

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

João Pedro Pessoa Duarte

**Produtividade e Qualidade de Cenoura Sob Diferentes Doses de
Biofertilizante Líquido**

Uberlândia, MG

2026

João Pedro Pessoa Duarte

**Produtividade e Qualidade de Cenoura Sob Diferentes Doses de
Biofertilizante Líquido**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Instituto de Ciências Agrárias da
Universidade Federal de Uberlândia como
requisito parcial para obtenção do título de
bacharel em Agronomia.

Área de concentração: Ciências Agrárias

Orientador: Dr. José Magno Queiroz Luz

Uberlândia, MG

2026

Ficha Catalográfica Online do Sistema de Bibliotecas da UFU
com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).

D812 2026	Duarte, Joao Pedro Pessoa, 2001- Produtividade e Qualidade de Cenoura Sob Diferentes Doses de Biofertilizante Líquido [recurso eletrônico] / Joao Pedro Pessoa Duarte. - 2026. Orientador: José Magno Queiroz Luz. Coorientadora: Luane Isadora Souza. Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade Federal de Uberlândia, Graduação em Agronomia. Modo de acesso: Internet. Inclui bibliografia. Inclui ilustrações. 1. Agronomia. I. Luz, José Magno Queiroz, 1967-, (Orient.). II. Souza, Luane Isadora, 1991-, (Coorient.). III. Universidade Federal de Uberlândia. Graduação em Agronomia. IV. Título. CDU: 631
--------------	--

Bibliotecários responsáveis pela estrutura de acordo com o AACR2:

Gizele Cristine Nunes do Couto - CRB6/2091

Nelson Marcos Ferreira - CRB6/3074

Produtividade e qualidade de cenoura sob diferentes doses de biofertilizante líquido

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Instituto de Ciências Agrárias da
Universidade Federal de Uberlândia como
requisito parcial para obtenção do título de
bacharel em Agronomia.

Área de concentração: Ciências Agrárias

Uberlândia, 29 de junho

Banca Examinadora:

Luane Isadora Souza

Angélica Araújo Queiroz

Professor Doutor José Magno Queiroz Luz
Orientador

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao professor Dr. José Magno Queiroz Luz o incentivo, motivação e orientação nesta caminhada acadêmica.

Aos colegas e amigos da turma 70, e do GEPOM por todo o apoio, conhecimentos e bons momentos durante minha graduação.

A minha família e namorada pelo apoio, amor e carinho durante toda a minha jornada, especialmente aos meus pais, minha avó e minha namorada pelo estímulo, carinho e compreensão.

A Deus por tornar toda a experiência da vida possível e nos dar o prazer de vivê-la.

“Ninguém ignora tudo. Ninguém sabe tudo. Todos nós sabemos alguma coisa. Todos nós ignoramos alguma coisa.”

(FREIRE, 2002, p. 69)

RESUMO

A cenoura (*Daucus carota* L.) é uma hortaliça de elevada importância econômica, cujo desempenho produtivo em regiões tropicais pode ser otimizado pelo manejo nutricional. O uso de biofertilizantes tem sido visado para melhorar esse manejo. Para isso objetivou-se avaliar o efeito de doses crescentes de biofertilizante líquido sobre a produtividade e a qualidade comercial de raízes da cultivar Natuna. O experimento foi realizado em condições de campo no município de Perdizes-MG, no período de setembro a dezembro de 2024. O experimento foi conduzido em delineamento em blocos casualizados, com seis doses (0, 150, 300, 450, 600 e 750 L ha⁻¹), cinco repetições e aplicação via regador aos 14 dias após a semeadura. As raízes foram classificadas em categorias comerciais e os dados submetidos à ANOVA e teste de Tukey ($p \leq 0,05$), além de regressão linear. A produtividade total foi significativamente influenciada pelas doses ($p = 0,0007$), com doses do produto resultando em médias superiores ao controle e doses entre 450 e 750 L ha⁻¹ resultaram em respostas estáveis. A categoria comercial 3A Extra apresentou incremento de até 39% nas maiores doses ($p = 0,016$). As demais categorias e a proporção total de raízes comerciáveis não diferiram entre tratamentos. Conclui-se que a aplicação de biofertilizante líquido em doses ≥ 150 L ha⁻¹ promove ganhos significativos de produtividade e qualidade comercial da cenoura, sendo a dose de 150 L ha⁻¹ recomendada para otimizar a produtividade do cultivo e o investimento financeiro.

Palavras-chave: bioinsumo; fertilizante líquido; Natuna; microrganismos.

ABSTRACT

Carrot (*Daucus carota* L.) is a vegetable crop of high economic importance, whose productive performance in tropical regions can be optimized through proper nutrient management. The use of biofertilizers has been considered a promising strategy to improve this management. Therefore, this study aimed to evaluate the effect of increasing rates of liquid biofertilizer on the yield and commercial quality of roots of the cultivar Natuna. The experiment was conducted under field conditions in the municipality of Perdizes, Minas Gerais, Brazil, from September to December 2024. A randomized complete block design was adopted, with six biofertilizer rates (0, 150, 300, 450, 600, and 750 L ha⁻¹), five replications, and application performed using a watering can at 14 days after sowing. Roots were classified into commercial categories, and the data were subjected to analysis of variance (ANOVA) and Tukey's test ($p \leq 0.05$), in addition to linear regression analysis. Total root yield was significantly affected by biofertilizer rates ($p = 0.0007$), with all applied rates resulting in higher mean yields than the control, while yield responses remained stable between 450 and 750 L ha⁻¹. The commercial category 3A Extra showed an increase of up to 39% at the highest rates ($p = 0.016$). The remaining commercial categories and the overall proportion of marketable roots did not differ among treatments. It can be concluded that the application of liquid biofertilizer at rates ≥ 150 L ha⁻¹ promotes significant improvements in carrot yield and commercial quality. Therefore, the rate of 150 L ha⁻¹ is recommended as the most suitable option to optimize crop productivity and economic return.

