

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO PARANÁ

Programa de Pós-Graduação Ambientes Litorâneos e Insulares

Mestrado em Ciências Ambientais

PETRUCIO DE SOUZA MARECO

Avaliação de promoção de crescimento de alface (*Lactuca sativa* L.) utilizando caldo de microrganismos eficientes (ME)

Programa de Pós-Graduação
em Ambientes Litorâneos
e Insulares - UNESPAR

Paranaguá

2023

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO PARANÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO AMBIENTES LITORÂNEOS E INSULARES

PETRUCIO DE SOUZA MARECO

Avaliação de promoção de crescimento de alface (*Lactuca sativa* L.) utilizando caldo de microrganismos eficientes (ME)

Dissertação apresentada ao programa de pós-graduação em ambientes litorâneos e insulares – Pali - como requisito parcial para obtenção do título de mestre em ciências ambientais.

Orientador(a): Dra. Josiane Aparecida Gomes Figueiredo

Coorientador(a): Dr. Luís Fernando Roveda

Programa de Pós-Graduação
em Ambientes Litorâneos
e Insulares - UNESPAR

Paranaguá

2023

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Bibliotecas da UNESPAR e Núcleo de Tecnologia de Informação da UNESPAR, com Créditos para o ICMC/USP e dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Mareco, Petrucio de Souza
Avaliação de promoção de crescimento de alface
(Lactuca sativa L.) utilizando caldo de
microrganismos eficientes (ME) / Petrucio de Souza
Mareco. -- Paranaguá-PR, 2023.
55 f.: il.

Orientador: Josiane Aparecida Gomes Figueiredo.
Coorientador: Luís Fernando Roveda.
Dissertação (Mestrado - Programa de Pós-Graduação
Mestrado Acadêmico em Ambientes Litorâneos e
Insulares) -- Universidade Estadual do Paraná, 2023.

1. Agricultura sustentável. 2. Agricultura
familiar. 3. Caldo fermentativo. 4.
Biofertilizante. 5. Hortaliças. I - Gomes
Figueiredo, Josiane Aparecida (orient). II -
Roveda, Luís Fernando (coorient). III - Título.

PETRUCIO DE SOUZA MARECO

**AVALIAÇÃO DE PROMOÇÃO DE CRESCIMENTO DE ALFACE (*LACTUCA SATIVA* L.) UTILIZANDO
CALDO DE MICRORGANISMOS EFICIENTES (ME)**

PALI

Dissertação de mestrado apresentada
Programa de Pós-graduação Ambientes
Litorâneos e Insulares da Universidade
Estadual do Paraná, para obtenção de
Título de Mestre em Ciências Ambientais.

Paranaguá, 10 de abril de 2023.

Programa de Pós-Graduação
em Ambientes Litorâneos
e Insulares - UNESPAR

Banca examinadora:

Prof.^a Dra. Josiane Aparecida Gomes Figueiredo (PALI UNESPAR – *Campus* Paranaguá) orientadora e presidente da banca

Prof. Dr. Luís Fernando Roveda (PALI UNESPAR *Campus* Paranaguá)
Coorientador

Prof. Dr. Diomar Augusto de Quadros (UFPR Litoral) – Membro externo
Prof.^a Dra. Ana Maria Nieves (UNESPAR – *Campus* Paranaguá) – Membro externo

Prof.^a Dra. Tânia Zaleski (UNESPAR – *Campus* Paranaguá) – Suplente
Prof. Dr. César Armando Contreras Lancheros (UNESPAR – *Campus* Paranaguá) – Suplente

Oferecimento

*A todas as pessoas que de alguma maneira contribuíram para a realização desse trabalho, em especial ao meu amigo e conterrâneo **Rafael Candido de Oliveira**, que apesar de não ter tido a oportunidade de estudar, defende a educação como um verdadeiro guerreiro.*

AGRADECIMENTOS

Embora uma página não seja suficiente para descrever a minha gratidão, quero deixar os meus sinceros e especiais agradecimentos a todos aqueles que contribuíram direta ou indiretamente para realização deste trabalho:

À prof.^a Dra. Josiane Aparecida Gomes Figueiredo, que me abraçou como orientado desde a graduação e que sempre me ajudou no LAGEM em todas as etapas desse trabalho, muito obrigado.

Ao amigo e conterrâneo, Rafael Cândido de Oliveira, que ao longo dos últimos dez anos têm sido minha família aqui no Paraná.

A minha amiga e conterrânea, Raissa Revânea de Lima Brito, obrigado pelas vezes que você me emprestou sua bicicleta para que eu pudesse ir para a faculdade.

À minha família, em especial à minha mãe e a minha irmã (Paloma), pela coragem em continuar seguindo em frente apesar das dificuldades enfrentadas pelo caminho, obrigado pelos os exemplos;

Ao prof. Dr. Luís Fernando Roveda pelo tempo que trabalhamos juntos no Paraná Mais Orgânico e pela coorientação desse trabalho.

A minha amiga Bianca Scholotag (Bibica) pela ajuda com a estatística;

A minha amiga Kassyeli Zamarchi (KCI), do início ao fim, a maior parceira de graduação;

Também quero deixar registrado os meus mais sinceros agradecimentos a prof.^a Dra. Cassiana Baptista Metri que durante o início da minha trajetória acadêmica me ajudou de várias maneiras e que por esse motivo pude seguir em frente estudando;

Agradeço ao prof. Dr. Rafael Baptista Metri que me ajudou em um momento muito difícil nessa trajetória;

Aos meus amigos Átila Shiroma e Koiti Cláudio Takiguchi, obrigado por toda a ajuda recebida na etapa final.

À Universidade Estadual do Paraná, ao Programa de Pós-Graduação em Ambientes Litorâneos e Insulares, por me disponibilizarem todos os recursos necessários e pela estrutura financeira para a realização deste trabalho.

RESUMO

MARECO, Petrucio de Souza. **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.

Os Microrganismos Eficientes, também conhecidos como Microrganismos Eficazes (ME), foram produzidos inicialmente pelo professor Teruo Higa na década de 1990 e, consiste em uma mistura de microrganismos benéficos, composto por até 80 espécies diferentes e seus metabólitos, incluindo bactérias e fungos, isolados de solos férteis e vegetados, que coexistem em meio líquido fermentativo enriquecido com uma fonte de açúcar. O presente estudo teve como objetivos a avaliação da promoção de crescimento de alface (*Lactuca sativa* L.) utilizando caldo de microrganismos eficientes (ME) capturados e multiplicados a partir de solos de mata nativa em propriedades com agricultura orgânica no Litoral do Paraná. A captura dos ME ocorreu em duas propriedades nos municípios de Morretes e Paranaguá, Litoral do Paraná - PR. Foram definidos dois pontos de captura em cada uma das propriedades. Para capturar os ME foram utilizados 2,8 kg de arroz cozido sem sal. O arroz cozido foi distribuído no interior de colmos de bambu verdes que serviram como “armadilhas”. Para a realização da multiplicação dos ME no laboratório em caldo fermentativo, 500 g do arroz colonizado foi dividido em porções de 100 g e acondicionados em 5 garrafas plásticas de 2 L contendo 200 g de açúcar mascavo orgânico. Após misturar o arroz e o açúcar nas garrafas, o volume de cada uma foi preenchido com 2 L de água destilada. A avaliação da promoção se deu a partir da análise dos seguintes parâmetros: número de folhas (NF), altura da parte aérea (AA), tamanho da raiz (TR), largura da maior folha (LF), altura da maior folha (AF), massa fresca total (MFT), massa seca total (MST) e volume radicular (VR). O experimento foi realizado nas dependências da Universidade Estadual do Paraná – *Campus* de Paranaguá. Foi utilizado um delineamento em bloco 3 x 4 com 6 repetições de mudas com aproximadamente 5 cm de comprimento. O primeiro fator foi composto pelos produtos fermentados ME (SDM, R1 e R2); o segundo pelas diluições dos ME nas seguintes proporções: 1 ml/L, 10 ml/L, 50 ml/L e 100 ml/L. As plantas utilizadas como controle foram regadas apenas com água destilada. Foram encontradas diferenças entre os caldos fermentativos, sendo que a diluição de 1 ml/L apresentou diferenças significativas para NF, AA, AF, TR, MFT e VR. A diluição de 1 ml/L, apresentou os melhores resultados corroborando as informações encontradas nas literaturas. Por tratar-se de uma técnica de baixo custo, que pode ser produzida na própria propriedade, é utilizada principalmente por agricultores de baixa renda com o objetivo de melhorar a qualidade do solo e conseqüentemente a saúde das plantas a partir das interações biológicas que esses microrganismos desempenham com os componentes biológicos, físicos e químicos do solo.

