



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO AMAPÁ -
CAMPUS PORTO GRANDE
CURSO ENGENHARIA AGRONÔMICA**

**ANA RUTH DOS SANTOS SOUSA
THAÍS CARDOSO GOMES**

**USO DE MICRORGANISMOS EFICIENTES EM MUDAS DE CHICÓRIA
(*Cichorium endivia* L.) NO MUNICÍPIO DE PORTO GRANDE/AP**

**PORTO GRANDE
2025**



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO AMAPÁ -
CAMPUS PORTO GRANDE
CURSO ENGENHARIA AGRONÔMICA**

**ANA RUTH DOS SANTOS SOUSA
THAÍS CARDOSO GOMES**

**USO DE MICRORGANISMOS EFICIENTES EM MUDAS DE CHICÓRIA
(*Cichorium endivia* L.) NO MUNICÍPIO DE PORTO GRANDE/AP**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à coordenação do curso de Engenharia Agrônômica como requisito para obtenção do Título de Bacharel do Curso Superior de Engenharia Agrônômica do Instituto Federal do Amapá, *Campus* Porto Grande.

Orientadora: Prof^ª Leonita Beatriz Girardi.

Coorientadora: Prof^ª Lília Raquel Fé da Silva.

PORTO GRANDE

2025

Biblioteca Institucional - IFAP
Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

- G633u Gomes, Thaís Cardoso
 Uso de microrganismos eficientes em mudas de chicória (cichorium
 endivia L.) no município de Porto Grande/AP / Thaís Cardoso Gomes, Ana
 Ruth Sousa. - Porto Grande, 2025.
 39 f.: il.
- Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) -- Instituto Federal de
 Educação, Ciência e Tecnologia do Amapá, Campus Porto Grande,
 Bacharelado em Engenharia Agrônômica, 2025.
- Orientadora: Dra. Leonita Beatriz Girardi.
 Coorientadora: Dra. Lília Raquel Fé da Silva.
1. Microrganismos Eficientes no crescimento de hortaliças. 2.
 Sustentabilidade Agrícola. 3. Biotecnologia Microbiana. I. Sousa, Ana
 Ruth. I. Girardi, Dra. Leonita Beatriz, orient. II. Silva, Dra. Lília Raquel Fé
 da, coorient. III. Título.
-

Elaborada pelo Sistema de Geração Automática de Ficha Catalográfica do IFAP
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).



ANA RUTH DOS SANTOS SOUSA

THAÍS CARDOSO GOMES

USO DE MICRORGANISMOS EFICIENTES EM MUDAS DE CHICÓRIA


(*Cichorium endivia* L.) NO MUNICÍPIO DE PORTO GRANDE/AP

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à coordenação do curso de Engenharia Agrônômica como requisito para obtenção do Título de Bacharel do Curso Superior de Engenharia Agrônômica do Instituto Federal do Amapá, *Campus* Porto Grande.


Orientadora: Prof^ª Leonita Beatriz Girardi.

Coorientadora: Prof^ª Lília Raquel Fé da Silva.


BANCA EXAMINADORA

Documento assinado digitalmente
 **LEONITA BEATRIZ GIRARDI**
Data: 17/01/2026 17:18:22-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profª. Dra Leonita Beatriz Girardi (Orientadora)
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amapá

Documento assinado digitalmente
 **LILIA RAQUEL FE DA SILVA**
Data: 17/01/2026 17:35:32-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profª. Dra. Lília Raquel Fé da Silva (Coorientadora)
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amapá

Documento assinado digitalmente
 **ELEQUISANDRA DA COSTA ARARUNA**
Data: 18/01/2026 00:37:06-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Técnica Dra. Elequisandra da Costa Araruna
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amapá

Apresentado em 17/12/2025

Conceito/Nota: 9,7

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, à Deus, por Sua bondade infinita, por me fortalecer nos momentos em que eu acreditava não ter mais forças e por iluminar meu caminho durante esta jornada.

À minha amada mãe, Maria Bernadete, minha base e meu alicerce, a quem eu devo tudo. Ela que sempre lutou e luta pelos seus, que sempre tem uma pérola de conhecimentos para nos dar, que nunca me deixou fraquejar e que sempre tinha um colo quando eu acreditava não ser capaz. A ela, minha eterna gratidão.

Ao meu pai, Luzielson, pelo apoio constante e por me ensinar que, com bondade e no tempo certo de Deus, tudo se resolve.

À Mana, Gerciane, que muitas vezes foi minha conselheira, que me ouviu quando precisava e que trouxe o Joaquim ao mundo para alegrar nossas vidas e me fortalecer nessa reta final.

Ao Mano, Sérgio, que mesmo com a distância física, esteve presente com gestos e palavras de motivação. Tua confiança em mim fez toda a diferença nesta caminhada.

Aos meus irmãos, Luís César, Beatriz e Alexandre, pelo apoio em cada etapa e em cada pequena vitória. Sou profundamente grata por ter irmãos tão incríveis.

Às minhas queridas amigas, Kelyanne, Kelly e Bruna que à sua maneira, acompanharam e me apoiaram durante toda essa trajetória.

Aos meus colegas de curso, Danrley, José Carlos, Luca Cauã, Nabro Luan, Anderson Mendes e José Bruno, que se tornaram verdadeiros amigos. Vocês estiveram presentes quando minha família estava longe, trouxeram leveza nos momentos de desgaste e compartilharam aventuras que levarei comigo para sempre. Fizemos história juntos.

À minha orientadora, Profa. Leonita Beatriz Girardi, e à minha coorientadora, Profa. Lília Raquel Fé da Silva, pela orientação cuidadosa, paciência, disponibilidade e contribuições essenciais para o desenvolvimento deste trabalho. Seus ensinamentos foram fundamentais não apenas para esta pesquisa, mas também para minha formação acadêmica e profissional.

À minha primeira orientadora, Profa. Alyne Lima, à quem tenho extrema admiração e gratidão, e que com carinho e dedicação compartilhou seus ensinamentos no início desta graduação.

Ao técnico, Samuel Lopes, quem nos auxiliou nos laboratórios com maestria e gentileza.

E, por fim, a todos que fizeram parte desta jornada, colegas, professores, servidores do Instituto Federal do Amapá, deixo meus sinceros agradecimentos. Cada gesto, palavra e contribuição tiveram importância na realização deste trabalho. Muito Obrigada.

Thaís Cardoso Gomes

RESUMO

A chicória (*Cichorium endivia* L.) é uma hortaliça folhosa amplamente cultivada no Brasil, especialmente por agricultores familiares, e apresenta importância econômica e nutricional, embora seu desenvolvimento inicial possa ser limitado por fatores como baixa qualidade de substrato, patógenos e condições ambientais adversas. Nesse sentido, o uso de Microrganismos Eficientes (EM) surge como alternativa sustentável, por consistir em consórcios microbianos capazes de promover crescimento vegetal, melhorar o solo e estimular o vigor das mudas. Dessa forma, o presente trabalho teve como objetivo identificar, selecionar e avaliar o desempenho agrônômico de EM isolados na região norte do Amapá, aplicando-os no desenvolvimento inicial de mudas de chicória no município de Porto Grande/AP. O experimento foi conduzido em duas etapas: a primeira em laboratório, destinada à identificação e seleção dos microrganismos presentes no campo, e a segunda em casa de vegetação, onde se testou o efeito dos EM líquidos produzidos a partir do material sólido fermentado por 30 dias. As análises microscópicas indicaram a presença dos gêneros *Aspergillus* e *Penicillium*, caracterizados por colônias algodonosas brancas e verde-azuladas, respectivamente, além de estruturas típicas confirmando sua morfologia característica. No processo em casa de vegetação, adotou-se delineamento em blocos casualizados, com quatro tratamentos e três repetições: T1 - controle, sem aplicação; T2 - EM nas sementes e no solo; T3 - EM nas sementes e aplicação complementar aos 7 DAS (Dias Após a Semeadura); e T4 - EM apenas aos 10 DAS. Os resultados demonstraram que a área foliar apresentou diferença significativa entre os tratamentos, sendo maiores as médias em T2 e T3. O comprimento da parte aérea também apresentou superioridade nos tratamentos de aplicação nas sementes e solo, e sementes e 7 DAS. O sistema radicular obteve maior comprimento e uniformidade em T2 e T3, indicando maior capacidade de absorção de nutrientes. Desse modo, o uso de EM, principalmente por meio da imersão das sementes em EM líquido e aplicações anteriores à semeadura, melhora atributos morfológicos essenciais para a produção de mudas de chicória, reduzindo perdas e contribuindo para sistemas sustentáveis, sobretudo em regiões amazônicas de baixa fertilidade.

Palavras-chave: Agricultura sustentável; mudas de hortaliças; biofertilizante.

ABSTRACT

Chicory (*Cichorium endivia* L.) is a widely cultivated leafy vegetable in Brazil, especially among family farmers, and holds economic and nutritional relevance, although its initial development may be limited by factors such as low-quality substrates, pathogens, and adverse environmental conditions. In this context, the use of Effective Microorganisms (EM) emerges as a sustainable alternative, as it consists of microbial consortia capable of promoting plant growth, improving soil conditions, and enhancing seedling vigor. This study aimed to identify, select, and evaluate the agronomic performance of EM isolated in the northern region of Amapá, applying them to the initial development of chicory seedlings in the municipality of Porto Grande/AP. The experiment was conducted in two stages: the first in the laboratory, focused on identifying and selecting microorganisms present in the field, and the second in a greenhouse, where the effect of liquid EM produced from solid material fermented for 30 days was tested. Microscopic analyses indicated the presence of the genera *Aspergillus* and *Penicillium*, characterized by white cottony and greenish-blue colonies, respectively, along with typical structural features confirming their morphological identity. In the greenhouse stage, a randomized block design was used, with four treatments and three replications: T1 – control; T2 – EM applied to seeds and soil; T3 – EM applied to seeds with an additional application at 7 days after sowing (DAS); and T4 – EM applied only at 10 DAS. Leaf area showed significant differences among treatments, with higher averages in T2 and T3. Shoot length was also superior under early application treatments, and the root system exhibited greater length and uniformity in T2 and T3, indicating enhanced nutrient absorption capacity. Therefore, the use of EM, especially through seed immersion in liquid EM and early applications prior to, improves essential morphological attributes for chicory seedling production, reducing losses and contributing to sustainable systems, especially in low-fertility Amazonian regions.