Keywords: bio-input; liquid fertilizer; Natuna; microorganisms.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	10
REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	11
METODOLOGIA	15
RESULTADOS.....	16
DISCUSSÃO.....	19
CONCLUSÃO	21
REFERÊNCIAS.....	22

INTRODUÇÃO

A cenoura (*Daucus carota* L.) é uma das principais hortaliças cultivadas no mundo, ocupando uma área de mais de 1,1 milhões de hectares e com produção de aproximadamente 37 milhões de toneladas em 2021 (CARVALHO, 2021). No Brasil, apresenta elevada importância sob os aspectos econômico e nutricional, sendo amplamente consumida e possuindo papel relevante no mercado interno. Seu cultivo tem se expandido em regiões de clima subtropical, onde as condições de inverno, com temperaturas mais amenas, favorecem o desenvolvimento radicular e a formação de raízes com melhor forma, cor e palatabilidade (CASA DO PRODUTOR RURAL, 2019). A demanda por raízes de qualidade superior tem crescido, impulsionada pelo aumento do consumo observado nos últimos anos (ANUÁRIO BRASILEIRO DE HORTI&FRUTI, 2024).

De acordo com o último Censo Agropecuário realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística realizado em 2017 (IBGE, 2017), a produção brasileira de cenoura alcançou 480.252 toneladas no referido ano. Observa-se uma tendência de crescimento desse volume, impulsionada pelo desenvolvimento de novas cultivares, pela introdução de insumos tecnológicos e pelo aprimoramento das práticas de manejo (SILVA, 2019). A relevância econômica da cultura também se evidencia no mesmo levantamento, no qual o estado de Minas Gerais, principal produtor nacional, registrou um valor de produção estimado em aproximadamente 178 milhões de reais (IBGE, 2017). Entretanto, para a obtenção desses níveis produtivos, o manejo nutricional representa um fator indispensável, influenciando diretamente a produtividade e a qualidade da cenoura, porém, essa prática pode chegar a representar até 45% dos custos operacionais da cultura (SILVA, 2019).

Segundo dados do Plano Nacional de Fertilizantes, o país importa cerca de 85% do volume total de nutrientes aplicados no solo. Devido a isso o Brasil sofre uma vulnerabilidade a oscilações no abastecimento e nos preços desses insumos agrícolas essenciais (BRASIL, 2022a). A instabilidade do cenário geopolítico tende a evidenciar o problema da dependência externa, conflitos que afetam regiões estratégicas para o comércio e logística de insumos, tem ampliado significativamente os riscos logísticos associados à importação de fertilizantes, especialmente os nitrogenados. Regiões de tensão constante como o Golfo Pérsico concentram parcela relevante do fluxo global de insumos essenciais, incluindo cerca de 45% das exportações de ureia e proporções expressivas de amônia, fosfatos e enxofre (INSPIER AGRO GLOBAL, 2026).

Para buscar reduzir esse problema, o uso de biofertilizantes, um tipo de insumo biológico, têm se destacado como uma alternativa sustentável (ALTIERI, 2018). Os insumos biológicos consistem em produtos ou processos agroindustriais obtidos a partir de enzimas, extratos de origem

vegetal ou microbiana, microrganismos, macrorganismos, metabólitos secundários e feromônios, sendo amplamente utilizados no controle biológico. Além disso, incluem substâncias e agentes voltados à nutrição vegetal, à promoção do crescimento das plantas, à mitigação de estresses bióticos e abióticos, bem como alternativas ao uso de antibióticos (EMBRAPA, 2025).

Dentre as alternativas de insumos biológicos, destaca-se o Microgeo®, um adubo biológico produzido pelo processo de compostagem líquida contínua. Ele é considerado um biofertilizante, caracterizado como um material líquido resultante da fermentação de esterco, adicionado ou não de outros resíduos orgânicos e nutrientes em água (STUCHI, 2015). O referido insumo é composto por preparados biodinâmicos obtidos a partir do rúmen e do esterco bovino e constituído por uma comunidade microbiana autóctone, adaptada às condições edafoclimáticas locais. Apresenta, em média, cerca de 300 grupos de microrganismos, incluindo bactérias, fungos e leveduras com predominância bacteriana de até 89%, representada principalmente pelos filos Proteobacteria, Bacteroidetes, Firmicutes e Acidobacteria, com densidade populacional estimada entre 10^7 e 10^9 células mL^{-1} (MICROGEO, 2025). Assim, sua aplicação tem como principal objetivo a nutrição das plantas cultivadas e o enriquecimento e manutenção da microbiota do solo, justificando sua avaliação no sistema produtivo da cultura.

O presente estudo teve como objetivo avaliar o efeito de diferentes doses de biofertilizante líquido sobre a produtividade total e a qualidade comercial da cenoura (*Daucus carota* subsp. *sativus*) cultivar Natuna, cultivada no período de inverno, analisando sua influência na produção total e na distribuição das raízes entre as diferentes classes comerciais.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A cenoura (*Daucus carota* L.), segundo dados da Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAOSTAT, 2024) alcançou uma produção mundial de 46,3 milhões de toneladas em 2023, com a China respondendo por aproximadamente 21 milhões de toneladas, sendo seguida por Uzbequistão, Índia e Rússia. No contexto nacional, configura-se como uma das hortaliças de maior expressão econômica e valor nutricional, destacando-se entre as culturas mais produzidas e consumidas no território nacional (RESENDE; BRAGA, 2014). Sua raiz é valorizada pelo alto teor de carotenoides, vitaminas e fibras, sendo amplamente utilizada na alimentação humana fresca e processada. O cultivo tem se expandido significativamente nas regiões Sul e Sudeste, mas também vem ganhando relevância no Centro-Oeste e Nordeste, impulsionado pelo desenvolvimento de cultivares adaptadas ao calor e resistentes às principais doenças foliares (LUZ et al., 2009a). Segundo Oliveira (2020) os principais polos de produção de cenoura no Brasil, estão

localizados em São Gotardo (MG), Cristalina (GO), Marilândia (PR), Caxias do Sul (RS) e Irecê (BA).

A história da cenoura pode ser dividida em três marcos evolutivos. Originalmente, há cerca de 5.000 anos, as variedades selvagens da Ásia Menor e Central tinham suas sementes utilizadas para fins medicinais ou como especiarias (VAVILOV, 1992). O consumo da raiz, como o conhecemos hoje, consolidou-se apenas a partir do século X, em regiões como o Afeganistão e o Irã. Nessa fase inicial de domesticação, as raízes apresentavam coloração roxa ou amarela e se difundiram pela Europa entre os séculos XI e XV. A cenoura laranja, predominante na atualidade, surgiu apenas entre os séculos XV e XVI em solo europeu, sendo considerada o resultado de um evento secundário de seleção e domesticação para o acúmulo de carotenoides (IORIZZO *et al.*, 2013).