Palavras-chave: Agricultura Sustentável; Agricultura Familiar; Caldo Fermentativo; Biofertilizante; Hortaliças.

ABSTRACT

MARECO, Petrucio de Souza. **Evaluation of growth promotion in lettuce (*Lactuca sativa* L.) using broth of efficient microorganisms (EM)**. 2023. 55 f. Dissertation (Master's in Environmental Sciences) – State University of Paraná, Paranaguá, 2023.

Efficient Microorganisms, also known as Effective Microorganisms (EM), were initially produced by Professor Teruo Higa in the 1990s and consist of a mixture of beneficial microorganisms, composed of up to 80 different species and their metabolites, including bacteria and fungi, isolated of fertile and vegetated soils, which coexist in a fermentative liquid medium enriched with a source of sugar. The present study aimed to evaluate the growth promotion of lettuce (*Lactuca sativa* L.) using broth of efficient microorganisms (EM) captured and multiplied from native forest soils in properties with organic agriculture in the Coast of Paraná. The capture of EM occurred in two properties in the municipalities of Paranaguá and Morretes, Coast of Paraná - PR. Two capture points were defined in each of the properties. To capture the ME, 2.8 kg of boiled rice without salt were used. The cooked rice was distributed inside green bamboo stalks that served as “traps”. To carry out the ME multiplication in the laboratory in fermentative broth, 500 g of colonized rice was divided into 100 g portions and packed in 5 plastic bottles of 2 L containing 200 g of organic brown sugar. After mixing the rice and sugar in the bottles, the volume of each one was filled with 2 L of distilled water. The evaluation of the promotion was based on the analysis of the following parameters: number of leaves (NF), shoot height (AA), root size (TR), width of the largest leaf (LF), height of the largest leaf (AF), total fresh mass (MFT), total dry mass (MST) and root volume (RV). The experiment was carried out on the premises of the State University of Paraná – Campus de Paranaguá. A 3 x 4 block design was used with 6 replications of seedlings approximately 5 cm long. The first factor was composed of ME fermented products (SDM, R1 and R2); the second by ME dilutions in the following proportions: 1 ml/L, 10 ml/L, 50 ml/L and 100 ml/L. The plants used as control were watered only with distilled water. Differences were found between the fermentative broths, and the dilution of 1 ml/L showed significant differences for NF, AA, AF, TR, MFT and VR. The 1 ml/L dilution presented the best results, corroborating the information found in the literature. Because it is a low-cost technique, which can be produced on the property itself, it is mainly used by low-income farmers with the aim of improving soil quality and consequently plant health from the biological interactions that these microorganisms have. play with the biological, physical and chemical components of the soil.

Keywords: Sustainable Agriculture; Family farming; Fermentative Broth; Biofertilizer; Vegetables.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Pontos de captura dos Microrganismos Eficientes (ME), propriedade: Sítio Raul Ramos - Morretes, PR.....	21
Figura 2 – Pontos de captura dos Microrganismos Eficientes (ME), propriedade: Sítio Dona Marta - Morretes, PR.	21
Figura 3 – Armadilha utilizada para realizar a captura dos Microrganismos Eficientes (ME).	22
Figura 4 – Bambus abertos contendo ME após 14 dias de crescimento.	23
Figura 5 – Garrafas plásticas (PET) de 2 L utilizadas para montar os fermentadores usados na multiplicação dos ME no laboratório.	24
Figura 6 – Fermentador utilizado para multiplicar os microrganismos eficientes.	24
Figura 7 – Recipientes utilizados para armazenar os Microrganismos Eficientes (ME) após o processo de fermentação.	25
Figura 8 – Esquema do delineamento em bloco (C = Controle; SDM = Sítio Dona Marta; R1 = Ponto 1 Sítio Estrela Guia; R2 = Ponto 2 Sítio Estrela Guia).	26
Figura 9 – Avaliação de mudas de alface (<i>Lactuca sativa</i> L.) quanto aos caldos SDM - Sítio Dona Marta; R1 - Ponto 1 Sítio Estrela Guia; Ponto 2 Sítio Estrela Guia em relação ao controle.	29
Figura 10 – Avaliação de mudas alface (<i>Lactuca sativa</i> L.) quanto diluições 1 ml/L, 10 ml/L e 50 ml/L e 100 ml/L utilizadas em relação ao controle.....	31
Figura 11 – Valores médios de parâmetros avaliados em mudas alface (<i>Lactuca sativa</i> L.) tratadas com diluições de 1 ml, 10 ml, 50 ml e 100 ml dos caldos fermentativos SDM - Sítio Dona Marta; R1 - Ponto 1 Sítio Estrela Guia e R2 - Ponto 2 Sítio Estrela Guia...	32
Figura 12 – Análise de regressão para mudas de alface submetidas a quatro diluições (1 ml/L, 10 ml/L, 50 ml/L e 100 ml/L) do caldo fermentado SDM.	36
Figura 13 – Análise de regressão para mudas de alface submetidas a quatro diluições (1 ml/L, 10 ml/L, 50 ml/L- e 100 ml/L) do caldo fermentado R1.	37
Figura 14 – Análise de regressão para mudas de alface submetidas a quatro diluições (1 ml/L, 10 ml/L, 50 ml/L e 100 ml/L) do caldo fermentativo R2.	38

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	11
2 OBJETIVOS.....	13
2.1 OBJETIVO GERAL.....	13
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	13
3 REVISÃO DA LITERATURA.....	14
3.1 MICRORGANISMOS EFICIENTES	14
3.1.1 Características gerais	14
3.1.2 Microrganismos eficientes (ME) comerciais na agricultura.....	14
3.3.4 Microrganismos eficientes (ME) caseiros na agricultura.....	18
4 MATERIAL E MÉTODOS.....	20
4.1 CAPTURA E MULTIPLICAÇÃO DOS MICRORGANISMOS EFICIENTES (ME)	20
4.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL.....	25
4.2.1 Avaliação de promoção de crescimento de mudas de alface (<i>Lactuca sativa</i> L.).	25
4.2.2 Análise estatística	27
5 RESULTADOS	27
5.1 CAPTURA E MULTIPLICAÇÃO DOS MICRORGANISMOS EFICIENTES (ME)	27
5.2 AVALIAÇÃO DE PROMOÇÃO DE CRESCIMENTO DE MUDAS DE ALFACE (<i>Lactuca Sativa</i> L.)	28
6. CONCLUSÃO.....	40
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS	40
REFERÊNCIAS	41

1 INTRODUÇÃO

A agricultura convencional brasileira vem presenciando nos últimos anos um forte aumento nas importações de fertilizantes. Segundo dados da Agência Nacional para Difusão de Adubos, no primeiro semestre de 2022 foram entregues ao mercado interno 21.752 mil toneladas (ANDA, 2022). Isso porque o Brasil responde por quase metade da produção de alimentos mundial, aumentando assim proporcionalmente a demanda por fertilizantes (OGINO *et al.*, 2021). Destacando-se o ano de 2022, no qual o Brasil foi o quarto consumidor global de fertilizantes, respondendo por cerca de 8% desse volume (ANDA, 2022).