Keywords: Sustainable agriculture; vegetable seedlings; biofertilizer.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Arroz branco cozido utilizado para captura dos microrganismos nativos (A); bandejas prontas para coleta dos microrganismos (B).....	17
Figura 2 - Meio de cultura utilizado como meio de cultura para os microrganismos (A); placas de Petri com meio de cultura pronto (B).....	18
Figura 3 - Repicagem dos microrganismos coletados.....	19
Figura 4 - Garrafas PET preparadas com microrganismos.....	20
Figura 5 - Sementes de chicória comercializadas em estabelecimento local (<i>Cichorium endivia</i>).....	20
Tabela 1. Descrição dos tratamentos utilizados nas mudas de Chicória.....	21
Figura 6 - Tratamento das sementes de chicória com fertilizante diluído dos microrganismos coletados.....	21
Figura 7 - Análise morfométrica das mudas de chicória (A); pesagem em balança analítica das mudas de chicória (B).....	22
Figura 8 - Placa de Petri com colônia de <i>Aspergillus</i>	23
Figura 9 - Placa de Petri com colônia de <i>Penicillium</i>	24
Figura 10 - Número de folhas de chicória em função da aplicação de microrganismo eficiente (EM).....	25
Figura 11 - Área foliar de chicória em função da aplicação de microrganismo eficiente.....	26
Figura 12 - Comprimento da parte aérea de chicória em função da aplicação de microrganismo eficiente.....	26
Figura 13 - Bandejas com mudas de chicória em casa de vegetação.....	27
Figura 14 - Massa úmida da parte aérea em função da aplicação de microrganismo eficiente....	28
.....	28
Figura 15 - Massa seca da parte aérea em função da aplicação de microrganismo eficiente... 28	28
Figura 16 - Desenvolvimento do sistema radicular de mudas de chicória nos tratamentos 2 e 3.	29
.....	29
Figura 17 - Comprimento de raiz em função da aplicação de microrganismo eficiente (A); Massa úmida de raiz em função da aplicação de microrganismo eficiente (B); Massa seca e raiz em função da aplicação de microrganismo eficiente (C).....	29
Figura 18 - Diâmetro do colo em função da aplicação de microrganismo eficiente.....	31

LISTA DE SIGLAS

AIA - Ácido Indolacético

Af - Clima tropical úmido ou superúmido

AP - Amapá

ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária

DAS - Dias Após a Semeadura

DBC - Delineamento em Blocos Casualizados

EM - Microrganismo Eficiente

IFAP - Instituto Federal do Amapá

INMET - Instituto Nacional de Meteorologia

PET - Polietileno Tereftalato

pH - Potencial Hidrogeniônico

PIB - Produto Interno Bruto

SDA - Ágar Sabouraud Dextrose

SISVAR - Sistema de Análise de Variância

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	9
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	11
2.1 Aspectos gerais da cultura da chicória (<i>Cichorium endivia</i> L.).....	11
2.2 Importância dos Fitohormônios.....	11
2.3 Agricultura sustentável e manejo biológico na horticultura.....	12
2.4 Caracterização dos Microrganismos Eficientes (EM).....	13
2.5 Uso de Microrganismos Eficientes (EM) em folhosas.....	14
2.6 Aplicações de EM.....	14
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	16
3.1 Local da pesquisa.....	16
3.2 Coleta dos Microrganismos Eficientes.....	16
3.3 Processamento laboratorial e isolamento dos microrganismos.....	18
3.4 Produção de mudas de <i>Cichorium endivia</i> L. e aplicação dos EM.....	20
3.4.1 Delineamento experimental.....	20
3.4.2 Produção de mudas.....	21
3.5 Avaliações morfométricas.....	22
3.6 Análise Estatística.....	22
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	23
4.1 Análise macroscópica e microscópica das cepas isoladas do solo de Porto Grande/AP.	23
4.2 Resultados em Campo.....	24
5. CONCLUSÃO.....	32
6. REFERÊNCIAS.....	34

1. INTRODUÇÃO

A horticultura brasileira possui papel estratégico na segurança alimentar e no abastecimento urbano, sendo responsável por significativa parcela da oferta de hortaliças frescas consumidas no país. Além de sua importância econômica, esse segmento destaca-se por sua forte vinculação com a agricultura familiar, especialmente nas regiões Norte e Nordeste, onde pequenos produtores utilizam a horticultura como principal fonte de renda e subsistência (Santos *et al.*, 2020). Entre as espécies cultivadas, a chicória (*Cichorium endivia* L.) apresenta demanda crescente nos centros consumidores, devido ao seu valor nutricional, ao uso diversificado na culinária e ao ciclo relativamente curto, características que a tornam especialmente atrativa para sistemas de produção de base familiar.

Apesar do potencial comercial, a produção de chicória no Norte do Brasil enfrenta limitações comuns aos cultivos olerícolas nessa região, como solos naturalmente pobres em nutrientes, alta acidez, elevada umidade e incidência de doenças favorecidas pelo clima quente e úmido. Adiciona-se a isso a dificuldade de acesso dos agricultores a insumos convencionais (fertilizantes industriais, condicionadores de solo e defensivos agrícolas) seja por questões logísticas, seja pelo custo elevado (Souza *et al.*, 2018). Diante desse cenário, torna-se cada vez mais necessária a busca por alternativas sustentáveis, acessíveis e compatíveis com as condições ambientais amazônicas.

Nos últimos anos, os bioinsumos ganharam destaque nacional como ferramentas capazes de promover uma agricultura mais eficiente, economicamente viável e ambientalmente equilibrada. Entre essas tecnologias, os Microrganismos Eficientes (EM) têm se consolidado como uma alternativa promissora, por reunirem consórcios microbianos benéficos capazes de atuar simultaneamente na promoção do crescimento vegetal, na supressão de patógenos e na melhoria da qualidade do solo (Moraes *et al.*, 2021). Esses consórcios combinam grupos funcionais como bactérias fotossintéticas, lactobacilos, actinobactérias, leveduras e fungos filamentosos, que trabalham de forma integrada para aumentar a disponibilidade de nutrientes, favorecer o desenvolvimento radicular e intensificar processos bioquímicos fundamentais para o crescimento das plantas (Higa; Parr, 1994; Zambolim, 2017).

A capacidade dos EM de sintetizar substâncias reguladoras de crescimento vegetal reforça ainda mais seu potencial agrônomo. Compostos como auxinas, giberelinas e citocininas, produzidos por microrganismos presentes nesses consórcios, desempenham funções essenciais no alongamento celular, na germinação de sementes, no desenvolvimento

de brotos e no crescimento radicular (Xavier *et al.*, 2010). Estudos demonstram, por exemplo, que a produção microbiana de Ácido Indolacético (AIA) favorece a ramificação das raízes e melhora a absorção de nutrientes, contribuindo diretamente para o vigor das mudas (Kuss *et al.*, 2007; Ramos *et al.*, 2021). Já a síntese de giberelinas e citocininas por bactérias pode estimular processos fisiológicos que resultam em plantas mais robustas e resistentes a estresses ambientais (Nascimento, *et al.*, 2018).

No contexto amazônico, a adoção de microrganismos adaptados às condições edafoclimáticas locais representa uma estratégia especialmente relevante. Cepas nativas, ao estarem habituadas às características do solo, à temperatura, à umidade e à microbiota regional, tendem a apresentar melhor desempenho agrônomo, maior estabilidade e maior competitividade no ambiente (Almeida *et al.*, 2022). Essa abordagem não apenas fortalece a eficiência dos EM, como também valoriza os recursos biológicos da região, alinhando-se aos princípios da sustentabilidade e à política nacional de incentivo ao uso de bioinsumos.

A agricultura familiar no Amapá depende fortemente da produção de hortaliças para abastecimento das feiras e mercados locais. Estudos realizados em comunidades agrícolas, como no Minipolo da Fazendinha, em Macapá, mostram que a maior parte dos agricultores comercializam sua produção de forma direta, utilizando mão de obra familiar e operando em pequenas áreas produtivas (Pedrada; Almeida, 2023). Embora esses agricultores representem uma pequena fração do PIB estadual, sua contribuição para a economia local e para a segurança alimentar é significativa, considerando que 46% obtêm rendimentos superiores a dois salários-mínimos por mês com a horticultura (Tupy *et al.*, 2022). Entretanto, mais de 60% ainda recorrem ao uso de agroquímicos, o que revela uma oportunidade concreta para a inserção de tecnologias sustentáveis como os EM.

Dessa forma, compreender o potencial de microrganismos eficientes na produção de chicória no estado do Amapá não apenas atende a uma demanda científica, mas também contribui para fortalecer sistemas produtivos regionais, promover práticas agroecologicamente adequadas e apoiar a transição para uma agricultura menos dependente de insumos externos.

Nesse contexto, o presente trabalho tem por objetivo identificar, selecionar e avaliar o desempenho agrônomo de microrganismos eficientes isolados na região norte do estado do Amapá, aplicando-os no desenvolvimento inicial de mudas de chicória (*Cichorium endivia* L.). A pesquisa busca contribuir para o avanço do conhecimento sobre o uso de bioinsumos na horticultura amazônica, bem como oferecer subsídios práticos que possam ser utilizados por agricultores familiares do município de Porto Grande e região.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Aspectos gerais da cultura da chicória (*Cichorium endivia* L.)

A *Cichorium endivia* L. é uma hortaliça folhosa da família Asteraceae amplamente utilizada em saladas e valorizada por seu teor de compostos fenólicos e perfil nutricional. Em estudos recentes, a cultura tem sido investigada sob diferentes sistemas de produção, incluindo cultivo protegido, com destaque para a influência de manejo de mudas, espaçamento e condições do sistema radicular sobre o rendimento e a qualidade do produto (Oliveira *et al.*, 2023; Jiménez-Gómez *et al.*, 2021). Tais investigações demonstram que fatores pré-transplante (tipo de bandeja, idade de muda) e práticas de nutrição influenciam não apenas a biomassa, mas também a composição dos compostos de valor agregado.

Além disso, pesquisas voltadas ao enriquecimento de micronutrientes e à mitigação de estresses abióticos em *C. endivia* evidenciam que práticas integradas (ex.: uso de bioinsumos, manejo hídrico e substratos modificados) podem melhorar o desempenho da cultura e sua segurança alimentar (Zhao *et al.*, 2021; Oliveira *et al.*, 2023). Tais estudos reforçam a necessidade de ajustar recomendações de cultivo para a realidade local (temperatura, umidade), especialmente em sistemas protegidos no trópico, onde a dinâmica de crescimento e doenças é distinta da de regiões temperadas.

