.gov.br/resultados-censo-agro-2017.html>>. Acesso em: 10 nov. 2025.

LIMA, J. S. S. *et al.* Influência da adubação orgânica nas propriedades químicas de um Latossolo Vermelho distrófico e na produtividade de milho. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 29, supl., p. 715–719, 2007.

LIMA, J. S.; COSTA, M. F. S.; WALFREDO, L. S.; NASCIMENTO, S. S.; GAMA, J. B.; GOMES, E. C. S. **Qualidade de beterraba produzida em sistema orgânico e convencional no Vale do São Francisco**. [s.l.: s.n.], 2010. Disponível em: <<https://ciorganicos.com.br/wp-content/uploads/2013/09/betttttttt.pdf>>. Acesso em: 9 nov. 2025.

MALAQUIAS, J. P. **Adubação orgânica na fertilidade do solo, trocas gasosas e componentes de produção de meloeiro em Neossolo Regolítico**. 2016. 105 f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) – Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia, PB, 2016.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA (Brasil). **Relatório de gestão – exercício 2023**. Brasília, DF: MAPA, 2024. Disponível em: <<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/acesso-a-informacao/auditorias/relatorio-de-gestao/RelatriodeGestode2023.pdf>>. Acesso em: 15 jun. 2025.

PAULETTI, V.; MOTTA, A. C. V. Manual de adubação e calagem para o Estado do Paraná. 2. ed. Curitiba: **Sociedade Brasileira de Ciência do Solo** – Núcleo Estadual Paraná, 2019. 482 p.

PARANÁ. Instituto Água e Terra (IAT). **Mapa de solos do Estado do Paraná (síntese estadual)**. Curitiba: IAT, 2020. Disponível em: <https://www.iat.pr.gov.br/sites/agua-terra/arquivos_restritos/files/documento/2020-07/mapa_solos.pdf>. Acesso em: 30 set. 2025.

PARANÁ. Instituto de Desenvolvimento Rural do Paraná – IDR-Paraná; SIMEPAR. **Atlas climático do Estado do Paraná**. Curitiba: IDR-Paraná, 2019. Disponível em: <<https://www.idrparana.pr.gov.br/system/files/publico/agrometeorologia/atlas-climatico/atlas->

climatico-do-parana-2019.pdf>. Acesso em: 29 set. 2025.

PEREIRA, S. R. de M. *et al.* Uso de microrganismos eficientes (EM) e *Trichoderma* na produção orgânica de beterraba. **Cadernos de Agroecologia**, v. 19-20, 2024. Disponível em: <<https://cadernos.aba-agroecologia.org.br/cadernos/article/view/7742>>. Acesso em: 8 nov. 2025.

SANTOS, H. G. dos; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos; *et al.* **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 6. ed., rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2018. 393 p. Disponível em: <<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1176834>>. Acesso em: 18 out. 2025.

SILVA, A. L. da; CORDEIRO, R. S.; ROCHA, H. C. R. Aplicabilidade de microrganismos eficientes (ME) na agricultura: uma revisão bibliográfica. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 1, e32311125054, 2022. DOI: 10.33448/rsd-v11i1.25054.

SILVA, J. R. dos S.; ALMEIDA, M. P. de; MOREIRA, J. G. do V.; OLIVEIRA, E. de. Produção de pimentão em ambiente protegido sob diferentes concentrações de microrganismos eficientes. *Enciclopédia Biosfera*, **Centro Científico Conhecer**, Jandaia-GO, v. 17, n. 34, 2020. DOI: 10.18677/EnciBio_2020D31.

SOUSA, W.S.; PONTES, J.R.V.; MELO, OFP. Microrganismos eficientes no cultivo de alface. **Revista Agrogeoambiental**, Pouso Alegre, v. 12, n. 2, 2020. DOI: 10.18406/2316-1817v12n220201456.

TEIXEIRA, L. B.; OLIVEIRA, R. F.; FURLAN JÚNIOR, J.; CHENG, S. S. **Comparação de composto orgânico de Barcarena com adubos orgânicos tradicionais quanto às propriedades químicas**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2002. (Comunicado Técnico, 70). Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/404181/1/com.tec.70.pdf>> Acesso em: 01 nov. 2025.

WILLER, H.; TRÁVNÍČEK, J.; SCHLATTER, B. (org.). **O mundo da agricultura orgânica 2024: estatísticas e tendências emergentes**. Frick: FiBL; Bonn: IFOAM – Organics International, 2024. 352 p. Disponível em: <<https://www.fibl.org/en/shop-en/1747-organic-world-2024>>. Acesso em: 12 out. 2025.