Se faz necessário pensar mundialmente na transição para práticas de produção agrícola que se concentram na promoção de mecanismos sustentáveis tais como a agricultura orgânica (AO) e a agroecologia que se destacam pela utilização de práticas de manejo, como rotação de culturas, desenvolvimento de cultivares adaptadas as condições locais, o uso de plantas de cobertura e utilização de diversos biofertilizantes sólidos e líquidos (EMBRAPA, 2018). Essas abordagens têm sido frequentemente utilizadas em conjunto para maximizar a produção de alimentos na AO, com objetivo de minimizar os danos ambientais causados pelo uso de fertilizantes e agrotóxicos (RODRÍGUEZ *et al.*, 2018; NEY *et al.*, 2020; LI *et al.*, 2021).

Das muitas técnicas de manejo desenvolvidas pelos agricultores orgânicos, vem ganhando destaque o emprego de biofertilizantes produzidos com recursos encontrados em suas propriedades. Segundo Decreto Nº 4.954, de 14 de janeiro de 2004, o biofertilizante é definido como um “biofertilizante: produto que contém princípio ativo ou agente orgânico, isento de substâncias agrotóxicas, capaz de atuar, direta ou indiretamente, sobre o todo ou parte das plantas cultivadas, elevando a sua produtividade, sem ter em conta o seu valor hormonal ou estimulante” (BRASIL 2020).

Dentre os biofertilizantes líquidos, a produção de Microrganismos Eficientes (ME) tem recebido visibilidade, principalmente, entre os pequenos produtores que produzem alimentos em sistemas agroecológicos (TALAAT *et al.*, 2019; FAN *et al.*, 2018).

Os ME são produzidos utilizando microrganismos capturados em locais de mata nativa e multiplicados em meio líquido, a fim de se obter um caldo fermentado que pode

ser aplicado no solo ou diretamente nas partes aéreas das plantas (HIGA, 2012; BARBOSA *et al.*, 2018).

Esse tipo de inoculante é composto por bactérias ácido lácticas, leveduras, bactérias fotossintéticas, actinobactérias e outros tipos de microrganismos, que coexistem mutuamente em meio de cultura líquido e que podem auxiliar as plantas pela fixação de nitrogênio, aumento da área de absorção das raízes, produção de fito-hormônios e produção compostos que estimulam o desenvolvimento vegetal (HIGA, 1991).

Do ponto de vista econômico, social e ambiental, essa técnica é fundamental para auxiliar na transição para modelos de produção de alimentos mais sustentáveis, principalmente no cultivo de culturas de ciclo curto (MOROCHO *et al.*, 2019). Contudo, é pouco aplicada na agricultura brasileira, apesar de ser pesquisada para diferentes formas de uso e aplicação em vários países do mundo (OLLE e WILLIAMS, 2013).

No litoral o Paraná encontra-se diversas famílias de agricultores que produzem alimentos de maneira sustentável, principalmente hortaliças, que são vendidas para as escolas locais através do Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE) (GOMES-FIGUEIREDO *et al.*, 2021). Entre os diversos motivos que levam os agricultores orgânicos a venderem hortaliças folhosas para a merenda escolar, um deles se deve ao fato que os editais do PNAE divulgados para compra de alimentos priorizam a compra de alimentos orgânicos com preços superiores em relação aos produzidos de maneira convencional (SANTOS *et al.*, 2019).

Segundo o Cadastro Nacional de Produtores Orgânicos (CNPO) das 79 propriedades certificadas no litoral do Paraná, 45 são pequenos produtores que participam do programa de extensão Paraná Mais Orgânico (PMO) – núcleo UNESPAR/Paranaguá pertencentes aos municípios de Antonina, Guaraqueçaba, Morretes e Paranaguá que produzem frutas, hortaliças, com destaque para hortaliças folhosas, como o alface, plantas medicinais e grãos comercializados diretamente em feiras livres, supermercados ou no PNAE (GOMES-FIGUEIREDO *et al.*, 2021).

O Paraná Mais Orgânico (PMO) tem atividade extensionista que inclui a oferta de informações e serviços aos agricultores e outros atores dos ambientes rurais para ajudá-los a desenvolver suas próprias habilidades técnicas, organizacionais de gestão e práticas de modo a melhorar sua subsistência e bem-estar com a finalidade para obtenção da certificação gratuita (CHRISTOPLOS, 2012; MICHELLON *et al.*, 2018).

No contexto das experiências extensionistas vivenciadas junto a famílias de agricultores locais, o presente estudo relata a captura de Microrganismos Eficientes (ME) a partir de solo em área de mata nativa em duas propriedades com produção orgânica nos municípios de Morretes e Paranaguá. E a partir da produção de caldos fermentados de ME, a avaliação na promoção de crescimento de alface (*Lactuca sativa* L.) utilizando caldo de ME para os seguintes parâmetros: número de folhas (NF), altura da parte aérea (AA), tamanho da raiz (TR), altura da maior folha (AF), largura da maior folha (LF), massa fresca total (MFT), massa seca total (MST) e volume radicular (VR).

A disponibilidade de material científico publicado sobre o tema é reduzida quando se trata de mensurar os impactos da utilização de ME na forma de caldo fermentado produzido de forma artesanal. Como consequência disto, estudos sobre a utilização de ME se mostram como uma forma de contribuir para o desenvolvimento de metodologias para uma agricultura mais sustentável.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar a promoção de crescimento de alface (*Lactuca sativa* L.) utilizando caldo de microrganismos eficientes (ME).

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Capturar ME a partir de solo em área de mata nativa em duas propriedades com produção orgânica nos municípios de Morretes e Paranaguá;

Multiplicar e ativar ME capturados em caldos fermentados distintos a partir da captura das propriedades de origem;

Avaliar a promoção de crescimento de alface (*Lactuca sativa*) utilizando caldo de ME capturados em locais diferentes para os seguintes parâmetros: número de folhas (NF), altura da parte aérea (AA), tamanho da raiz (TR), altura da maior folha (AF), largura da maior folha (LF), massa fresca total (MFT), massa seca total (MST) e volume radicular (VR).

3 REVISÃO DA LITERATURA

3.1 MICRORGANISMOS EFICIENTES

3.1.1 Características gerais

Os *Effective Microorganisms* (EM), também conhecidos como Microrganismos Eficientes (ME) foram produzidos inicialmente pelo professor Teruo Higa na década de 1990 e, consiste em uma mistura de microrganismos benéficos, incluindo em torno de 80 espécies diferentes de microrganismos e seus metabólitos, sendo bactérias e fungos, isolados de solos férteis e vegetados, que coexistem em meio líquido fermentativo enriquecido com alguma fonte de açúcar (HIGA, 1991). Membros de cinco grupos principais de microrganismos são usados no material de origem do ME, incluindo bactérias lácticas (*Lactobacillus plantarum*, *L. casei* e *Streptococcus lactis*), bactérias fotossintéticas (*Rhodospseudomonas palustris* e *Rhodobacter spaeroides*), leveduras (*Saccharomyces cerevisiae* e *Candida utilis*), actinomicetos (*Streptomyces albus*, *S. griseus*) e fungos fermentadores (*Aspergillus oryzae*, *Penicillium sp.* e *Mucor hiemalis*) (HIGA, 1991; CARGNELUTTI *et al.*, 2021).