A *C. endivia* ocupa espaço crescente em mercados locais e nichos especializados pela sua qualidade sensorial e potencial para agregação de valor. Trabalhos de caráter econômico e agrônomo nacionais mostram que a cultura apresenta ciclo curto, possibilidade de rotação e integração à agricultura familiar, o que a torna ferramenta estratégica para renda local (Oliveira *et al.*, 2023). Pesquisas aplicadas à formação de mudas, densidade e manejo tem impacto direto na viabilidade econômica, reduzindo perdas e aumentando padrão de qualidade exigido pelos mercados.

Do ponto de vista de agregação de valor, estudos como Jiménez-Gómez *et al.* (2021) mostram que a inoculação microbiana pode alterar a composição fenólica e mineral das folhas de chicória, potencialmente elevando seu valor nutricional e comercial. Essas alterações podem ser exploradas como diferencial de mercado, reforçando a adoção de bioinsumos e manejo protegido eficiente.

2.2 Importância dos Fitohormônios

Os fitohormônios são substâncias reguladoras do crescimento vegetal que desempenha

várias funções no desenvolvimento das plantas, atuando em processos como divisão celular, alongamento de tecidos, germinação, florescimento e frutificação, sendo essenciais para regulação metabólica e adaptação ambiental (Taiz *et al.*, 2017). Estudos recentes demonstram que as auxinas, promovem a alongação celular e o desenvolvimento radicular, contribuindo para absorção eficiente de nutrientes e maior vigor das plantas (Silva *et al.*, 2020). Os hormônios vegetais acabam sendo ativados por outros mecanismos que interagem com as plantas, são os EM essenciais na ativação dessas substâncias no decorrer do desenvolvimento das plantas. Além disso, as giberelinas têm papel fundamental na quebra da dormência das sementes e no estímulo ao crescimento do caule, garantindo o desenvolvimento vegetativo adequado (Souza; Pereira; Almeida, 2019). Por sua vez, as citocininas regulam a divisão celular e retardam a senescência foliar, promovendo maior longevidade das folhas e equilíbrio entre crescimento radicular e aéreo (Martins *et al.*, 2021).

Diversos estudos nacionais têm demonstrado que a produção de fitohormônios por microrganismos associados às plantas representa um importante mecanismo de promoção de crescimento vegetal. Bactérias promotoras de crescimento, como espécies dos gêneros *Bacillus*, *Pseudomonas* e *Azospirillum*, são capazes de sintetizar auxinas, giberelinas e citocininas, influenciando diretamente o desenvolvimento radicular, a arquitetura da planta e a eficiência nutricional (Hungria *et al.*, 2016; Oliveira *et al.*, 2020). Segundo Hungria *et al.* (2016), a interação entre microrganismos benéficos e o sistema radicular promove maior emissão de raízes laterais, aumento da área de absorção e maior tolerância a estresses abióticos, como déficit hídrico e baixa disponibilidade de nutrientes.

Além disso, a aplicação de bioinsumos microbianos tem sido associada à modulação endógena dos níveis hormonais das plantas, resultando em maior crescimento vegetativo e produtividade. De acordo com Oliveira *et al.* (2020), a inoculação com microrganismos promotores de crescimento aumenta significativamente os teores de auxinas e giberelinas nos tecidos vegetais, favorecendo o alongamento celular, a expansão foliar e o acúmulo de biomassa. Esses efeitos fisiológicos refletem-se em plantas mais vigorosas, com maior eficiência fotossintética e melhor aproveitamento dos recursos do solo, consolidando o uso de microrganismos e seus metabólitos como uma alternativa sustentável para sistemas agrícolas de base ecológica.

2.3 Agricultura sustentável e manejo biológico na horticultura

A agricultura sustentável visa promover a produção de alimentos com o mínimo de

impacto ambiental, garantindo a preservação dos recursos naturais e a saúde do solo, da planta e do consumidor. Na horticultura, essas práticas são ainda mais importantes, pois envolvem culturas de ciclo curto, alto valor comercial e grande exigência nutricional (Altieri, 2012). Nesse contexto, o manejo biológico surge como alternativa ao uso intensivo de insumos químicos, integrando técnicas como adubação orgânica, consórcios culturais, controle biológico de pragas e o uso de microrganismos benéficos (Mendes *et al.*, 2013).

A sustentabilidade em horticultura exige redução de insumos químicos, proteção ambiental e resiliência produtiva; nesse contexto, o manejo biológico e a utilização de bioinsumos microbianos são estratégias consagradas para sistemas intensivos de folhosas. Revisões recentes de bioestimulantes microbianos reforçam que o emprego de microrganismos benéficos está associado à redução do uso de fertilizantes e pesticidas, além de melhorar a saúde edáfica (Fusco *et al.*, 2022; Chen, 2024). As práticas agroecológicas integradas de adubação orgânica, com EM e manejo integrado de pragas, têm mostrado ganhos ambientais e, em muitos casos, estabilidade produtiva em sistemas tropicais.

No Brasil, iniciativas de extensão e pesquisas aplicadas documentam a viabilidade do uso de EM em pequenas propriedades e agricultura familiar, destacando benefícios como baixo custo e facilidade de produção local. Essas evidências apoiam a incorporação de EM em programas de produção sustentável de *C. endivia*.

Além de melhorar a produtividade e qualidade das hortaliças, o manejo biológico favorece o equilíbrio ecológico, reduz a contaminação do solo e da água e fortalece os sistemas agroecológicos. De acordo com Silva *et al.* (2020), estratégias de base biológica são fundamentais para ampliar a resiliência das culturas hortícolas frente a estresses abióticos e doenças.

2.4 Caracterização dos Microrganismos Eficientes (EM)

Os Microrganismos Eficientes (EM) são consórcios de diversas espécies microbianas benéficas, como bactérias ácido-láticas (*Lactobacillus spp.*), leveduras (*Saccharomyces spp.*), actinobactérias, fungos filamentosos e bactérias fotossintéticas, que atuam em sinergia na melhoria da fertilidade do solo e promoção do crescimento vegetal (Higa; Parr, 1994; Xavier *et al.*, 2010).

Esses microrganismos realizam funções essenciais como a decomposição de matéria orgânica, produção de substâncias bioestimulantes (auxinas, giberelinas), fixação biológica de nitrogênio, solubilização de fósforo e controle biológico de patógenos (Zambolim, 2017).

Nesse contexto podemos mitigar que essas atribuições dos EM estão relacionadas com a interação dos microrganismos com as plantas, sendo uma simbiose intrínseca que ocorre no solo. Além disso, eles favorecem a estrutura do solo, aumentam sua capacidade de retenção de água e promovem maior eficiência no uso de nutrientes pelas plantas (Moraes *et al.*, 2021).

2.5 Uso de Microrganismos Eficientes (EM) em folhosas

Estudos experimentais recentes confirmam que inoculações microbianas, tanto como consórcios tipo EM quanto como biofertilizantes compostos por bactérias selecionadas, podem melhorar parâmetros de crescimento e qualidade em hortaliças folhosas. Pesquisas controladas com alface demonstraram que formulações microbianas comerciais e experimentais aumentam a biomassa fresca e seca e podem reduzir a dependência de fertilizantes mineralizados (De Mir *et al.*, 2024), sugerindo aplicabilidade para chicória e outras folhosas. Essas evidências são relevantes para *C. endivia*, pois indicam que respostas positivas em características morfométricas e teores de compostos funcionais são alcançáveis com manejo microbiano adequado.

Além disso, EM e biostimulantes microbianos mostram mecanismos de ação plausíveis, como: produção de hormônios (auxinas, giberelinas), solubilização de fósforo, fixação biológica de nitrogênio e supressão microbiana de patógenos; que justificam os efeitos observados em folhosas (Fusco *et al.*, 2022; Li *et al.*, 2024). A integração de consórcios microbianos com práticas de manejo (aplicação ao solo e pulverizações) tem sido destacada como rota eficiente para promover vigor inicial e sanidade em hortaliças de alto valor.

2.6 Aplicações de EM

A diversidade de microrganismos do solo é um dos principais pilares da sustentabilidade agrícola, uma vez que regula processos ecológicos essenciais como a ciclagem de nutrientes, a formação da estrutura do solo e o controle natural de fitopatógenos (Tiedje *et al.*, 2001). Em regiões tropicais como a Amazônia, essa biodiversidade é ainda mais rica, oferecendo um vasto potencial para o desenvolvimento de bioinsumos adaptados às condições edafoclimáticas locais (Almeida *et al.*, 2022).

O uso de cepas microbianas nativas tem se mostrado mais eficaz que o uso de

inoculantes genéricos, pois esses microrganismos já estão adaptados aos fatores ambientais específicos e apresentam maior capacidade de colonização e sobrevivência no solo (Santos; Oliveira, 2021). Essa abordagem valoriza a biotecnologia regional e contribui para a autonomia dos sistemas agrícolas locais.

Estudos têm demonstrado que o uso de EM em cultivos hortaliças pode aumentar significativamente a produtividade, melhorar a sanidade das plantas e reduzir a necessidade de fertilizantes químicos. Em ensaios com alface (*Lactuca sativa*), a aplicação de EM aumentou o número de folhas, a altura das plantas e o peso da biomassa fresca e seca (Moraes *et al.*, 2021). Resultados semelhantes foram observados por Andrade *et al.* (2019), em cultivos de couve e rúcula, onde os EM também promoveram maior resistência às doenças foliares.

Além disso, a aplicação de EM via solo ou pulverização tem mostrado ser uma técnica de fácil adoção, com baixos custos e bons resultados mesmo em sistemas de agricultura familiar (Freitas *et al.*, 2018). A utilização de EM na horticultura também contribui para a recuperação de solos degradados e melhoria da atividade microbiana edáfica (Santos *et al.*, 2020).

Pesquisas realizadas na região amazônica têm destacado os efeitos positivos do uso de EM em solos tropicais ácidos e de baixa fertilidade. De acordo com Almeida *et al.* (2022), a aplicação de EM aumentou significativamente os teores de matéria orgânica e nutrientes disponíveis no solo, além de melhorar o crescimento de plantas de alface e coentro em sistemas agroecológicos. Em um estudo conduzido por Silva *et al.* (2019), o uso de EM em solos amazônicos promoveu a recuperação de áreas degradadas, com aumento da atividade microbiana e retorno de espécies vegetais nativas. Esses resultados indicam o potencial dos EM como ferramenta de manejo ecológico em sistemas de produção hortícola na Amazônia.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local da pesquisa

A pesquisa foi realizada no Instituto Federal do Amapá – Campus Agrícola Porto Grande (IFAP), localizado às coordenadas 0°42'16" N e 51°24'35" W, na região norte do estado do Amapá. O campus está em área de transição entre floresta equatorial subperenifólia e ambientes antropizados, o que favorece elevada diversidade microbiana devido ao clima quente e úmido característico da região (Oliveira Junior & Melém Júnior, 2000).