A viabilidade técnica e a rentabilidade da cultura da cenoura dependem da sincronização entre o ciclo da cultivar e a sazonalidade climática. Segundo Filgueira (2008), a especificidade de cada material genético quanto à época de plantio é o que garante o escalonamento da produção anual em uma mesma localidade. O sucesso na colheita de raízes com padrão comercial é o resultado da interação entre genótipo e ambiente, onde variáveis como altitude e temperatura desempenham papéis críticos. Em suma, embora a cenoura se adapte melhor a regiões de clima ameno e altitudes elevadas, a escolha criteriosa da cultivar permite mitigar limitações climáticas e otimizar o desempenho edafoclimático da lavoura. A qualidade das raízes é determinada principalmente pelo comprimento, diâmetro, uniformidade, ausência de deformidades e coloração intensa, características que influenciam diretamente o valor de mercado (RESENDE; BRAGA, 2014).

A germinação das sementes ocorre sob temperaturas de 8 a 35°C sendo a faixa ideal entre 20 e 30 °C, entretanto, a temperatura ideal para o desenvolvimento radicular varia entre 15 e 21 °C, portanto o plantio de inverno é preferencial em muitas regiões brasileiras, especialmente em Minas Gerais, onde as condições térmicas mais amenas favorecem a qualidade das raízes, embora exijam manejo cuidadoso da umidade e da fertilidade do solo. A escolha da cultivar de cenoura no Brasil é rigorosamente pautada pela época de semeadura, uma vez que a interação entre o genótipo e as variáveis climáticas determina o sucesso fitossanitário e a qualidade das raízes. Enquanto o grupo Nantes se destaca pela excelência estética e raízes cilíndricas, sua alta susceptibilidade à queimadas-folhas e exigência de temperaturas amenas restringem seu cultivo ao período de inverno.

Em contrapartida, o desenvolvimento de materiais nacionais pelos programas de melhoramento da EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária) e ESALQ (Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz), representados pelos grupos Brasília e Kuronan, viabilizou

a produção de verão ao introduzir resistência genética ao calor e ao florescimento prematuro sob dias longos. Essas cultivares tropicais apresentam maior vigor foliar e rusticidade, fundamentais para enfrentar a elevada pressão de patógenos e as instabilidades hídricas da estação quente. Adicionalmente, materiais de transição e ampla adaptação, como os grupos Prima e Harumaki, oferecem plasticidade fenotípica para as janelas de plantio de meia-estação, garantindo o escalonamento da produção e o abastecimento do mercado ao longo de todo o ano.

Embora a disponibilidade de diferentes materiais genéticos permita o plantio contínuo de cenoura no Brasil durante todas as estações, o ciclo de verão é o que apresenta os maiores desafios técnicos (EMBRAPA, 2004). A cultivar usada no presente trabalho foi a de inverno Natuna, essa cultivar apresenta raízes com elevada uniformidade, formato cilíndrico, superfície lisa, coloração alaranjada intensa e adequado fechamento apical (BEJO SEMENTES, 2026).

A adubação da cenoura deve ser planejada para atender à marcha de absorção da cultura, que intensifica o acúmulo de matéria seca na parte aérea até os 88 dias após a semeadura e na raiz no terço final do ciclo, com ordem de exigência de macronutrientes $K > N > Ca > P > S > Mg$. Embora potássio e nitrogênio sejam extraídos em maiores quantidades e acumulados preferencialmente na raiz, a inclusão do cálcio na adubação de cobertura é decisiva para a qualidade comercial, por atuar no desenvolvimento radicular e na integridade das paredes celulares. O fornecimento conjunto de N, K e Ca em cobertura, respeitando o equilíbrio com o magnésio no solo, demonstra ser mais eficaz do que adubações isoladas, garantindo não apenas a produtividade total, mas o incremento de raízes de padrão comercial superior. Nesse contexto, insumos capazes de promover a disponibilização gradual de nutrientes ao longo do ciclo, como os biofertilizantes líquidos, apresentam potencial de complementar a adubação mineral convencional (LUZ et al., 2009b; CECÍLIO, 2013)

Ao longo da história, a produtividade agrícola no Brasil tem apresentado forte dependência do uso de fertilizantes. Nas últimas cinco décadas, observa-se incremento contínuo na produção relacionado à expansão do consumo de adubos. Desde o começo do século XXI, a utilização de fertilizantes aumentou em 87%, refletindo-se em um expressivo crescimento de 150% na produção de grãos no mesmo intervalo (EMBRAPA, 2018). Apesar disso, a variabilidade climática interanual e a heterogeneidade do solo continuam sendo desafios para a estabilidade da produção e da qualidade (SANTOS et al., 2017a).

Visto que o Brasil é o maior importador mundial não apenas do total de fertilizantes como de cada um deles (nitrogenados, fosfatados e potássicos), os preços (e o custo da produção agrícola nacional) estão à mercê de fatores geopolíticos externos. Rússia e Bielorrússia respondem por 30,5% das exportações de fertilizantes potássicos. Com o conflito entre Rússia e Ucrânia, a oferta de

fertilizantes fosfatados foi severamente afetada (BRASIL, 2022b). Como estratégia para mitigar a adubação química convencional, estudos como o de Silva (2021) indicam que biofertilizantes constituem uma alternativa viável como complementação de fertilizantes químicos, na promoção de uma nutrição adequada do solo e possibilitando o aproveitamento sustentável de resíduos orgânicos.

Os biofertilizantes líquidos constituem uma categoria de insumos orgânicos obtidos por fermentação controlada de matérias-primas de origem animal ou vegetal, geralmente esterco bovino, resíduos agrícolas ou subprodutos orgânicos, diluídos em água e submetidos a processos anaeróbicos ou aeróbicos (SOUZA & ALCÂNTARA, 2008). Esses produtos diferem dos fertilizantes minerais tradicionais por apresentarem ação biológica, promovendo não apenas o aporte direto de nutrientes, mas também a ativação e o equilíbrio da microbiota do solo.

Os principais mecanismos de ação incluem a solubilização de nutrientes, como fósforo e potássio fixados no solo, por meio da atividade de bactérias e fungos presentes na fermentação, o que reduz a dependência de fontes solúveis químicas (FREITAS et al., 2016). Além disso, certas populações microbianas contribuem para a fixação biológica de nitrogênio, convertendo N_2 atmosférico em formas assimiláveis pelas plantas, complementando o ciclo do nitrogênio no sistema solo-planta. Durante o processo de fermentação, alguns microrganismos podem liberar compostos como auxinas, giberelinas e citocininas, que estimulam o crescimento radicular e a divisão celular (SANTOS et al., 2017a).