3.1.2 Microrganismos eficientes (ME) comerciais na agricultura

Os produtos comerciais baseados em ME disponíveis para o cultivo de plantas são comercializados, principalmente com os nomes de EM-1, EM-5, EM-Bokashi e extrato fermentado EM. O EM1 é usado como material básico para preparar EM ativado (EM-A) por fermentação em água mais melaço. O EM-Bokashi é um produto de fermentação anaeróbica de subprodutos agrícolas sólidos que fornece um microambiente adequado para EM no solo (HIGA, 2012). Várias empresas no mundo produzem biofertilizantes baseados nessa comunidade microbiana, destacando a Organização para Pesquisa do EM (*EM Research Organization* - EMRO) fundada em 1994, em Okinawa, no Japão. A EMRO é uma instituição sem fins lucrativos cujo objetivo é fortalecer e disseminar o uso da Tecnologia EMTM no mundo (EMRO, 2023).

Pérez *et al.* (2019) avaliaram os efeitos benéficos da aplicação de ME combinados com uma mistura de substâncias orgânicas naturais altamente exigidos pela maioria das plantas cultiváveis, conhecido como Fitomas-E, no aumento da produção de feijão em duas épocas de plantio. Os resultados mostraram que a produção de feijão foi favorecida com a aplicação associada entre ME e Fitomas-E, pois, evidenciou-se aumento no número de folhas, na média de grãos e aumento da massa seca por planta, resultando no aumento da produtividade.

Hurtado *et al.* (2020) aplicaram um composto comercial ME via solo, produzido pelo *Labiofam Sancti Spiritus* (Cuba) no manejo de diferentes densidades de duas cultivares diferentes de arroz. Os resultados apontaram para um aumento na biomassa total das plantas e aumento no número e biomassa de grãos das cultivares estudadas.

Ainda em Cuba, Hurtado *et al.* (2019) avaliaram diferentes formas de aplicação do composto citado anteriormente, na produção de mudas de três variedades de tomate. Os resultados mostraram que sementes inoculadas com ME apresentaram taxas de germinação, diâmetro do caule, altura das plantas e o número de folhas maiores em relação as parcelas controle.

Na China, Hu *et al.* (2013) realizaram um experimento de campo de onze anos para fertilidade do solo e melhoria da produção de cultura, correlacionando parâmetros biométricos de plantas de trigo com dados de pH e densidade do solo. Os resultados revelaram que a aplicação a longo prazo do composto de ME apresentou valores mais altos para os parâmetros medidos (biomassa de palha de trigo, rendimento de grãos, nutrição de palha e grãos) em comparação com os valores obtidos nas parcelas controle.

Szymanek *et al.* (2020) estudaram a influência da luz vermelha e dos ME na capacidade de germinação de sementes e posteriormente na produção de grãos e palha de trigo, bem como o teor de alguns macronutrientes (Cd, Pb, Ni, Zn, Cu, Mn, Fe, Cr, As, Hg) nas propriedades do solo. Os resultados obtidos indicam que o uso da biopreparação ME teve um impacto estatisticamente significativo sobre composição granulométrica do solo. Após três anos o início do experimento, observou-se que a porcentagem da fração areia aumentou, enquanto as de silte e argila diminuíram. Segundo os autores, os microrganismos reduziram a concentração de fósforo em 100 g de solo em 0,1 mg, que correspondeu a uma variação de 1,0%. Semelhante ao fósforo, o teor de potássio diminuiu após a aplicação do ME. O teor de magnésio foi reduzido para 3,90 mg/100 g de solo, indicando assim uma diminuição de 0,65 mg, ou seja, 14%. Um aumento de 22% no teor

de manganês do solo após os três anos foi observado. A pesquisa registrou um aumento em 106% no rendimento de grãos em uma das variedades de trigo estudadas (SZYMANEK *et al.*, 2020).

Iturregui *et al.* (2019) mencionaram um aumento na produtividade (kg/ha) de ecotipos de quinoa utilização três aplicações de ME em proporções diferentes combinadas a práticas agroecológicas. Foi observado diferenças no rendimento de acordo com o ecotipo estudado, com médias que variaram entre 2.394,67 kg/ha e 1.784,83 kg/ha.

No Egito, Abd El-Mageed *et al.* (2020), após manejarem o solo com biocarvão de enxofre elementar e biocarvão de madeira cítrica, avaliaram os resultados da aplicação de diferentes concentrações de ME nas propriedades do solo, crescimento das plantas e produtividade a curto prazo de *Capsicum annuum* sob estresse salino. Os autores destacaram que a aplicação dos ME aumentou significativamente parâmetros como número de folhas, área foliar, volume da raiz e massa seca da parte aérea das plantas. Atributos físico-bioquímicos da pimenta, ou seja, teor relativo de água, índice de estabilidade da membrana, clorofila, desempenho índice de fotossistema, concentrações de micronutrientes como Fe, Mn, Zn e Cu e macronutrientes como N, P, K⁺ e Ca²⁺ aumentaram de acordo com as concentrações aplicadas.

Anamika *et al.* (2017) trataram plantas de *Calêndula* (margaridas) com ME combinados com meia dose e dose total de fertilizantes químicos indicados para a cultura. A aplicação do composto melhorou o teor de húmus, carbono orgânico e o nitrogênio disponível no solo. Atividades de enzimáticas do solo, como por exemplo, atividade de desidrogenase, β-glicosidase e fosfatase ácida foi potencializada com o aumento da taxa de aplicação de compostos ME juntamente com meia dose de fertilizante químico. O estudo revela que os ME podem servir como “suplementos nutricionais” para os solos, podendo levar a redução da utilização de fertilizantes químicos.

Kleiber *et al.* (2013) se concentraram na influência da composição química de uma solução nutritiva combinados com ME e iluminação controlada no desenvolvimento e estado nutricional da alface (*Lactuca sativa* L.) em cultivo hidropônico. O estudo relata que o ME não apresentou efeito sobre os parâmetros biométricos analisados, destacando apenas a influência significativa da composição da solução nutritiva para parâmetros número total de folhas e massa fresca total. Galecio-Julca *et al.* (2020) ao avaliar o efeito de fontes orgânicas diferentes (compostagem, humos de minhoca e Bokashi) e ME no

cultivo de banana orgânica não encontraram variações em parâmetros biométricos como peso do cacho na colheita e na contagem do número de cabos.

Em um experimento realizado com o auxílio do microbioteste Phytotoxkit™, Sekutowski *et al.* (2015) avaliaram a dinâmica e capacidade de germinação e parâmetros biométricos selecionados após o tratamento de sementes com duas preparações contendo ME (EM Farma-EMF e EM Farma Plus-EMFP) em relação a sementes tratadas apenas com água destilada: durante a primeira leitura, que foram realizadas 24 h após o início do teste, as sementes com maior germinação foram observadas no controle 20%, depois no ME Farma-EMF (ambos 13%), enquanto no Plus-EMFP não foi encontrado sementes germinadas.

Além da utilização dos ME como promotores de crescimento de plantas, Shin *et al.* (2019) avaliaram a incidência de *Pythium ultimum* e *Rhizoctonia solani* em plantas de pepino, utilizando solos de jardim, tratados com ME e com Bokashi, isoladamente e combinados. Após três semanas de avaliação foi verificado o tombamento na incidência das doenças nos vasos tratados com a combinação de ME e Bokashi.

Borowiak *et al.* (2021) investigaram os efeitos fisiológicos de ME nos parâmetros de troca gasosa, parâmetros morfológicos e teor de clorofila em plantas de sálvia escarlate utilizado diferentes diluições, aplicadas nas folhas ou diretamente em turfa. Os resultados revelaram que a aplicação de ME causou um aumento na taxa fotossintética líquida em quase todos as combinações.