O experimento de produção de mudas foi conduzido em casa de vegetação tipo arco, construída em estrutura metálica de ferro galvanizado, com teto curvo revestido por filme de polietileno de baixa densidade (150 µm) e laterais fechadas, conforme padrão utilizado pelo IFAP para atividades didáticas e de pesquisa.

Durante o período experimental (final de outubro e início de novembro), a região apresenta clima Af, com altas temperaturas e elevada umidade relativa, típicas da estação chuvosa inicial. Dados climatológicos do INMET para Porto Grande indicam temperaturas médias entre 26 e 28 °C, umidade acima de 80% e precipitações superiores a 250 mm nesse período (INMET, 2024), condições favoráveis ao crescimento microbiano (Silva *et al.*, 2021).

3.2 Coleta dos Microrganismos Eficientes

A captura dos microrganismos eficientes foi realizada em área de mata nativa adjacente ao IFAP, seguindo metodologia adaptada de Bonfim *et al.* (2011). Utilizou-se arroz branco cozido sem adição de sal como substrato padrão (Figura 1A), distribuído em quatro bandejas plásticas revestidas com telas de nylon (Figura 1B). Cada bandeja recebeu aproximadamente 500 g de arroz, posteriormente cobertas com folhas secas da própria área para favorecer a colonização por fungos e bactérias nativos, conforme descrito por Higa & Parr (2014). A escolha do arroz cozido deve-se ao fato de ser o substrato tradicionalmente utilizado na captura de microrganismos eficientes na literatura e na prática de manejo de microorganismos nativos, por possuir alto teor de amido facilmente assimilável após o cozimento, baixa seletividade microbiana, favorecendo a formação de consórcios entre fungos e bactérias, boa aeração e estrutura física para colonização, fermentação mais lenta e

controlável e ampla padronização metodológica em protocolos agroecológicos.

Embora outros substratos ricos em carboidratos, como batata cozida e mandioca, também sejam utilizados em algumas práticas de agricultura ecológica, apresentam limitações em relação ao arroz: a batata, apesar de rica em amido e de fácil obtenção, tende a fermentar mais rapidamente, com maior risco de contaminação por bactérias indesejáveis e menor padronização metodológica na literatura específica de captura de microrganismos eficientes. A mandioca, embora alternativa abundante de carboidratos e importante recurso regional em algumas áreas, fermenta de forma ainda mais acelerada e pode favorecer microrganismos fermentativos indesejáveis, além de apresentar variação no teor de amido entre cultivares, o que exige controle rigoroso do tempo de exposição para evitar deterioração do substrato. Dessa forma, o arroz cozido se mantém como opção metodológica mais consagrada e eficaz para a captura de microrganismos eficientes em ambientes naturais.

Figura 1 - Arroz branco cozido utilizado para captura dos microrganismos nativos (A); bandejas prontas para coleta dos microrganismos (B).



Fonte: Autoria própria (2025).

As bandejas foram enterradas superficialmente em dois ambientes contrastantes, duas em mata fechada, caracterizada por sombreamento intenso e maior acúmulo de serrapilheira e duas próximas a uma lagoa, ambiente mais úmido e arejado.

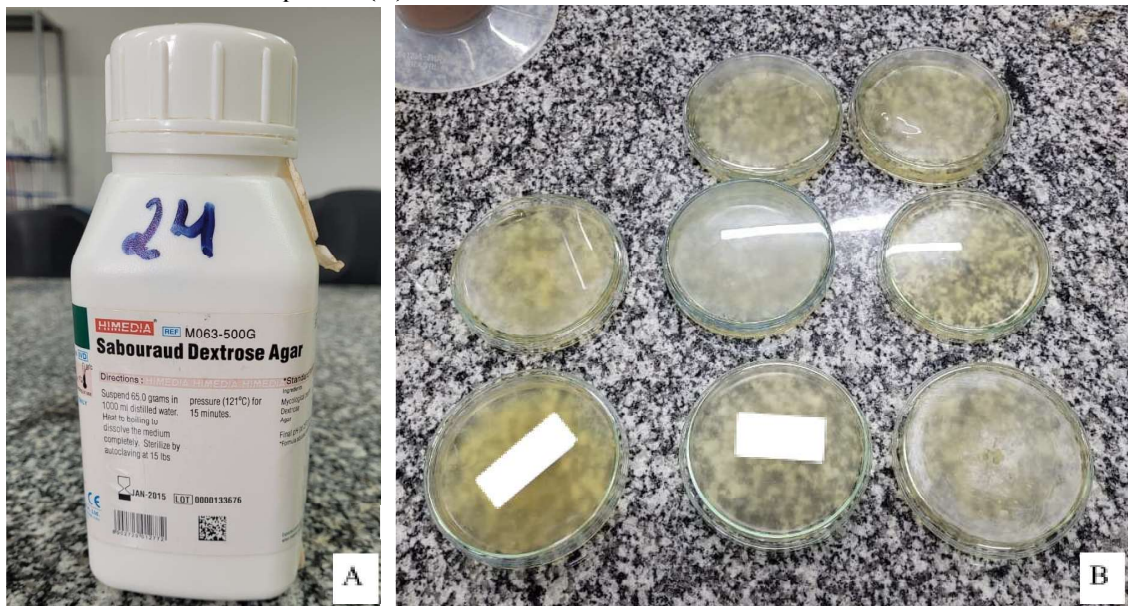
Embora Bonfim *et al.* (2011) recomende exposição entre 10 e 15 dias, testes preliminares mostraram que, devido ao clima quente e úmido do Amapá, a colonização visível ocorreu de forma acelerada. Assim, as coletas foram realizadas após 3 e 5 dias, resultando em colorações características de crescimento fúngico (branco, verde claro e amarelo), compatíveis com comunidades de *Aspergillus*, *Penicillium* e outros fungos frequentemente associados à técnica.

3.3 Processamento laboratorial e isolamento dos microrganismos

O material coletado foi transportado ao Laboratório de Química do IFAP e manipulado sob capela de exaustão, conforme normas de biossegurança estabelecidas pela ANVISA. Da porção superficial das bandejas, foram selecionadas áreas com crescimento fúngico visível, evitando-se regiões contaminadas ou escurecidas.

Para o isolamento fúngico, utilizou-se meio Sabouraud Dextrose Agar (SDA) (Figura 2A), amplamente empregado na cultura de fungos filamentosos e leveduras devido à sua alta concentração de dextrose e pH ácido (De Hoog *et al.*, 2019). Foram dissolvidos 31,2 g de SDA em 480 mL de água destilada, quantidade suficiente para o preparo de oito placas de Petri (Figura 2B). Após homogeneização por 5 minutos, o meio foi esterilizado em autoclave a 121°C por 15 minutos, distribuído nas placas de Petri ainda quente e mantido em repouso à temperatura ambiente até completa solidificação. As placas foram então armazenadas sob refrigeração até o momento do uso.

Figura 2 - Meio de cultura utilizado como meio de cultura para os microrganismos (A); placas de Petri com meio de cultura pronto (B).



Fonte: Autoria própria (2025).

O fungo colonizado no arroz foi fragmentado em pequenas porções e inoculado em três placas de Petri contendo SDA para isolamento primário. As placas foram incubadas por 3 dias (72h) a 37°C, permitindo o crescimento seletivo dos fungos nativos.

Após o crescimento das colônias, procedeu-se à análise microscópica inicial, com lâminas preparadas utilizando azul de lactofenol, corante empregado para visualização de

estruturas fúngicas (Watanabe, 2010). Em seguida, realizou-se a repicagem dos isolados para novas placas contendo SDA (Figura 3), visando à purificação das culturas. Uma segunda análise microscópica foi realizada após 10 dias de incubação, possibilitando melhor caracterização morfológica dos isolados, conforme critérios estabelecidos por Samson *et al.* (2014).

Figura 3 - Repicagem dos microrganismos coletados.



Fonte: Autoria própria (2025).

Para multiplicação em solução nutritiva, prepararam-se seis garrafas PET de 2 L, cada uma contendo 1 L de água destilada e 200 g de açúcar mascavo (Figura 4), seguindo recomendações de Higa & Parr (2014) e Santos *et al.* (2020) para ativação de microrganismos eficazes (EM). Em cada garrafa foram adicionados 100 g de arroz colonizado, garantindo inoculação padronizada (Figura 7). As garrafas permaneceram em ambiente protegido da luz direta, fermentando por 60 dias com liberação diária de gases até a redução da produção gasosa, indicando a estabilização do consórcio microbiano.

Figura 4 - Garrafas PET preparadas com microrganismos.



Fonte: Autoria própria (2025).

3.4 Produção de mudas de *Cichorium endivia* L. e aplicação dos EM

3.4.1 Delineamento experimental

A produção de mudas de chicória (*Cichorium endivia* L.) foi conduzida em delineamento em blocos casualizados (DBC), com quatro tratamentos e três repetições, sendo: T1 (controle): sem aplicação de EM em mudas de chicória; T2: aplicação de EM nas sementes e solo; T3: aplicação de EM nas sementes e aplicação complementar aos 7 dias após a semeadura; T4: aplicação somente nas mudas, aos 10 dias após a semeadura (Tabela 1). As sementes foram adquiridas em estabelecimento comercial (Figura 5), seguindo padrões de pureza, germinação e certificação.

Figura 5 - Sementes de chicória comercializadas em estabelecimento local (*Cichorium endivia*).



Fonte: Autoria própria (2025).

Tabela 1. Descrição dos tratamentos utilizados nas mudas de Chicória.

Tratamento	Aplicação de EM	Espécie
1	Sem aplicação	Chicória (<i>Cichorium endivia</i> L.)
2	Aplicação de EM nas sementes e no solo.	Chicória (<i>Cichorium endivia</i> L.)
3	Aplicação de EM nas sementes e aplicação complementar aos 7 dias após a semeadura.	Chicória (<i>Cichorium endivia</i> L.)
4	Aplicação de EM apenas nas mudas, aos 10 dias após a semeadura.	Chicória (<i>Cichorium endivia</i> L.)

Fonte: Autoria própria (2025).