Ferreira et al. (2023) avaliaram o efeito do biofertilizante líquido Agrobio, obtido por atividade de microrganismos em sistema aberto, na cenoura cv. Brasília em manejo agroecológico. As doses de 4% e 6% aplicadas semanalmente via foliar resultaram em maior diâmetro e peso médio das raízes superiores à testemunha. O comprimento das raízes também foi influenciado positivamente na dose de 4%, com significância estatística ($P < 0,05$). Esses resultados reforçam que biofertilizantes líquidos podem atuar como fonte suplementar de micronutrientes e melhorar a resistência das plantas a pragas e doenças, especialmente em sistemas de baixa entrada de insumos químicos.

A pesquisa de Gondim (2024) reforça esses achados, demonstrando que a aplicação de biofertilizante aumenta a produção de cenoura por meio da melhoria na disponibilidade de nutrientes e na atividade microbiana do solo, resultando em maior rendimento e qualidade das raízes em sistemas orgânicos. Portanto, os biofertilizantes líquidos representam uma tecnologia com potencial para melhorar tanto a produtividade quantitativa quanto a qualidade comercial de hortaliças, incluindo a cenoura e reduzir o impacto da dependência de importações de fertilizantes.

METODOLOGIA

O experimento foi conduzido em condições de campo, na zona rural de Perdizes – MG, durante a safra de setembro a Dezembro de 2024, utilizando a cultivar de cenoura Natuna. O plantio ocorreu em condições de sequeiro, com preparo de solo e adubação seguindo o padrão da fazenda. O delineamento experimental adotado foi em blocos casualizados (DBC), com seis tratamentos e cinco repetições, totalizando 30 parcelas, cada parcela com dimensões de 1,8m x 6m, totalizando uma área de 10,8 m². Para as análises foram consideradas apenas os três metros centrais da parcela, desconsiderando as bordas, chegando em uma área de parcela útil de 5,4m². A aplicação do bioinsumo foi realizada de forma única, diluído em regador com 5 litros, 14 dias após a semeadura, no dia 19 de setembro, a fonte usada foi o produto comercial Microgeo®. Os tratamentos consistiram em diferentes doses do produto, como demonstrado na tabela 1.

Tabela 1 – Descrição das doses do produto usadas em cada tratamento em L ha⁻¹:

Tratamento	Dose (L ha ⁻¹)
T1	0
T2	150
T3	300
T4	450
T5	600
T6	750

A semeadura foi feita no dia 5 de setembro, de forma mecanizada, com três linhas triplas, em canteiros elevados feitos por tratores. A adubação e as aplicações de defensivos foram realizadas conforme o padrão da fazenda, seguindo a análise de solo e a demanda fitossanitária da lavoura. O ciclo da cultura foi de 103 dias, com uma temperatura média de 23°C durante o ciclo. A colheita foi realizada no dia 17 de Dezembro, de forma semimecanizada, com o auxílio de tratores para o rompimento dos canteiros seguido pela coleta e a separação das raízes da parte aérea de forma manual.

As raízes foram classificadas de forma visual por classificadores previamente treinados de acordo com as categorias comerciais das raízes no padrão adotado pela fazenda: 6A (muito grande), 3A (extra), 2A (média), 1A (pequena/fina) e Descarte (avarias ou anormalidades). Os dados foram coletados através da pesagem da cenoura com o uso de uma balança de bancada (modelo Prix 3 Fit Toledo) e as variáveis avaliadas incluíram o peso total por parcela (kg/5,4 m²), obtido pela pesagem de todas as raízes coletadas na parcela e o peso das classes comerciais por parcela. Cada classe foi pesada separadamente após a classificação. Para o peso total da parcela foram somados os pesos de todas as raízes coletadas na parcela independente da classe.

Figura 1 - Classificação de cenouras pelo padrão da fazenda.



Fonte: Vitro, 2023

Os dados obtidos no delineamento em blocos casualizados, composto por seis tratamentos e cinco repetições, foram submetidos à análise de variância (ANOVA) ao nível de 5% de probabilidade. Quando constatado efeito significativo dos tratamentos, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). As análises estatísticas foram realizadas no software R (versão 4.3.0), utilizando os pacotes stats, car, agricolae e ggplot2. As equações de regressão foram geradas no próprio R, enquanto os gráficos foram elaborados no Microsoft Excel.

RESULTADOS

Os resultados obtidos demonstram que o biofertilizante líquido exerce influência positiva sobre a produtividade e a qualidade comercial da cenoura, com respostas mais estáveis nas três doses mais altas. A análise estatística revelou diferenças significativas entre os tratamentos tanto na produtividade total quanto na distribuição de raízes nas categorias comerciais, especialmente na classe 3A. A seguir, são apresentados os principais achados, acompanhados de sua interpretação à luz da literatura e dos objetivos propostos.

Produtividade Total da Cenoura (Objetivo 1)

A produtividade total foi avaliada por meio da variável Peso Total (kg) por parcela. As médias observadas por tratamento são apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2 – Valores médios do peso total de raízes de cenoura (kg) por dose testada do biofertilizante (L ha⁻¹).

Tratamento	Dose (L ha ⁻¹)	Média Peso Total (kg)
T1	0	26,48 c
T2	150	32,20 ab
T3	300	29,83 bc
T4	450	34,28 a
T5	600	34,21 a
T6	750	34,81 a

*Médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade.

Os resultados apresentados na Tabela 2 evidenciam diferenças significativas entre os tratamentos ($p = 0,0007$). O teste de Tukey indicou que as doses de 450, 600 e 750 L ha⁻¹ (T4, T5 e T6) proporcionaram as maiores produtividades, sem diferirem estatisticamente entre si. O tratamento controle (T1) apresentou a menor produtividade. Isso indica uma relação positiva entre a dose de biofertilizante líquido e a produtividade total. O modelo de regressão linear ajustado foi:

$$P_T = 28,24 + 0,0099 \times D \quad (R^2 = 0,73)$$

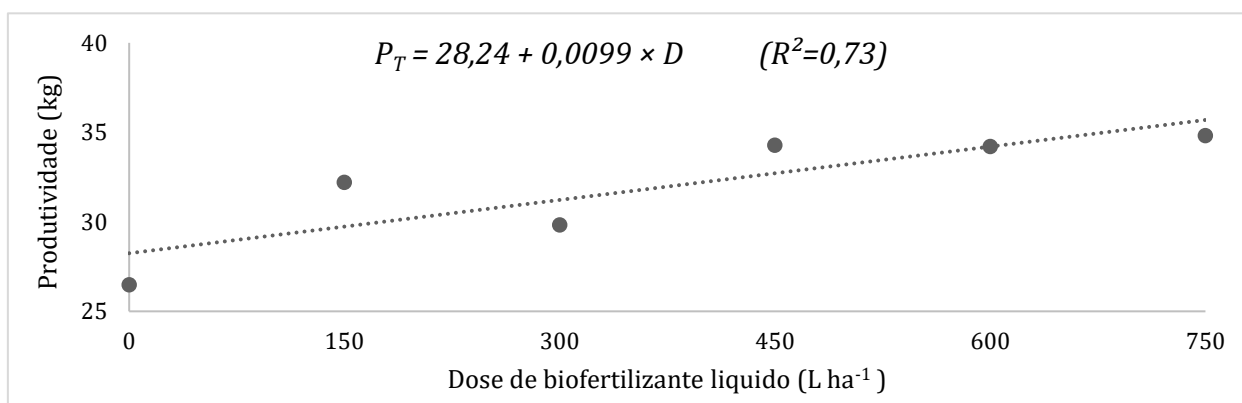
em que:

P_T = o peso total de raízes em quilos;

D = dose do produto aplicada em litros por hectare.

A qualidade comercial foi avaliada pelas classes 3A e 2A, visto que são as categorias de maior valor de mercado. As médias de peso de raízes 3A por tratamento são apresentadas na Tabela 3.

Figura 2 - Regressão linear da relação entre pesos das médias em quilogramas (kg) de produtividade total por dose de biofertilizante líquido.



Fonte: elaborado pelo autor.

Tabela 3 - Médias em quilogramas (kg) por tratamento dentro das classes comerciais.

Tratamento	6A	3A	2A	1A	Descarte
T1	4,33 a	14,90 c	4,04 b	0,53 c	2,70 a
T2	3,46 a	18,86 ab	5,51 ab	1,04 bc	3,33 a
T3	2,76 a	18,15 ab	5,21 ab	1,43 b	2,28 a
T4	5,57 a	18,68 ab	4,30 b	2,95 a	2,76 a
T5	5,29 a	20,69 a	4,90 ab	0,81 c	2,52 a
T6	4,73 a	20,48 a	3,49 b	2,19 ab	3,92 a

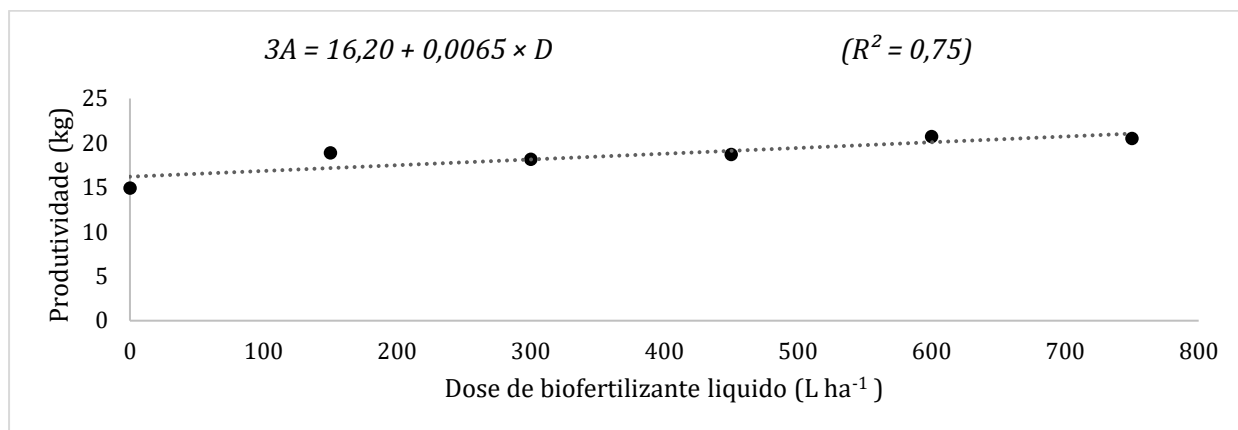
*Médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

A ANOVA mostrou diferenças significativas acerca dos dados da classe 3A. O teste de Tukey destacou que todas as doses que receberam o produto apresentaram valores de produtividade estatisticamente superiores em relação a testemunha, porém os tratamentos que receberam o produto não se diferenciaram estatisticamente entre si. Para a classe 2A, os tratamentos não se diferem estatisticamente.

A classe descarte apresentou um coeficiente de variação alto (coeficiente de variação de 69,10%). A regressão linear não mostrou relação significativa. Para a variável 6A não houve diferença estatisticamente significativa entre os tratamentos ($p = 0,2449 > 0,05$). Enquanto para a

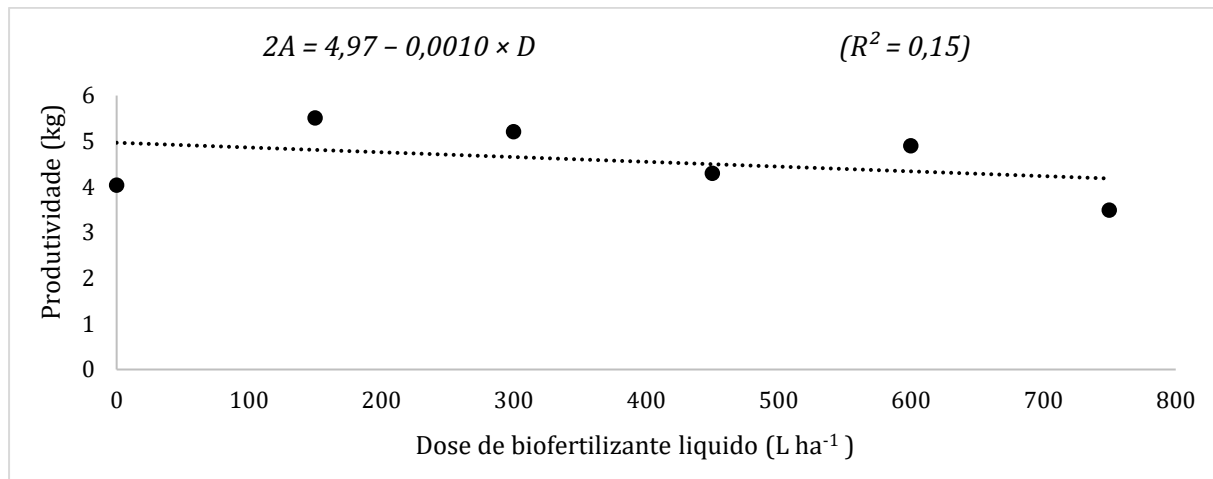
classe 1A houve diferença significativa entre os tratamentos, as doses T4 e T6 aumentaram o peso de raízes em relação ao controle e as demais doses, como demonstrado na Tabela 3.