Talaat (2019) investigou a importância da aplicação dos ME no alívio do estresse de salinidade em *Phaseolus vulgaris* (feijão comum) tratadas sob diferentes condições salinas. Segundo o autor, a aplicação de ME atenuou o efeito do estresse do sal e melhorou significativamente alguns componentes responsáveis por crescimento e rendimento.

Um dos mecanismos utilizados pelas plantas para atuar no combate a doenças é a produção fitoquímicos. Partindo desse princípio Kusznierevicz *et al.* (2017) compararam a produção de fitoquímicos de duas cultivares de maçã de duas maneiras: convencionais com pesticidas e com ME. A saúde foi avaliada com base na atividade antioxidante e conteúdo e composição de polifenóis, medidas que refletem o potencial quimiopreventivo de frutas. As amostras de maçãs protegidas com ME repetidamente apresentaram maior atividade antioxidante do que as amostras correspondentes protegidas com pesticidas químicos. A atividade antioxidante total encontrada na casca foi maior que a polpa para

todas as amostras de maçã estudadas, confirmando a indução aparente da biossíntese de fitoquímicos antioxidantes em resposta a desafios.

Compostos orgânicos de Germânio (Ge), apresentam efeitos benéficos vitais para a nossa saúde e são amplamente utilizados como medicamentos e suplementos alimentares. O Ge inorgânico pode ser absorvido pelas plantas e posteriormente acumulado e transformado em compostos de Ge orgânicos, que podem ser consumidos como alimentos ricos em Ge. Li *et al.* (2021) pulverizaram via foliar, soluções de ME + GeO₂. Conforme os resultados, os parâmetros de crescimento foram significativamente afetados pelo ME + GeO₂. A inoculação ME mostrou apenas um efeito significativo sobre a diâmetro do pseudocaule das mudas de alho, enquanto o GeO₂ afetou o diâmetro do pseudoscaule, a altura da planta e a massa fresca da planta. O teor de GeO₂ em plântulas de alho foi significativamente afetado tanto por ME e GeO₂. Portanto, utilizar ME pode melhorar o conteúdo nutricional de plantas por fertilização.

3.3.4 Microrganismos eficientes (ME) caseiros na agricultura

Embora os ME sejam produzidos comercialmente, um método caseiro de captura adaptado as condições locais vêm sendo utilizado por pequenos agricultores familiar para produzir um biofertilizante de baixo custo. Este conceito formou base para o desenvolvimento de várias metodologias para obtenção, multiplicação e inoculação de microrganismos encontrados naturalmente no ambiente, para atuarem em atividades ambientais benéficas aos solos e plantas (CASALI, 2020).

Os ME caseiros são produzidos a partir de um misto microrganismos encontrados em solos de mata nativa, geralmente capturados utilizando arroz e multiplicados para obter um caldo fermentado. Enquanto os ME comerciais a composição dos produtos é determinada em laboratório, para os ME caseiros a composição do produto parte da relação ecológica que existe entre uma grande diversidade microbiológica presentes em solos saudáveis e férteis responsáveis por processos essenciais ao desenvolvimento das plantas, como por exemplo, a decomposição e ciclagem dos nutrientes (SILVA, 2010).

Vários caldos ME caseiros foram testados quanto aos seus efeitos no rendimento de culturas e proteção de plantas, incluindo o cultivo de feijão comum (HURTADO, 2018), arroz (HURTADO, 2020), banana orgânica (GALECIO-JULCA *et al.*, 2020).

Pugas *et al.* (2013) avaliaram o efeito do uso de ME caseiros na germinação e no desenvolvimento da abobrinha (*Cucurbita Pepo* L.), utilizando restos culturais de *Brachiaria* como cobertura morta. Segundo os autores a utilização dos ME favoreceu a atividade microbiana e acelerou a degradação da matéria orgânica bem como disponibilização dos nutrientes a plantas, favorecendo seu desenvolvimento.

Para determinar os efeitos de ME capturados em local de mata nativa utilizando arroz cozido armazenados em colmos de bambus, Camacho *et al.* (2020) aplicaram níveis de dosagens diferentes em intervalos de 7, 14 e 21 dias em mudas de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill). Os autores relataram o aumento no número de flores de acordo com a frequência e a dose aplicada.

Ney *et al.* (2020) relataram o impacto de ME e cama de frango combinados na ciclagem de nitrogênio e produtividade de leguminosas. Depois da oitava semana de inoculação foi encontrado maiores teores de nitrato nas parcelas tratadas com ME frente a parcela controle. Ao mesmo tempo, os autores não encontraram diferenças significativas dos níveis de nodulação apresentados pelas leguminosas.

Antônio-Peralta *et al.* (2019) após produzirem ME capturados de mata nativa, utilizando arroz cozido armazenado em colmos de bambu, avaliaram os resultados da inoculação do ME combinados com material de compostagem e Bokashi durante a primeira e a segunda safra de brócolis. Na primeira safra os autores não identificaram diferenças entre os tratamentos. Já na segunda safra, os autores identificaram aumento da matéria fresca da folha e matéria fresca total das plantas de brócolis.

O interesse crescente em pesquisas pode ser justificado, em certa escala, pela busca por formas sistemas de cultivos sustentáveis, a fim de minimizar a utilização de fertilizantes químicos, pesticidas, herbicidas e outros insumos agrícolas derivados de combustíveis fósseis (IFOAM, 2022).

Os ME quando adicionados ao solo funcionam como indutores da decomposição da matéria orgânica e liberação de nutrientes às plantas, devido ao aumento na atividade dos microrganismos, contribuindo para modificar a estrutura e qualidade dos solos e favorecendo o equilíbrio microbiano em agroecossistemas (GONZÁLEZ *et al.*, 2020). A eficácia é alcançada quando são oferecidas condições ideais nos parâmetros físico-químicos para o metabolismo dos microrganismos, como disponibilidade de água, oxigênio, pH e temperatura e disponibilidade de fontes de energia, liberados dos exsudatos das plantas ou da matéria orgânica do solo (CALERO *et al.*, 2019).

A adoção de técnicas simples, eficientes e de fácil acesso como o uso do ME vem sendo trabalhado com sucesso em pequenas propriedades e ganhando cada vez, mais espaço como estratégia para garantir sustentabilidade nos agroecossistemas (FERNANDES *et al.*, 2020).

A difusão do uso do ME se torna ainda mais importante quando consideramos que a demanda por alimentos provenientes de cultivos livres de agrotóxicos tem crescido no Brasil, aliada a conscientização sobre a alimentação saudável e socialmente justa.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 CAPTURA E MULTIPLICAÇÃO DOS MICRORGANISMOS EFICIENTES (ME)

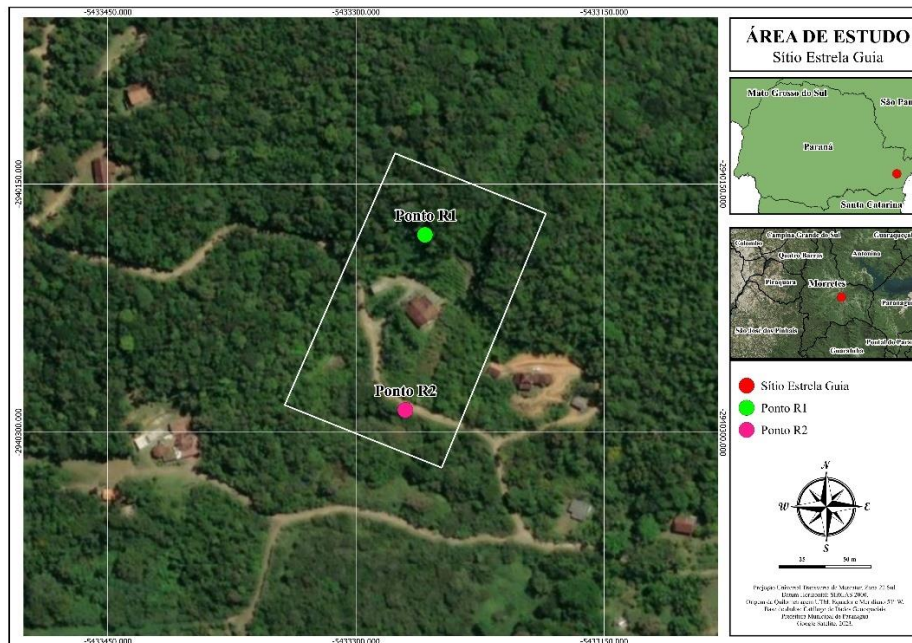
A captura dos ME ocorreu em duas propriedades com agricultura familiar localizadas nos municípios de Morretes e Paranaguá, Litoral do Paraná - PR. Em cada uma das propriedades foram definidos dois pontos de captura (Morretes: R1 e R2; Paranaguá, SDM1 e SDM2).