3.4.2 Produção de mudas

As sementes foram semeadas em bandejas de polietileno contendo o substrato composto por: 1 parte de terra preta peneirada, $\frac{1}{2}$ parte de substrato comercial e $\frac{1}{4}$ parte de areia branca. Foram colocadas três sementes por célula, emergência ocorrendo em 3 dias. No tratamento T2 e T3 foi realizado o tratamento de sementes com microrganismos eficientes (Figura 6), prática reconhecida por promover germinação uniforme e vigor inicial (Bisen *et al.*, 2015). Aos 11 dias após a semeadura (DAS) realizou-se o desbaste, mantendo a plântula mais vigorosa. Após 7 dias da semeadura houve a aplicação do EM líquido nos tratamentos 3, e após 10 dias da semeadura houve a aplicação do EM no tratamento 4. A irrigação foi feita manualmente duas vezes ao dia, garantindo umidade próxima à capacidade máxima de campo.

Figura 6 - Tratamento das sementes de chicória com fertilizante diluído dos microrganismos coletados.



Fonte: Autoria própria (2025).

3.5 Avaliações morfométricas

Aos 24 DAS, foram avaliadas as seguintes variáveis: comprimento da raiz (cm), comprimento da parte aérea (cm), largura e comprimento foliar (cm), número de folhas, diâmetro do colo (mm), massa úmida da parte aérea (g), massa úmida da raiz (g), massa seca da parte aérea (g) e massa seca da raiz (g) (Figura 7). As variáveis foram selecionadas conforme recomendações de autores que estudam desenvolvimento inicial de hortaliças (Silva *et al.*, 2020; Brito, 2023).

Figura 7 - Análise morfométrica das mudas de chicória (A); pesagem em balança analítica das mudas de chicória (B).



Fonte: Autoria própria (2025).

Essas variáveis são amplamente utilizadas em pesquisas com microrganismos promotores de crescimento, por refletirem direta e indiretamente a eficiência da simbiose planta-microrganismo (Silva *et al.*, 2019; Xavier *et al.*, 2010).

3.6 Análise Estatística

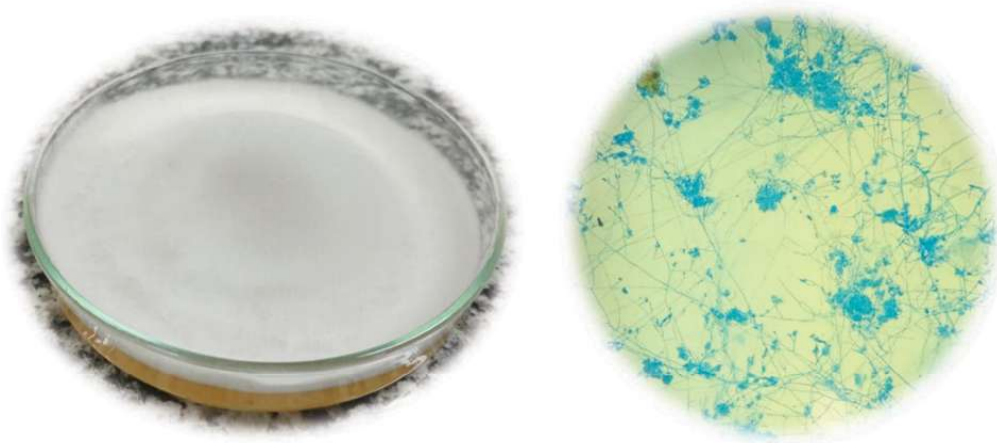
Os dados foram comparados pelo teste de média Tukey a nível de 5% de probabilidade de erro, com o auxílio do programa estatístico SISVAR, amplamente consolidado em análises estatísticas agrônomicas.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Análise macroscópica e microscópica das cepas isoladas do solo de Porto Grande/AP

A análise conjunta da morfologia macroscópica e microscópica indica que o isolado pertence ao gênero *Aspergillus*. A colônia apresentou crescimento algodonoso, branco e sem pigmentação após 10 dias, compatível com espécies de *Aspergillus* que produzem conídios claros. Microscopicamente, observaram-se hifas septadas e hialinas, além de conidióforos eretos terminando em vesículas globosas, a partir das quais se originam fiáldes que dão origem a conídios formando cabeças radiadas. Esse padrão de conidiação é típico do gênero *Aspergillus* e o diferencia de outros fungos filamentosos comuns, como *Penicillium*, que apresenta conidióforos em pincel, ou *Fusarium*, que produz macroconídios falcados. Dessa forma, as características observadas permitem concluir, com segurança, que o microrganismo isolado pertence ao gênero *Aspergillus* (Figura 8).

Figura 8 - Placa de Petri com colônia de *Aspergillus*.



Fonte: Autoria própria (2025).

A identificação como *Penicillium* se deve principalmente ao aspecto macroscópico da colônia, que apresenta a coloração verde-azulada típica, e às estruturas microscópicas observadas: hifas septadas e conidióforos ramificados que lembram pinceis, produzindo conídios em cadeias. Além disso, a ausência de esporos sexuais ou outras estruturas diferencia *Penicillium* de outros fungos filamentosos como *Aspergillus* (que apresenta conidióforos não ramificados com vesícula terminal). A análise morfológica indica que o

fungo não corresponde ao gênero *Trichoderma*. Embora ambos apresentem hifas septadas e colônias verdes, em *Trichoderma* os conidióforos possuem ramificação tipicamente piramidal e as fiáides se dispõem em grupos densos, produzindo conídios em aglomerados compactos (pústulas). Notou-se conidióforos fortemente ramificados em forma de “pincel”, com fiáides bem individualizadas e conídios dispostos em cadeias sucessivas, características clássicas do gênero *Penicillium* (Figura 9).

Figura 9 - Placa de Petri com colônia de *Penicillium*.

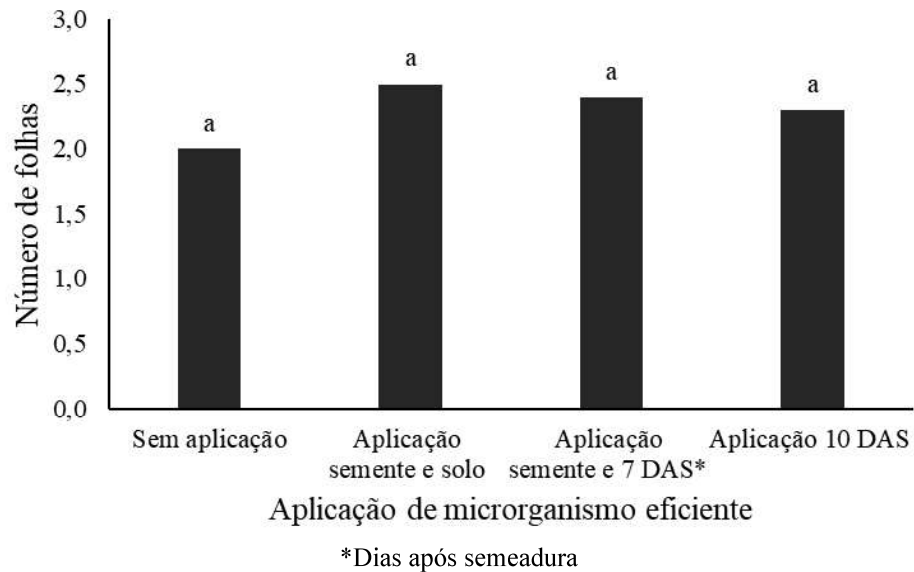


Fonte: Autoria própria (2025).

4.2 Resultados em Campo

A partir das análises dos dados observou-se que para o número de folhas de chicória a aplicação de microrganismo eficiente (EM) não apresentou influência, não tendo diferença significativa entre os tratamentos (Figura 10). O número de folhas é uma variável importante para a qualidade de mudas de hortaliças, sendo que para a chicória a muda apresenta qualidade de transplante com 3 folhas definitivas. Na produção de mudas uma das principais características específicas a serem controladas para a qualidade de mudas é os parâmetros morfológicos, entre eles o número de folhas, uma vez que com o número de folhas adequado as mudas terão maior resistência às condições adversas do campo (Medeiros *et al.*, 2018). Esse resultado pode estar relacionado ao fato de que a produção foliar, em determinadas espécies e condições de viveiro, é menos sensível a bioestimulantes quando comparada a outras variáveis morfométricas (como massa seca ou comprimento radicular). Estudos em alface suportam essa ideia: uma pesquisa conduzida com caldo de EM não encontrou diferença significativa no número de folhas, mas sim em biomassa ou vigor (Mareco, 2023).

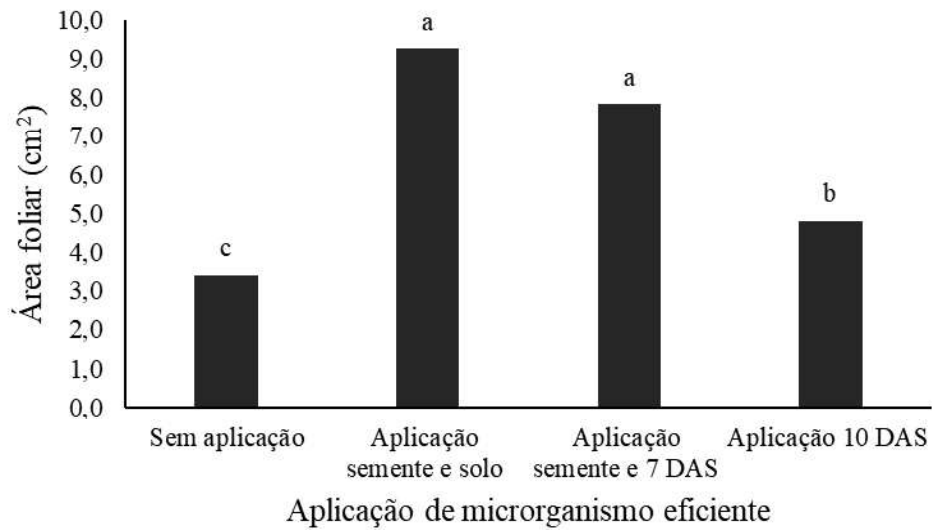
Figura 10 - Número de folhas de chicória em função da aplicação de microrganismo eficiente (EM).



Fonte: Autoria própria (2025).