Figura 3 - Regressão linear da relação entre pesos das médias em quilogramas (kg) de produtividade da classe 3A por dose de biofertilizante líquido.



Fonte: elaborado pelo autor.

Figura 4 - Regressão linear da relação entre pesos das médias em quilogramas (kg) de produtividade da classe 2A por dose de biofertilizante líquido.



Fonte: elaborado pelo autor.

DISCUSSÃO

Diante dos resultados apresentados, observa-se que o biofertilizante líquido exerceu efeitos positivos sobre a produtividade total e efeitos distintos sobre as classes analisadas, com respostas dependentes da dose e da classe comercial avaliada. Os dados indicam que o biofertilizante líquido influencia a produtividade total em todos os tratamentos que receberam o bioinsumo, porém a partir de dose de 450 L ha⁻¹, atingem uma média estável nos valores de produtividade. Quanto ao impacto qualitativo do produto em diferentes classes, os efeitos foram evidentes apenas na classe 3A, onde

todos os tratamentos demonstraram incremento, exceto T1. O impacto do bioinsumo na categoria 2A, não evidenciou diferenças claras na proporção de raízes no teste de Tukey.

Esses resultados apoiam a hipótese H_1 , indicando que o biofertilizante líquido melhora a qualidade comercial das raízes, principalmente na categoria 3A Extra, enquanto seu efeito sobre a classe 2A foi pouco expressivo. O aumento do peso de raízes enquadradas na categoria de maior valor comercial reforça o potencial do bioinsumo em agregar valor à produção, corroborando estudos que destacam seus efeitos positivos sobre a qualidade comercial da cenoura (GONDIM, 2024).

Além disso, observou-se que mesmo a menor dose aplicada apresentou resposta estatisticamente semelhante às doses mais elevadas, comportamento também relatado por Sileshi et al. (2019). Esse resultado indica que o aumento da dose não promove ganhos proporcionais de produtividade ou qualidade, sugerindo que os microrganismos benéficos presentes ou estimulados pelo bioinsumo já atuam eficientemente nas menores doses avaliadas. Tal comportamento evidencia que o biofertilizante é capaz de promover alterações significativas na microbiota do solo mesmo em baixas concentrações, desencadeando processos biológicos que favorecem a disponibilidade e o aproveitamento de nutrientes pelas plantas. Dessa forma, os benefícios observados parecem estar mais relacionados à capacidade do bioinsumo de estimular a atividade microbiológica do solo do que ao simples incremento quantitativo de sua aplicação, refletindo-se no aumento do peso total das raízes da classe 3A sem alterações marcantes na distribuição entre as demais classes comerciais (SILESHI et al., 2019).

O descarte de raízes de cenoura é frequentemente condicionado por fatores extrínsecos à adubação, como danos mecânicos causados pelo atrito com implementos e a resistência física do solo, que resultam em raízes partidas ou com ombros verdes (LANA; HENZ, 2018). Além disso, estresses durante a condução da lavoura, especialmente oscilações térmicas e hídricas, podem acarretar anomalias fisiológicas que classificam a raiz como não comercial, independentemente do vigor nutricional proporcionado pelo biofertilizante. Lana e Henz (2018) também demonstra que o aumento o número de cenouras da classe 6A está mais relacionado com o tempo da planta no solo que com disponibilidade de recursos para a planta. Entretanto, isso não se aplica ao experimento, pois as plantas do experimento tiveram a mesma data de semeadura e colheita, logo, não houve variação no tempo de permanência no solo.

Os resultados desse trabalho estão de acordo com Santos (2017b), que relata que o biofertilizante teve um efeito positivo na cultura da cenoura, promovendo maior diâmetro e peso da cultivar Brasília. Em seu estudo, doses que continham a partir de 50% de concentração de

biofertilizante na dose aplicada atingiram um platô de produtividade. O incremento que o biofertilizante gera na produtividade pode ser explicado por um aumento na biodiversidade e atividade biológica da população microbiana do solo. Essa simbiose auxilia o acesso da planta aos nutrientes presentes no sistema do solo (ALBIACH et al., 2000).

Ao potencializar a expansão das raízes, ocorre uma melhora na estrutura edáfica e no aproveitamento de minerais. As substâncias húmicas presentes no produto retêm os elementos químicos com maior eficácia, impedindo o desperdício de nutrientes no sistema e permitindo que sejam disponibilizados progressivamente ao longo do ciclo de desenvolvimento (RAGGHIANI, 2015). Estudos futuros devem investigar mecanismos microbiológicos e fatores que levam esse insumo a aprimorar a eficiência de sistemas agrícolas.

A adubação com bioinsumos tende a introduzir microrganismos benéficos que possam melhorar a fertilidade do solo e consequentemente a disponibilidade de nutrientes, estimulando o crescimento radicular e a resistência a patógenos, resultando em maior eficiência produtiva (SANTOS, 2024). O efeito limitado pode ser em decorrência da Lei do Mínimo de Liebig, que estabelece que a produtividade de uma cultura é limitada pelo elemento deficitário, mesmo que todos os outros elementos ou fatores estejam presentes. Logo, mesmo que o bioinsumo contribua elevando o teor de alguns nutrientes os ganhos podem estagnar à medida que outro fator que não foi influenciado pela aplicação se mostra insuficiente, além disso, a absorção dos nutrientes pelas plantas é afetada por diversos fatores endógenos e exógenos (NACHTIGALL, 2014) que não foram observados e analisados no experimento.

CONCLUSÃO

O biofertilizante líquido promoveu aumento da produtividade total e da qualidade comercial das raízes de cenoura na classe 3A. A partir da dose de 150 L ha⁻¹ observou-se a estabilização do incremento da produtividade, com efeito mais expressivo sobre a categoria 3A. Os resultados obtidos demonstram que o biofertilizante exerceu influência positiva sobre a produtividade total e sobre a produção de raízes classificadas como 3A, enquanto os efeitos sobre a classe 2A foram menos expressivos.