O sítio Estrela Guia (FIGURA 1), localizado no município de Morretes (48°48'27.64"O 25°31'25.06"S), pertence ao agricultor familiar Raul Ramos.

No ponto R1, a armadilha foi depositada no interior da mata nativa, a cerca de 50 metros a norte da residência do agricultor. Esse local foi escolhido por se tratar de uma área de mata nativa bem preservada e sem intervenção humana. O ponto R2 foi instalado entre a borda da mata e estrada rural que passa na comunidade.

Desde do início da sua instalação na área, o agricultor relata que sempre realizou manejo agroecológico com o objetivo de aproveitar todos os recursos naturais de maneira sustentável, tendo uma pequena área da propriedade destinada a produção orgânica.

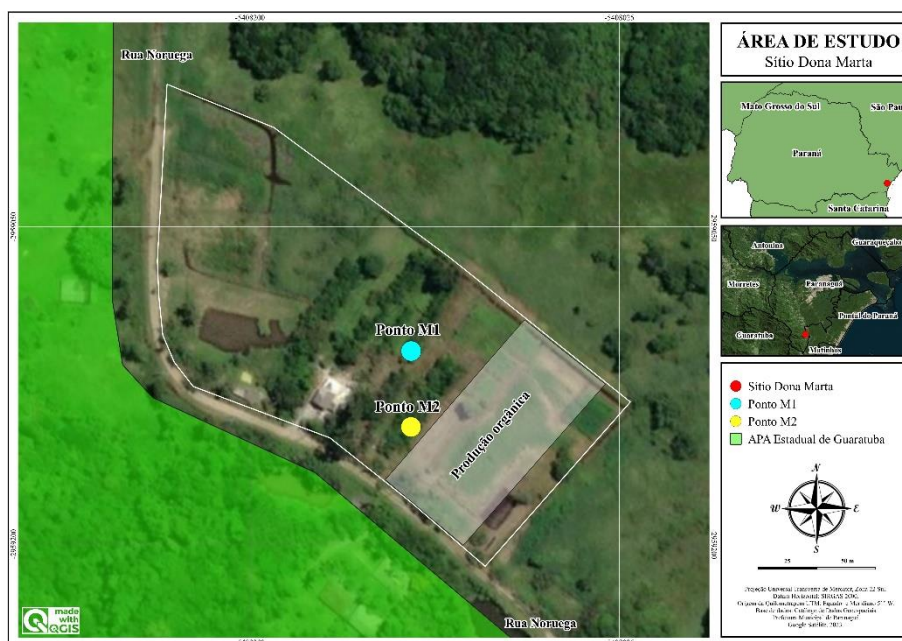
Figura 1 – Pontos de captura dos Microrganismos Eficientes (ME), propriedade: Sítio Raul Ramos - Morretes, PR.



FONTE: Pesquisa de campo (2022).

O Sítio Dona Marta (FIGURA 2), está localizado o município de Paranaguá (48°34'56.19"O 25°40'36.69"S), na divisa com Pontal do Paraná.

Figura 2 – Pontos de captura dos Microrganismos Eficientes (ME), propriedade: Sítio Dona Marta - Morretes, PR.



FONTE: Pesquisa de campo (2022).

Pertence a agricultora Marta Regina e seu esposo José, mas conhecido como “Zequinha”. No ponto SDM1, a armadilha foi depositada no interior de um pequeno fragmento de mata nativa no interior da propriedade.

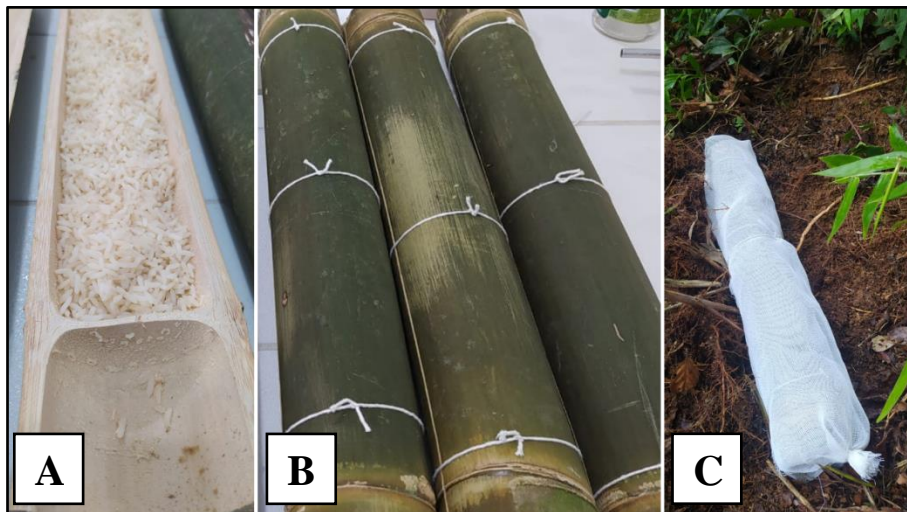
O ponto SDM2 foi instalado entre a borda do fragmento de mata nativa e um talhão utilizado para produzir hortaliças.

Até 2015, o casal produzia de maneira convencional, fazendo uso de alguns fertilizantes e defensivos agrícolas, embora em pequenas quantidades. Neste mesmo ano, o casal decidiu produzir orgânicos e desde de 2015 o casal possui certificação orgânica para os seus produtos.

Para capturar os ME foram utilizados 2,8 kg de arroz parboilizado. O arroz foi cozido em 3 litros de água filtrada sem sal em uma panela de alumínio durante 50 minutos.

Após o cozimento, o arroz foi dividido em quatro porções de 700 g e, em seguida adicionado no interior de quatro colmos de bambu verdes que serviram como “armadilhas” (FIGURA 3A).

Figura 3 – Armadilha utilizada para realizar a captura dos Microrganismos Eficientes (ME).



FONTE: Pesquisa de campo (2022).