Embora o número de folhas de chicória não sofreu influência na aplicação de EM, a área foliar das mudas de chicória apresentou diferença significativa entre os tratamentos, os tratamentos onde foram aplicados o EM na semente e no solo ficaram com as maiores médias, na sequência o tratamento com aplicação somente aos 10 DAS (Figura 11). O tratamento sem aplicação de EM apresenta as menores médias sendo a diferença entre tal tratamento e com aplicação no solo e semente foi de 5,9 cm, valor este significativo em se tratando de mudas. Esse aumento na área foliar sugere que os EM puderam favorecer a expansão das folhas, o que é altamente desejável para plantas de muda, pois folhas mais amplas podem aumentar a capacidade fotossintética e o vigor pós-transplante. Resultados similares já foram descritos em estudos com biofertilizantes: por exemplo, pesquisa com alface e brócolis sob casa de vegetação verificou que a aplicação de biofertilizantes aumentou área foliar, biomassa e absorção de nutrientes, em alguns casos permitindo redução da fertilização química convencional (De Mir *et al.*, 2023).

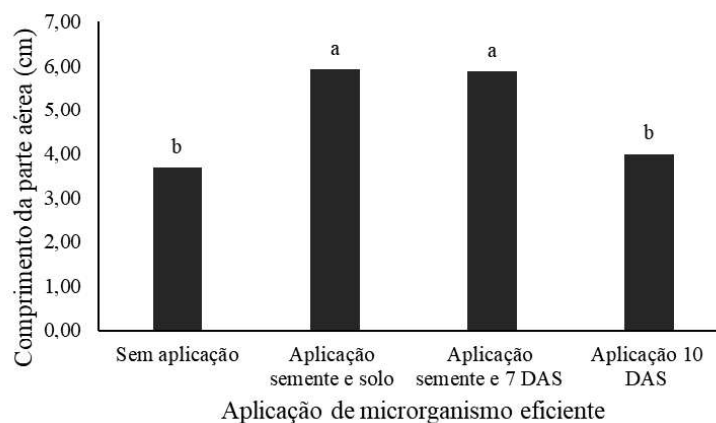
Figura 11 - Área foliar de chicória em função da aplicação de microrganismo eficiente.



Fonte: Autoria própria (2025).

Quanto ao comprimento da parte aérea, observou-se que os tratamentos com EM na semente e solo e na semente e aplicação aos 7 DAS apresentaram mudas de maior tamanho (Figuras 12 e 13), enquanto o controle e o tratamento com aplicação tardia (10 DAS) resultaram em plantas de porte menor. Esse padrão sugere que a aplicação precoce de EM, principalmente já no momento da semeadura, desempenha papel fundamental para estimular desenvolvimento inicial mais vigoroso. Esse efeito pode decorrer de hormônios produzidos por microrganismos (como auxinas e giberelinas), que promovem alongamento celular e crescimento mais rápido nas fases iniciais, como descrito em estudos de biofertilizantes (Li *et al.*, 2024; Vurukonda *et al.*, 2022).

Figura 12 - Comprimento da parte aérea de chicória em função da aplicação de microrganismo eficiente.



Fonte: Autoria própria (2025).

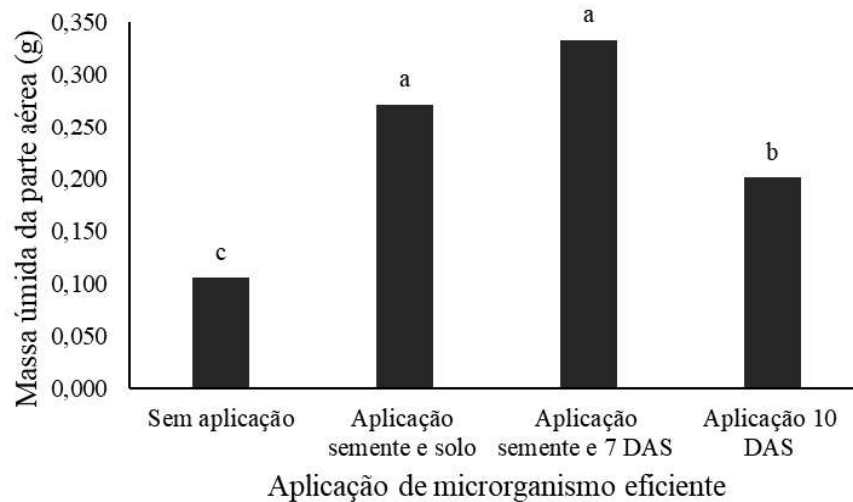
Figura 13 - Bandejas com mudas de chicória em casa de vegetação.



Fonte: Autoria própria (2025).

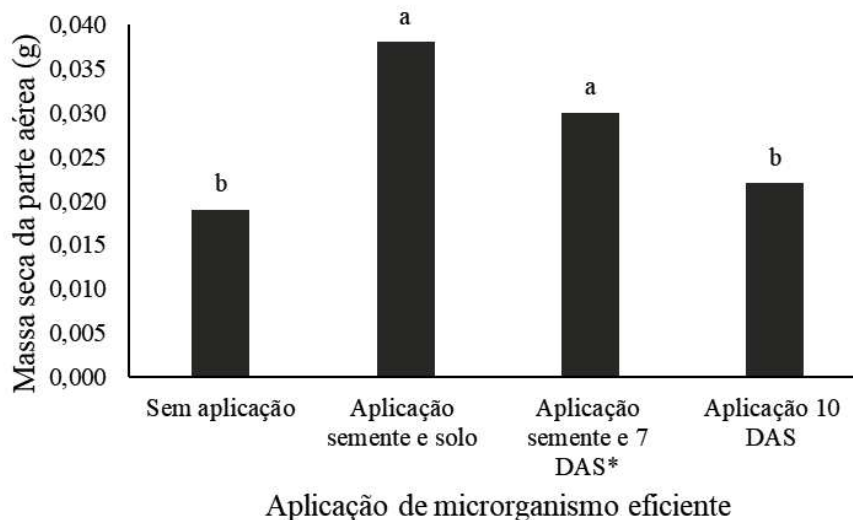
A massa úmida da parte aérea (Figura 14) refletiu o mesmo padrão observado para comprimento, os tratamentos com aplicação nos estágios mais precoces apresentaram maiores valores, indicando maior acúmulo de biomassa fresca. Entretanto, a massa seca da parte aérea (Figura 15) mostrou-se mais informativa, uma vez que remove o efeito da variação de água nos tecidos, permitindo avaliar o ganho real de biomassa. A massa seca mais elevada nos tratamentos com EM (semente e solo e 7 DAS) sugere que o EM contribuiu para maior produção de matéria orgânica vegetal. Este achado está alinhado com outros estudos que avaliaram biofertilizantes em hortaliças, nos quais a aplicação de microrganismos resultou em maior produção de biomassa seca, especialmente em condições controladas como em casa de vegetação (Amorim e Vogelmann, 2024; Santos, 2022).

Figura 14 - Massa úmida da parte aérea em função da aplicação de microrganismo eficiente.



Fonte: Autoria própria (2025).

Figura 15 - Massa seca da parte aérea em função da aplicação de microrganismo eficiente.



Fonte: Autoria própria (2025).

A aplicação dos microrganismos no solo e na sementes proporcionou diferença significativa entre os tratamentos, o sistema radicular das mudas de chicória (Figura 16) sofreu influência na aplicação de EM, para o comprimento de raiz (Figura 17 A), obtendo maior vigor e uniformidade das plântulas. Estudos recentes mostram que microrganismos promotores de crescimento vegetal aumentam a massa seca radicular, o volume de raízes finas e a capacidade de exploração do substrato, promovendo maior eficiência na absorção de nutrientes (Nogueira *et al.*, 2023). Além disso, a presença de microrganismo benéficos no ambiente de produção reduz o estresse inicial, melhora a absorção de nutrientes e reforça a resistência das mudas a condições adversas, destacando-se como uma prática essencial em

sistemas modernos de produção de hortaliças (Almeida *et al.*, 2021).

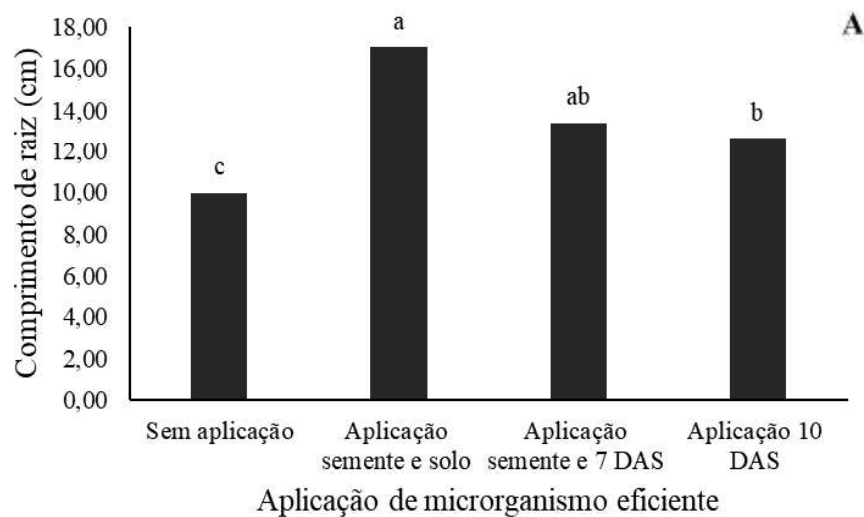
As análises dos resultados não diferiram entre si em comparação da massa úmida da raiz da massa seca (Figuras 17B e 17C), sendo, portanto, que a uniformidade no desenvolvimento da raiz o teor de água nos tecidos não teve influência significativa entre os tratamentos avaliados, confirmando os dados coletados pelo comprimento de raiz. Resultados semelhantes são relatados por autores que destacam a estabilidade da biomassa radicular independente do estado hídrico (Silva; Ferreira, 2019.)