Na dose de 150 L ha⁻¹, a produtividade média observada foi de 56,65 t ha⁻¹, considerando a extrapolação da área útil experimental para um hectare e o desconto de 5% para estimativa da produtividade em condições de campo. Dessa forma, a aplicação da dose de 150 L ha⁻¹ apresenta o melhor custo-benefício entre os tratamentos avaliados, por otimizar o uso do produto e proporcionar ganhos produtivos consistentes.

REFERÊNCIAS

ALBIACH, R.; CANET, R.; POMARES, F.; INGELMO, F. Microbial biomass content and enzymatic activities after the application of organic amendments to a horticultural soil. **Bioresource Technology**, v. 75, n. 1, p. 43-48, 2000. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0960-8524\(00\)00030-4](https://doi.org/10.1016/S0960-8524(00)00030-4). Acesso em: 21 nov. 2025.

ALTIERI, M. A. **Agroecology**: the science of sustainable agriculture. 2. ed. Boca Raton: CRC Press, 2018. p. 1-28. DOI: <https://doi.org/10.1201/9780429495465>. Acesso em: 19 dez. 2025.

ANUÁRIO BRASILEIRO DE HORTI & FRUTI 2024. Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta, 2023. 94 p. Disponível em: <https://www.editoragazeta.com.br/produto/anuario-brasileiro-do-horti-fruti-2024>. Acesso em: 21 jul. 2025.

BEJO SEMENTES. **Natuna**. [S. l.]: Bejo Sementes, [2026?]. Disponível em: <https://www.bejo.com.br/cenoura/natuna>. Acesso em: 8 abr. 2026.

BRASIL. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA). **Impactos da guerra entre Rússia e Ucrânia sobre o agronegócio brasileiro**. Brasília, DF: Ipea, 2022b. Disponível em: <https://www.ipea.gov.br/portal/categorias/45-todas-as-noticias/noticias/11499-ipea-analisa-impacto-da-guerra-entre-russia-e-ucrania-na-economia-mundial-e-brasileira>. Acesso em: 9 abr. 2026.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Pecuária. **Plano Nacional de Fertilizantes 2022-2050**. Brasília, DF: MAPA, 2022a. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/fertilizantes/plano-nacional-de-fertilizantes>. Acesso em: 29 nov. 2025.

CARVALHO, Agnaldo Donizete Ferreira de. **Cenoura**: *Daucus carota* L. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2021. ISSN 2763-6801. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1138243/cenoura-daucus-carota-l>. Acesso em: 7 maio 2026.

CASA DO PRODUTOR RURAL. **Cultivo de cenoura em condições tropicais e subtropicais**. [S. l.]: Casa do Produtor Rural, 2019. Disponível em: <https://casadoprodutorrural.com.br/site/wp-content/uploads/2022/12/Cultivo-de-Cenoura-em-Condicoes-Tropicais-e-Subtropicais.pdf>. Acesso em: 1 mar. 2026.

CECÍLIO FILHO, A. B.; PEIXOTO, F. de C. Acúmulo e exportação de nutrientes em cenoura 'Forto'. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 26, n. 1, p. 64-70, jan./mar. 2013. Disponível em: <https://periodicos.ufersa.edu.br/caatinga/article/view/2568>. Acesso em: 13 maio 2026.

EMBRAPA. **Insumos biológicos**. Brasília, DF: Embrapa, 2025. Disponível em: <https://www.embrapa.br/portfolio/insumos-biologicos>. Acesso em: 29 nov. 2025.

EMBRAPA. **Manual de segurança e qualidade para a cultura da cenoura**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. 74 p. (Série Qualidade e Segurança dos Alimentos). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/18413>. Acesso em: 11 maio 2026.

EMBRAPA. **Visão 2030: o futuro da agricultura brasileira**. Brasília, DF: Embrapa, 2018. 201 p. Disponível em: <https://www.embrapa.br/visao/o-futuro-da-agricultura-brasileira>. Acesso em: 19 nov. 2025.

FAOSTAT. **Crops and livestock products**. Roma: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2026. Disponível em: <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>. Acesso em: 19 maio 2026.

FERREIRA, José Marcio; OLIVEIRA, Luiz Antonio Antunes de; VALENTINI, Lucia; SHIMOYA, Aldo; DRAGO, Ana Cláudia Volponi; MARTINS, Amanda Oliveira. Avaliação do biofertilizante Agrobio na cultura da cenoura. **Pesagro-Rio**, Niterói, n. 162, nov. 2023. Disponível em: https://www.rj.gov.br/pesagro/sites/default/files/arquivos_paginas/online%20162_0.pdf. Acesso em: 4 abr. 2026.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 3. ed. Viçosa, MG: Editora UFV, 2008.

FREITAS, I. L. R. et al. Avaliação do uso de biofertilizante líquido via solo na cultura da cana-de-açúcar (*Saccharum* sp.). **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 13, n. 23, 2016. Disponível em: <https://www.conhecer.org.br/enciclop/2016a/agrarias/avaliacao%20do%20uso%20de%20biofertilizane.pdf>. Acesso em: 10 jul. 2025.

GONDIM, Ancélio Ricardo de Oliveira et al. Application of biofertilizer increases carrot production. **Contribuciones a las Ciencias Sociales**, v. 17, n. 1, p. 5469-5482, 2024. DOI: <https://doi.org/10.55905/revconv.17n.1-326>. Acesso em: 14 set. 2025.

INSPER AGRO GLOBAL. **Impactos da guerra no Oriente Médio sobre o agro brasileiro**. São Paulo: Insper, 2026. Disponível em: [https://agro.insper.edu.br/storage/papers/March2026/04%2003%202026%20-%20Impactos%20da%20guerra%20no%20oriente%20m%C3%A9dio%20sobre%20o%20agro%20brasileiro%20VF%20\(1\).pdf](https://agro.insper.edu.br/storage/papers/March2026/04%2003%202026%20-%20Impactos%20da%20guerra%20no%20oriente%20m%C3%A9dio%20sobre%20o%20agro%20brasileiro%20VF%20(1).pdf). Acesso em: 1 abr. 2026.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Produção agropecuária: cenoura**. Censo Agropecuário de 2017. Rio de Janeiro: IBGE, 2017. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/cenoura/br>. Acesso em: 13 abr. 2026.