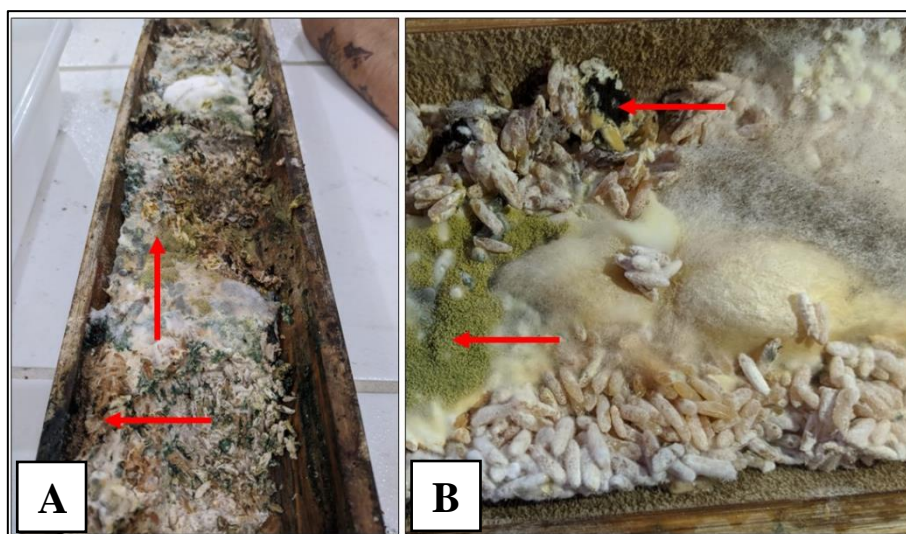
As “armadilhas” contendo o arroz foram amarradas com barbante (FIGURA 3B) e depositadas nos pontos de captura pré-determinados a 20 cm de profundidade, em solo contendo serapilheira e ficaram enterradas durante um período de 14 dias (FIGURA 3C).

Decorrido o prazo, as armadilhas foram coletadas e levadas ao Laboratório de Genética Molecular (LAGEM), na Universidade Estadual do Paraná - UNESPAR,

Campus de Paranaguá. Antes de serem abertas, as armadilhas foram higienizadas superficialmente borrifando com álcool 70%.

Foram separadas as partes do arroz colonizado apenas com aspecto colorido: rosa, azul, amarelo e laranja (FIGURA 4A). As porções contendo cores escuras como cinza, marrom e preto (FIGURA 4B), por serem consideradas microrganismos não benéficos (degenerativos) foram descartadas (CASALI, 2020).

Figura 4 – Bambus abertos contendo ME após 14 dias de crescimento.



FONTE: Pesquisa de campo (2022).

Após a seleção das porções conforme as cores descritas, correspondentes aos ME, 500 g do arroz colonizado de cada uma das armadilhas foram separados em recipientes distintos, para serem utilizados no processo de multiplicação. Para a realização da multiplicação dos ME no laboratório em caldo fermentativo, 500 g do arroz colonizado foi dividido em porções de 100 g e acondicionados em 5 garrafas plásticas de 2 L, etiquetadas com o nome da armadilha correspondente, contendo 200 g de açúcar mascavo orgânico (ANDRADE *et al.*, 2011). Após misturar o arroz e o açúcar nas garrafas, o volume de cada uma foi preenchido para completar 2 L de água destilada não clorada (FIGURA 5).

Figura 5 – Garrafas plásticas (PET) de 2 L utilizadas para montar os fermentadores usados na multiplicação dos ME no laboratório.



FONTE: O autor (2022).

Para evitar que as garrafas fossem abertas diariamente, devido a produção de gases durante o processo de fermentação, cada garrafa foi conectada a outra garrafa menor contendo água através de uma mangueira de silicone (FIGURA 6).

Figura 6 – Fermentador utilizado para multiplicar os microrganismos eficientes.



FONTE: Pesquisa de campo (2022).

Após 14 dias de fermentação foi verificado a ausência na formação de bolhas de água nas garrafas contendo água, indicando que a produção de gases no caldo fermentativo contendo os ME havia cessado. Em seguida, o conteúdo das garrafas foi filtrado utilizando papel filtro quantitativo n. 42 (Whatman®), transferido para garrafas de vidros escuros, etiquetados e armazenados na geladeira (FIGURA 7).

Figura 7 – Recipientes utilizados para armazenar os Microrganismos Eficientes (ME) após o processo de fermentação.



FONTE: O autor (2022).

Das quatro armadilhas deixadas a campo para realizar a captura dos ME, apenas três foram utilizadas na etapa de multiplicação. A “armadilha” SDM2 foi descartada ainda no local de captura, devido à mal cheiro e a presença de formigas e larvas de insetos. A partir das três armadilhas viáveis (SDM1, R1, R2) foi realizado os três caldos fermentativos para as avaliações que se seguem.

4.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

4.2.1 Avaliação de promoção de crescimento de mudas de alface (*Lactuca sativa* L.)

O experimento foi realizado nas dependências da UNESPAR – *Campus* de Paranaguá iniciando com a preparação das bandejas para o transplante das mudas de alface. Em cada bandeja com 32 células foi adicionado somente areia (325 g/célula).

Para a realização do experimento foi utilizado um delineamento em bloco em esquema 3 x 4 com 6 repetições de mudas com aproximadamente 5 cm de comprimento.

O primeiro fator foi composto pelos produtos fermentados ME: SDM, R1 e R2; o segundo pelas diluições dos ME nas seguintes proporções: 1 ml/L, 10 ml/L, 50 ml/L e 100 ml/L. Cada muda foi regada com 50 ml de ME em sua respectiva diluição. As plantas utilizadas como controle foram regadas apenas com água destilada (FIGURA 8).

Figura 8 – Esquema do delineamento em bloco (C = Controle; SDM = Sítio Dona Marta; R1 = Ponto 1 Sítio Estrela Guia; R2 = Ponto 2 Sítio Estrela Guia).

C	C	C	SDM	SDM	R1	R1	R2	R2	C	C	SDM	SDM	R1	R1	R2	R2	
C	C	C	SDM	SDM	R1	R1	R2	R2	C	C	SDM	SDM	R1	R1	R2	R2	
C	C	C	SDM	SDM	R1	R1	R2	R2	C	C	SDM	SDM	R1	R1	R2	R2	
C	C	C	SDM	SDM	R1	R1	R2	R2	C	C	SDM	SDM	R1	R1	R2	R2	
50 ml/água			1 ml/1 L						50 ml/água			10 ml/1 L					
C	C	C	SDM	SDM	R1	R1	R2	R2	C	C	SDM	SDM	R1	R1	R2	R2	
C	C	C	SDM	SDM	R1	R1	R2	R2	C	C	SDM	SDM	R1	R1	R2	R2	
C	C	C	SDM	SDM	R1	R1	R2	R2	C	C	SDM	SDM	R1	R1	R2	R2	
C	C	C	SDM	SDM	R1	R1	R2	R2	C	C	SDM	SDM	R1	R1	R2	R2	
50 ml/água			50 ml/1 L						50 ml/água			100 ml/1 L					

FONTE: O autor (2022).

As aplicações dos ME foram realizadas no primeiro dia do experimento e depois a cada 7 dias, contando a partir da data de plantio das mudas. As plantas foram colhidas quando apresentavam 37 dias de ciclo.

Para analisar a eficiência dos caldos fermentativos de ME no desempenho de crescimento das mudas de alface foram avaliados os seguintes parâmetros: número de folhas contendo limbo e pecíolo, contadas visualmente (NF); altura da parte aérea (AA), determinada com régua, medindo-se a distância entre o colo e o ápice da planta; tamanho da raiz (TR), determinado com auxílio de um paquímetro digital, medindo-se a distância do colo da planta até a extremidade da raiz principal; largura da maior folha (LF), determinado com o auxílio de um paquímetro digital, medindo-se a distância de uma extremidade do limbo à outra da folha no plano frontal; volume total de raiz (VR) em cm³, massa fresca total (MFT), obtida por meio da pesagem de todas as partes da planta em balança digital e massa seca total (MST), obtida pela pesagem das mudas submetidas

a uma temperatura de 51°C, durante 7 dias. As avaliações foram realizadas apenas no final do experimento.