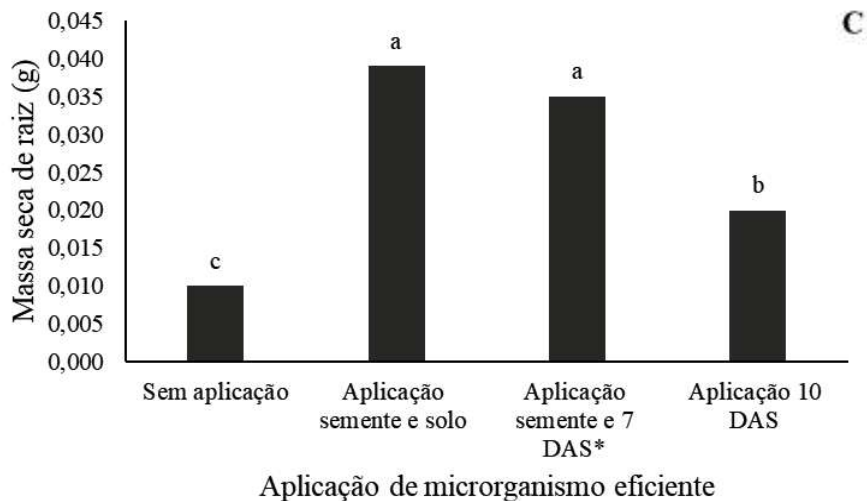
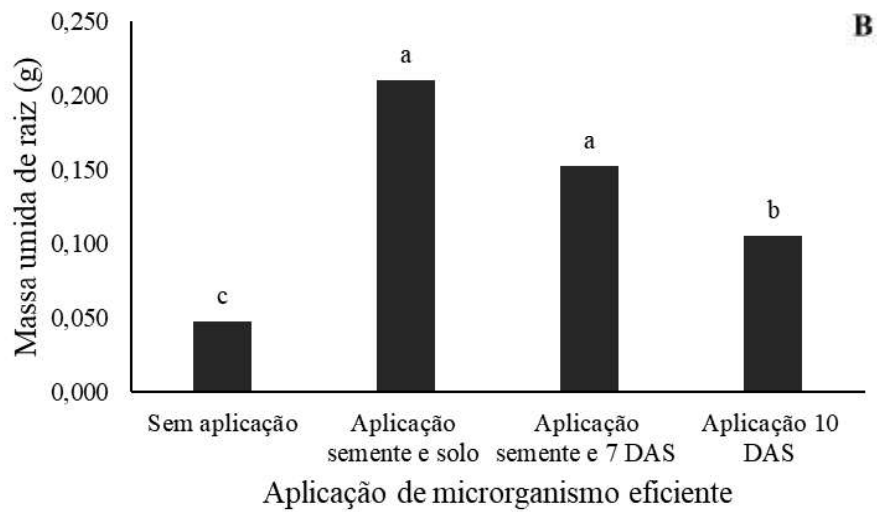
Figura 16 - Desenvolvimento do sistema radicular de mudas de chicória nos tratamentos 2 e 3.



Fonte: Autoria própria (2025).

Figura 17 - Comprimento de raiz em função da aplicação de microrganismo eficiente (A); Massa úmida de raiz em função da aplicação de microrganismo eficiente (B); Massa seca e raiz em função da aplicação de microrganismo eficiente (C).

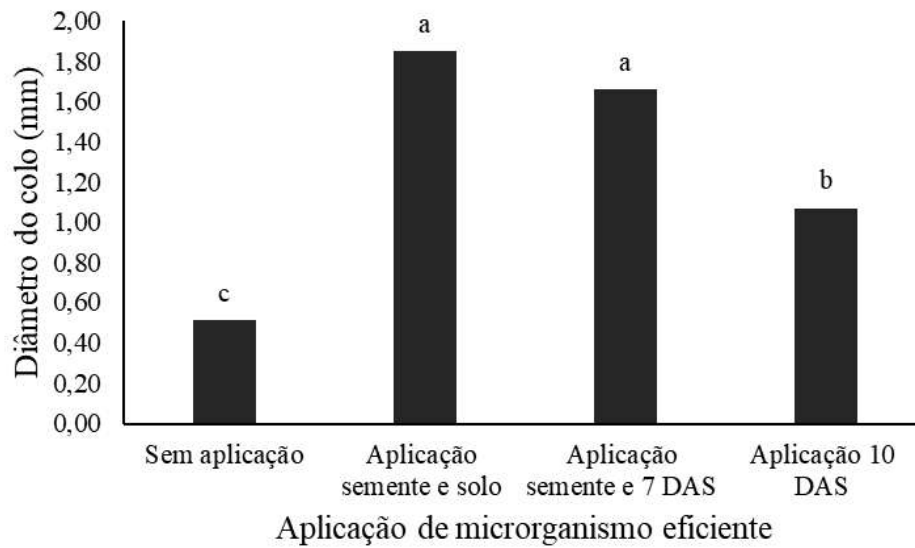




Fonte: Autoria própria (2025).

O Diâmetro do colo da chicória (Figura 16) apresentou diferença significativa nos tratamentos com aplicação em sementes e solo e a aplicação nos 7 DAS, quando comparado aos tratamentos sem aplicação e ao tratamento avaliado aos 10 dias. Os resultados indicam que houve diferença estatisticamente entre os tratamentos, sendo evidenciado os parâmetros aplicados que promoveu resultados satisfatórios no diâmetro do colo das plântulas. A avaliação do diâmetro do colo é amplamente utilizada como indicador de qualidade de mudas devido à sua relação direta com vigor e a capacidade de estabelecimento no campo (Silva; Oliveira; Ferreira,2020).

Figura 18 - Diâmetro do colo em função da aplicação de microrganismo eficiente.



Fonte: Autoria própria (2025).

A aplicação de microrganismos eficientes nas mudas de chicória demonstrou desempenho superior às práticas convencionais, especialmente na altura das plantas e qualidade radicular observados em campo. Resultados semelhantes foram verificados em estudos com hortaliças folhosas, nos quais bioinoculantes promoveram maior crescimento e melhor aproveitamento de nutrientes, reforçando o potencial dessas tecnologias em sistemas de cultivo sustentáveis. Pesquisas com alface confirmam que consórcios microbianos elevam a produtividade e favorecem a adaptação das plantas às condições ambientais, corroborando os achados deste trabalho (Santos Sousa; Pontes; Melo, 2020; Laurindo *et al.*, 2024).

5. CONCLUSÃO

O presente trabalho teve como objetivo identificar, selecionar e avaliar o desempenho agronômico de microrganismos eficientes (EM) isolados na região norte do estado do Amapá, aplicando-os no desenvolvimento inicial de mudas de chicória (*Cichorium endivia* L.) no município de Porto Grande/AP. A partir das análises laboratoriais, foi possível identificar microrganismos dos gêneros *Aspergillus* e *Penicillium*, cuja morfologia macroscópica e microscópica apresentou características típicas e coerentes com a literatura, confirmando a presença de fungos amplamente distribuídos em ambientes agrícolas.

Na etapa conduzida em casa de vegetação, os efeitos da aplicação dos EM evidenciaram resultados positivos nos atributos morfológicos das mudas, especialmente quando utilizados de forma precoce, seja no tratamento das sementes ou em aplicações iniciais após a semeadura. Os tratamentos que combinaram aplicação em sementes e solo (T2) e aplicação em sementes com reforço aos 7 DAS (T3) apresentaram maior área foliar, maior comprimento da parte aérea e melhor formação do sistema radicular, indicando maior vigor, maior capacidade fotossintética e melhor potencial de estabelecimento das plantas após o transplante. Esses resultados demonstram que o uso de EM pode fortalecer etapas fundamentais da produção de mudas, contribuindo para maior uniformidade, qualidade e redução de perdas, o que é essencial em cultivos intensivos de hortaliças.

Apesar dos resultados relevantes, algumas limitações foram observadas. O estudo foi conduzido em escala experimental, o que restringe a variabilidade ambiental observada em cultivos comerciais. Além disso, o uso de EM isolados da região não permitiu comparar seu desempenho com outros inoculantes comerciais ou com consórcios microbianos mais complexos. Outro ponto é que o período de condução do experimento contemplou apenas a fase inicial das mudas, sem avaliar o comportamento das plantas após o transplante ou durante o ciclo produtivo completo.

Assim, recomenda-se que pesquisas futuras investiguem a eficácia dos EM ao longo de todo o ciclo da cultura da chicória, comparações entre microrganismos nativos e inoculantes comerciais, e resposta das plantas em condições de campo, especialmente em solos característicos da região amazônica.

Do ponto de vista prático, os resultados obtidos indicam que agricultores de Porto Grande/AP podem se beneficiar da utilização de EM, sobretudo aqueles produzidos localmente, por serem adaptados às condições climáticas e ambientais regionais. A aplicação precoce dos microrganismos pode melhorar a qualidade das mudas, reduzir a dependência de

fertilizantes químicos e aumentar a sustentabilidade dos sistemas produtivos, o que representa um ganho tanto econômico quanto ambiental. Dessa forma, o uso de EM se apresenta como uma ferramenta promissora para fortalecer a horticultura regional, contribuindo para maior eficiência no manejo e melhor desempenho das culturas nas condições amazônicas.

6. REFERÊNCIAS

- ANDRADE, E. B. *et al.* Efeito de microrganismos eficientes em rúcula e couve. **Revista Agroecossistemas**, v. 11, n. 1, p. 23–29, 2019.
- ALMEIDA, L. C. *et al.* Bioinsumos na agricultura amazônica: potencialidades e desafios. **Revista Amazônia Rural**, v. 2, n. 1, p. 41-56, 2022.
- ALMEIDA, M.; SANTOS, E.; PEREIRA, M. Produção e caracterização de microrganismos eficientes: uma alternativa sustentável. **Cadernos de Agroecologia**, v. 20, n. 1, 2025. Disponível em: <https://cadernos.aba-agroecologia.org.br/cadernos/article/view/10337>. Acesso em: 15/06/25.
- ALTIERI, M. A. *Agroecologia: bases científicas para uma agricultura sustentável*. 3. ed. São Paulo: **Expressão Popular**, 2012.
- AMORIM, C. B. B. de; VOGELMANN, L. O. Eficiência de preparo de biofertilizante e influência nas propriedades físico-químicas e metabólicas dos produtos obtidos utilizando brócolis híbrido como substrato. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 19, n. 1, p. 1–17, 2024. Disponível em: <https://periodicos.unb.br/index.php/rbagroecologia/article/view/51713>. Acesso em: 02/09/2025.
- BISEN, K. *et al.* Biopriming *in* vegetable crops. **Scientia Horticulturae**.2015.
- BONFIM, E. M. *et al.* Captura e multiplicação de microrganismos eficientes. **Rev. Bras. Agroecologia**, 2011.
- BRITO, T. S. **Bactérias promotoras de crescimento vegetal associadas ao trigo: impactos na anatomia, fisiologia e produtividade**. 266 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon, 2023.
- CHEN Q., *et al.* Microorganismos do solo: seu papel na melhoria da nutrição e saúde das culturas. **Diversity** . 16(12):734, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/d16120734>. Acesso em: 02/09/2025.
- DE MIR, H.; *et al.* Biofertilizers improve the plant growth, yield, and mineral concentration of lettuce and broccoli under greenhouse conditions. **Agronomy**, v. 13, n. 8, 2031, 2023. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2073-4395/13/8/2031>. Acesso em: 29/10/2025.
- DE MIR, H. *et al.* Impact of effective micro-organisms (EM) on the yield, growth and bio-chemical properties of lettuce when applied to soil and leaves. **BMC Plant Biology**, 2024.
- DE HOOG, G. S. *et al.* **Atlas of Clinical Fungi**, 2019.
- EMBRAPA. Por que devemos consumir mais hortaliças Brasília, DF: **Embrapa Hortaliças**, 2020.
- FERREIRA, D. F. SISVAR: um sistema de análise de variância para dados balanceados. **Revista Symposium**, v. 6, n. 2, p. 36–41, 2019.