IORIZZO, M. et al. Genetic structure and domestication of carrot (*Daucus carota* subsp. *sativus*) (Apiaceae). **American Journal of Botany**, v. 100, n. 5, p. 930-938, maio 2013. DOI: <https://doi.org/10.3732/ajb.1300055>. Acesso em: 13 maio 2026.

LANA, M. M.; HENZ, G. P. Manejo pós-colheita de hortalças. *In*: EMBRAPA. **Processamento de hortalças: fundamentos e aplicações**. Brasília, DF: Embrapa, 2018. p. 45-72. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1094056>. Acesso em: 15 maio 2026.

LUZ, J. M. Q.; SILVA JÚNIOR, J. A.; TEIXEIRA, M. S. S. C.; SILVA, M. A. D.; SEVERINO, G. M.; MELO, B. Desempenho de cultivares de cenoura no verão e outono-inverno em Uberlândia-MG. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 27, n. 1, p. 96-99, 2009a. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-05362009000100019>. Acesso em: 13 maio 2026.

LUZ, J. M. Q. et al. Adubação de cobertura com nitrogênio, potássio e cálcio na produção comercial de cenoura. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 27, n. 4, p. 543-548, out./dez. 2009b. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/hb/a/sQp7mKz7PjtXkL6L9XzN7hQ/>. Acesso em: 13 maio 2026.

MICROGEO. **Microgeo adubação biológica**. [S. l.]: Microgeo, [2025?]. Disponível em: <http://www.microgeo.com.br/site>. Acesso em: 10 jul. 2025.

NACHTIGALL, G. R. **Nutrição mineral de plantas**. Vacaria: Embrapa Uva e Vinho, 2014. (Informativo Técnico, 247). Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1012822/nutricao-mineral-de-plantas>. Acesso em: 14 maio 2026.

OLIVEIRA, Anna Kézia Soares de. **Produção e qualidade de cultivares de cenoura em função do espaçamento de plantio**. Orientador: Leilson Costa Grangeiro. 2020. 52 f. Dissertação

(Mestrado em Fitotecnia) – Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2020. Disponível em: <https://repositorio.ufersa.edu.br/handle/riufersa/5341>. Acesso em: 12 maio 2026.

RAGGHIANTI, Kaio César. **Efeito da adubação biológica em cana-de-açúcar associada a doses crescentes de fertilização mineral**. 2015. 106 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia - Produção Vegetal) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Jaboticabal, 2015. Disponível em: <https://hdl.handle.net/11449/127928>. Acesso em: 10 jul. 2025.

RESENDE, G. M.; BRAGA, M. B. Produtividade de cultivares e populações de cenoura em sistema orgânico de cultivo. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 32, n. 1, p. 102-106, 2014. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/hb/a/dqJ5Qz8yG6P6vwMkSGxT4vP/>. Acesso em: 18 abr. 2026.

SANTOS, A. F. dos et al. Biofertilizante líquido na produção de cenoura em sistema orgânico. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 35, n. 3, p. 345-350, jul./set. 2017a. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-053620170308>. Acesso em: 15 abr. 2026.

SANTOS, José Lucas Guilherme; GONDIM, Ancélio Ricardo de Oliveira; LIMA NETO, Joaquim Vieira; SILVA, Erivan Alves da. Cultivo da cenoura submetida à aplicação de doses de biofertilizante. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Pombal, v. 12, n. 1, p. 55-60, 2017b. DOI: <https://doi.org/10.18378/rvads.v12i1.4428>. Acesso em: 15 abr. 2026.

SANTOS, Karem Rabêlo dos; BICALHO, I. Mara; CARRIJO, M. Ribeiro Moreira; SILVA JUNIOR, E. Gomes da; NUNES, L. Tadeu. Influência das práticas de manejo e adubação biológica na atividade microbiana do solo. **Revista Master: Ensino, Pesquisa e Extensão**, Araguari, v. 9, n. 18, 2024. DOI: <https://doi.org/10.47224/revistamaster.v9i18.566>. Acesso em: 2 set. 2025.

SILESHI, G. W.; JAMA, B.; VANLAUWE, B.; NEGASSA, W.; HARAWA, R. Nutrient use efficiency and crop yield response to the combined application of cattle manure and inorganic fertilizer in sub-Saharan Africa. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, v. 113, n. 2, p. 181-199, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10705-019-09974-3>. Acesso em: 15 jun. 2026.

SILVA, Ednaldo Cirino da et al. **O uso de fertilizantes e seus impactos ambientais**. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Técnico em Química) – Escola Técnica Estadual Benedito Storani, Jundiaí, 2021. Disponível em: <https://repositorio.cps.sp.gov.br/handle/123456789/7311>. Acesso em: 20 maio 2026.

SILVA, Jorge Luiz Alves da. **Demanda de nutrientes em cultivares de cenoura**. 2019. 44 f. Monografia (Graduação em Agronomia) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2019. Disponível em: <https://repositorio.ufersa.edu.br/handle/riufersa/4812>. Acesso em: 12 maio 2026.

SOUSA, Geocleber G.; VIANA, Thales V. de A.; BRAGA, Erlanyson S.; AZEVEDO, Benito M. de; MARINHO, Albanise B.; BORGES, Francisca R. M. Fertilização com biofertilizante bovino: efeitos no crescimento, trocas gasosas e na produtividade do pinhão-mansão. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 8, n. 3, p. 503-509, 2013. DOI: <https://doi.org/10.5039/agraria.v8i3a2288>. Acesso em: 19 nov. 2025.

SOUZA, Ronessa B. de; ALCÂNTARA, Flávia A. de. **Adubação no sistema orgânico de produção de hortaliças**. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2008. (Circular Técnica, 65). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/758609>. Acesso em: 10 maio 2026.

STUCHI, J. F. (ed. tec.). **Biofertilizante: um adubo líquido de qualidade que você pode fazer**. Brasília, DF: Embrapa, 2015. 16 p. ISBN 978-85-7035-536-2. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1037637>. Acesso em: 10 maio 2026.

TERTO, Rennan Salviano. **Adubação com biofertilizante misto no desenvolvimento da cenoura cv. Brasília em duas condições de ambiente na região do Maciço de Baturité**. 2019. 72 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2019. Disponível em: <https://repositorio.ufc.br/handle/riufc/49211>. Acesso em: 10 maio 2026.

VAVILOV, N. I. **Origin and geography of cultivated plants**. Tradução de Doris Löve. Cambridge: Cambridge University Press, 1992. 498 p. DOI: <https://doi.org/10.1017/CBO9780511551520>. Acesso em: 12 maio 2026.