FREITAS, M. S. M. *et al.* Microrganismos eficientes na agricultura familiar: viabilidade e desempenho. **Revista Extensão Rural**, v. 25, n. 1, p. 95–104, 2018.

FUSCO, G. M., *et al.* The Effects of the Microbial Biostimulants Approved by EU Regulation 2019/1009 on Yield and Quality of Vegetable Crops. **Foods**. 2022.

GOMES, J. P. *et al.* Uso de microrganismos eficientes como alternativa para o cultivo de hortaliças. **Revista multidisciplinar em Ciências Agrárias**, v. 1, n. 1, p. 45-56, 2019.

JIMÉNEZ-GÓMEZ, A. *et al.* Bacterial Fertilizers Based on *Rhizobium laguerreae* and *Bacillus halotolerans* Enhance *Cichorium endivia* L. Phenolic Compound and Mineral Contents and Plant Development. **Foods**, 10(2):424, 2021.

JORGE, M. H. A.; *et al.* Informações técnicas sobre substratos utilizados na produção de mudas de hortaliças. Brasília, DF: **Embrapa Hortaliças**, 30 p. 2020.

HIGA, T.; PARR, J. F. Beneficial and effective microorganisms for a sustainable agriculture and environment. **International Nature Farming Research Center**, 1994.

HUNGRIA, M. *et al.* Inoculação de plantas com bactérias promotoras de crescimento: uma tecnologia sustentável para a agricultura brasileira. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 40, 2016.

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia. Banco de dados meteorológicos para ensino e pesquisa – BDMEP. Brasília: **INMET**, 2024. Disponível em: <https://bdmep.inmet.gov.br>. Acesso em: 20 ago. 2025.

JUNIOR, F. M. *et al.* A importância socioeconômica da cadeia produtiva de hortaliças no Brasil. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v.56, n. 4, p. 567-582, 2018.

KUSS, A. V.; *et al.* fixação de nitrogênio e produção de ácido indolacético *in vitro* por bactérias diazotróficas endofíticas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, n.10, p. 1459 - 1465, 2007.

LAURINDO, D. D. *et al.* Inoculação com bactérias promotoras de crescimento em alface: efeitos agronômicos e fisiológicos. **Horticultura Brasileira**, v. 42, e1513, 2024.

LI, J. *et al.* Effective microorganisms input efficiently improves the microbial community and restores degraded soils: mechanisms and applications. **Frontiers in Microbiology**, 2024.

MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Preparo de Microrganismos Eficientes (EM). **Coordenação de Agroecologia**. Brasília, 2020.

MARTINS, F. R.; LIMA, J. S.; BARBOSA, A. P. Citocininas e sua influência no metabolismo vegetal. **Revista de Ciências Agrárias**, Belém, v. 64, n. 2, p. 85-92, 2021.

MENDES, R. *et al.* The rhizosphere microbiome: significance of plant beneficial, plant pathogenic, and human pathogenic microorganisms. **FEMS Microbiology Reviews**, v. 37, n. 5, p. 634–663, 2013.

MARECO, P. DE S. **Avaliação de promoção de crescimento de alface (*Lactuca sativa* L.) utilizando caldo de microrganismos eficientes (ME)**. 2023. 55 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) – Universidade Estadual do Paraná, Paranaguá, 2023.

MEDEIROS, M. DO B. C. L.; MELO, M. R. da S. Índice de qualidade de dickson e característica morfológica de mudas de pepino, produzidas em diferentes substratos alternativos. **Agroecossistemas**, v. 10, n. 1, 2018.

MORAES, D. R. *et al.* Efeito da aplicação de microrganismos eficientes no cultivo de alface. **Horticultura Brasileira**, v. 39, n. 4, p. 349-355, 2021.

NASCIMENTO, M. da S. *et al.* Detecção de citocininas e giberelinas por bactérias endofíticas associadas com maracujá amarelo (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa*). **Revista Craibeiras de Agroecologia**, v. 3, n. 1, p. 6680, 2018. Disponível em: <https://ufal.emnuvens.com.br/era/article/view/6680>. Acesso em: 27/09/2025.

NOGUEIRA, G. S. *et al.* Respostas radiculares de mudas agrícolas à inoculação com microrganismos promotores de crescimento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 58, e 02319, 2023.

OLIVEIRA, A. L. M. *et al.* Produção de fitohormônios por bactérias promotoras de crescimento vegetal e seus efeitos no desenvolvimento de plantas. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Cruz Alta, v. 15, n. 2, p. 45–58, 2020.

OLIVEIRA JUNIOR, R. C.; MELÉM JÚNIOR, N. J. **Zoneamento agroecológico do município de Porto Grande**. Macapá: Embrapa Amapá. 32 p. 2000.

OLIVEIRA, T. F. *et al.* Cultivation of chicory under nutrient solutions prepared in **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental (RBEAA)**, 2023.

PEDRADA, A. K. L.; DE ALMEIDA, O. T. CERTIFICAÇÃO ORGÂNICA, A PARTIR DA REPRODUÇÃO DE PRÁTICAS AGROECOLÓGICAS, PROMOVIDAS POR AGRICULTORES FAMILIARES NO AMAPÁ. **Revista Grifos**, v. 32, n. 60, p. 01-24, 2023.

PEIXOTO, L. C. da M.; BORGES, W. L. Levantamento socioeconômico de agricultores do Minipolo de Fazendinha, In: JORNADA CIENTÍFICA DA EMBRAPA AMAPÁ, 2., 2016, Macapá. **Resumos...** Macapá: Embrapa Amapá, 2016, p. 40.

RAMOS, P. P. *et al.* Isolamento, caracterização de rizobactérias e análise da produção de ácido indolacético visando ao enraizamento de estacas de *Olea europaea* L. **Ciências Florestais**, Santa Maria, v. 31, n. 4, p. 1612 - 1630, 2021.

SAMSON, R. A. *et al.*. **Laboratory Manual of Food Mycology**. 2014.

SANTOS, M. P. *et al.* Produção de hortaliças e agricultura familiar no Norte do Brasil: oportunidades e entraves. **Revista Extensão Rural**, v. 27, n. 2, p. 80-93, 2020.

SANTOS, M. F. Q. dos. **Avaliação do efeito do biocarvão e microrganismos eficientes (em) na produção de mudas de alface em vermiculita**. 2025, 41 f. Trabalho de Conclusão de Curso (graduação em Engenharia Agrônoma) – IF Sertão PE Campus Petrolina Zona

Rural, Petrolina, PE, 2025.

SANTOS SOUSA, A. V.; PONTES, F. S. T.; MELO, B. Cultivo orgânico de alface utilizando biofertilizantes. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 15, n. 4, p. 406–412, 2020.

SANTOS, V. R.; OLIVEIRA, J. S. **Microrganismos nativos e sua eficácia no solo amazônico**. Cadernos de Agroecologia, v. 16, n. 2, p. 44–51, 2021.

SANTOS JÚNIOR, Antonio Carlos. Avaliação de biofertilizantes em hortaliças sob condições protegidas. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 17, n. 3, p. 45–58, 2022.

SOUZA, J. L. *et al.* Fertilidade dos solos e estratégias agroecológicas na Amazônia. **Revista Agroecossistemas**, v. 10, n. 2, p. 102-115, 2018.

SOUZA, P. H.; PEREIRA, D. L.; ALMEIDA, C. G. Giberelinas e o desenvolvimento inicial de espécies hortícolas. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Mossoró, v. 14, n. 3, p. 110 - 118, 2019.

SILVA, F. A. *et al.* Recuperação de solos amazônicos com microrganismos eficientes. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 14, n. 3, p. 211–220, 2019.

SILVA, L. M. *et al.* Estratégias sustentáveis no manejo da horticultura familiar. **Revista de Agricultura Familiar e Sustentabilidade**, v. 7, n. 2, p. 75–84, 2020.

SILVA, L. C.; OLIVEIRA, R. P.; SANTOS, M. A. Fitormônios e sua aplicação no desenvolvimento vegetal. **Revista Brasileira de Agrociência**, pelotas, v. 26, n. 3, p. 45 - 56, 2020.

SILVA, R. M.; FERREIRA, A. S. Avaliação da biomassa radicular em diferentes condições de cultivo. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 14, n. 2, p. 1-8, 2019.

SILVA, J. P.; OLIVEIRA, M. A.; FERREIRA, R. L. Qualidade de mudas de hortaliças: importância dos parâmetros morfológicos no estabelecimento de campo. **Revista Brasileira de Horticultura**, v. 38, n. 2, p. 245-252, 2020.

SEGOVIA, J. F. O.; ALVES, R. M. M. **Olericultura tropical no Amapá**. Macapá: Embrapa Amapá, 2001.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.

TIEDJE, J. M. *et al.* Soil biology and the microbial diversity of tropical soils. **Science**, v. 292, n. 5519, p. 2396–2400, 2001.

TUPY, S. *et al.* Microrganismos eficientes: uma alternativa sustentável no cultivo de hortaliças para agricultores familiares da região de Viçosa-MG. **Revista ELO–Diálogos em Extensão**, v. 11, 2022.

VURUKONDA, S.; PADGHAM, J.; RUEDA-PUENTE, E. Influence of microbial

bioinoculants on initial growth and nutrient uptake in leafy vegetables: a review. **Journal of Applied Microbiology**, v. 133, p. 2415–2432, 2022.

XAVIER, G. R. *et al.* Microrganismos promotores do crescimento vegetal: usos e aplicações. **Embrapa Agrobiologia, Seropédica**, 2010.

ZAMBOLIM, L. Microrganismos benéficos e sua utilização na agricultura. **Viçosa: UFV**, 2017.

ZHAO, Z.; CHEN, L.; XIAO, Y. The combined use of arbuscular mycorrhizal fungi, biochar and nitrogen fertilizer is most beneficial to cultivate *Cichorium intybus* L. in Cd-contaminated soil. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v. 217, p. 112154, 2021.

WATANABE, T. **Pictorial Atlas of Soil and Seed Fungi**, 2010.