4.2.2 Análise estatística

Os dados obtidos foram compilados no Excel e a análise descritiva e de variabilidade foi realizada por meio do programa estatístico Jamovi®, análise de variância (ANOVA) e posteriormente pelo teste de comparação de médias de Tukey ao nível de 5% de probabilidade (JAMOVI, 2022). O teste estatístico Kruskal-Wallis foi utilizado quando necessário. As análises foram complementadas com Análise de Regressão com o software estatístico R Studio - versão 4.2.1 (R CORE TEAM, 2021).

5 RESULTADOS

5.1 CAPTURA E MULTIPLICAÇÃO DOS MICRORGANISMOS EFICIENTES (ME)

Em relação aos locais de captura dos ME é importante destacar diferenças pontuais existentes entre eles. No Sítio Dona Marta, os ME foram capturados em uma área que se encontrava em pousio a três anos, a 10 m do talhão de produção de hortaliças orgânicas. O talhão estava com cobertura de palhada para evitar a perda de água do solo, dado que a época de captura ocorreu durante o período mais quente do ano. O ponto SDM2 foi dispensado devido a contaminação da armadilha por larvas e insetos estava localizado à margem da estrada com movimentação de veículos, animais e pessoas, sendo menos protegido que o ponto SDM1.

O ponto R2 também foi instalado próximo a estrada localizada dentro da comunidade Sarapiá, em Morretes. Embora estivesse próximo a estrada, no local havia tráfego apenas dos moradores da comunidade. O solo é um sistema complexo, que contém uma grande variedade de microrganismos, que influenciam as características físicas, químicas e biológicas (MOREIRA e SIQUEIRA, 2002). O Solo é um habitat onde alterações em variáveis ambientais (temperatura, umidade, porosidade e pH) são em parte, responsáveis pelas variações da diversidade de microrganismos (RETH *et al.*, 2001). E os distúrbios através de tratamentos agrícolas tais como manejo do solo,

fertilização e proteção das plantas podem favorecer a certas espécies, resultando em redução de outras comunidades.

Tratamentos agrícolas têm sido relatado na influência das estruturas de comunidades microbianas do solo e diminuição da diversidade bacteriana do solo (TIEDJE, 2001). Entretanto, o ponto R1, que foi instalado no interior da mata nativa apresentou os melhores valores para alguns dos parâmetros avaliados. Assim o manejo e o uso do solo podem prejudicar as comunidades e conseqüentemente, limitar suas atividades.

Como sugerido por Casali (2020) e corroborado neste estudo, o local de captura é crucial para a obtenção do fermentado líquido conferindo uma maior diversidade microrganismos.

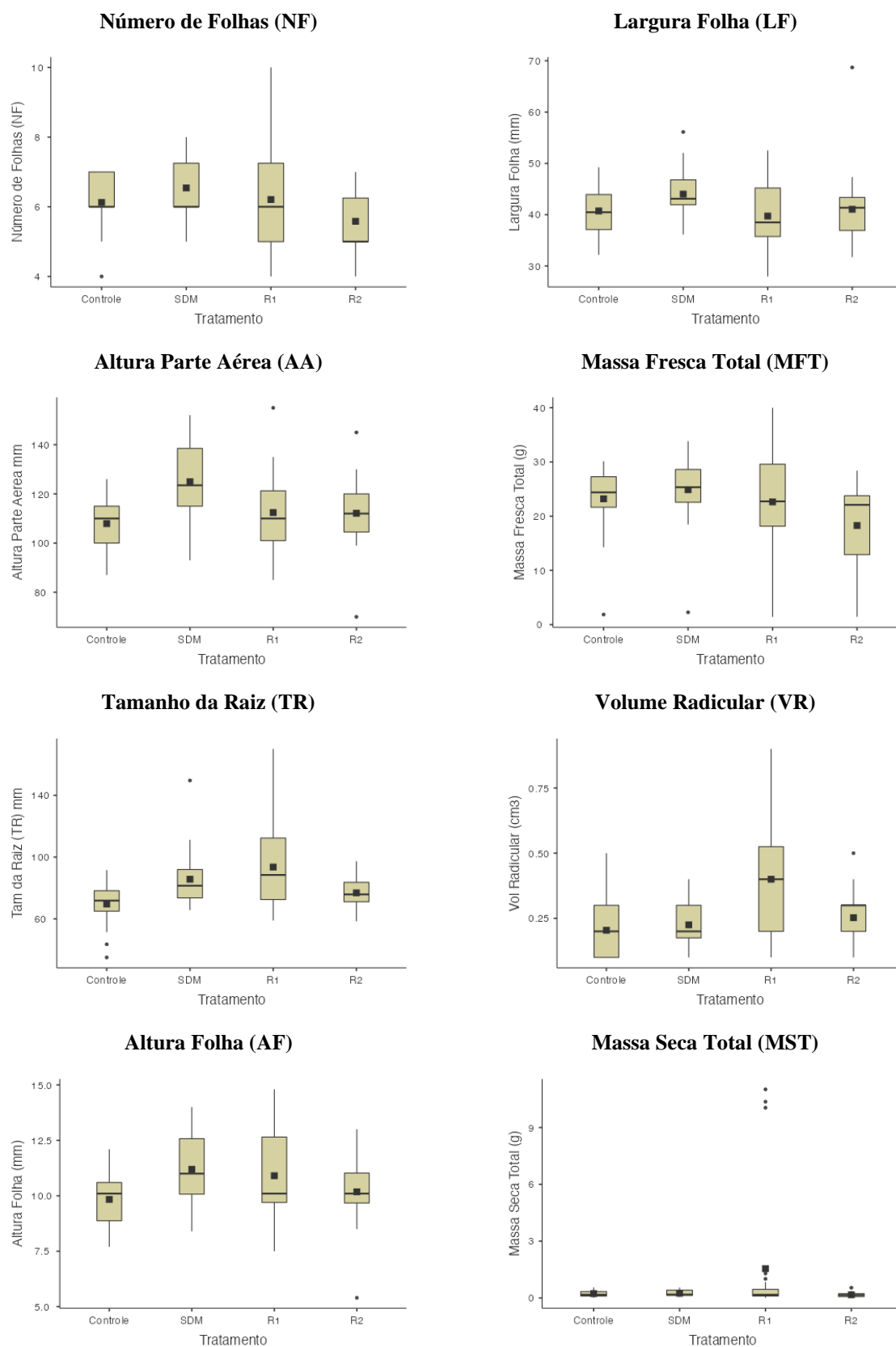
5. 2 AVALIAÇÃO DE PROMOÇÃO DE CRESCIMENTO DE MUDAS DE ALFACE (*Lactuca Sativa* L.)

Os resultados obtidos relativos quanto aos parâmetros analisados estão apresentados nos gráficos abaixo (Figura 9) e anexo IA.

Com relação aos diferentes tipos de caldos utilizados, foram encontradas diferenças significativas para o caldo SDM e R1. Destacando-se o SDM no parâmetro da altura aérea e R1 para o tamanho da raiz e volume radicular. Embora não tenham diferido estatisticamente entre si, os valores obtidos para a massa fresca total do caldo SDM e R1, eles apresentaram diferença do caldo R2.

Antônio-Peralta *et al.* (2019) produziram ME capturados a partir de solo de mata nativa, utilizando arroz cozido armazenado em colmos de bambu avaliaram os resultados da inoculação do mesmo combinado com material de compostagem e Bokashi durante a primeira e a segunda safra de brócolis. Na primeira safra os autores não identificaram diferenças entre os tratamentos. Já na segunda safra, os autores identificaram aumento da matéria fresca da folha e matéria fresca total das plantas de brócolis.

Figura 9 – Avaliação de mudas de alface (*Lactuca sativa* L.) quanto aos caldos SDM - Sítio Dona Marta; R1 - Ponto 1 Sítio Estrela Guia; Ponto 2 Sítio Estrela Guia em relação ao controle.

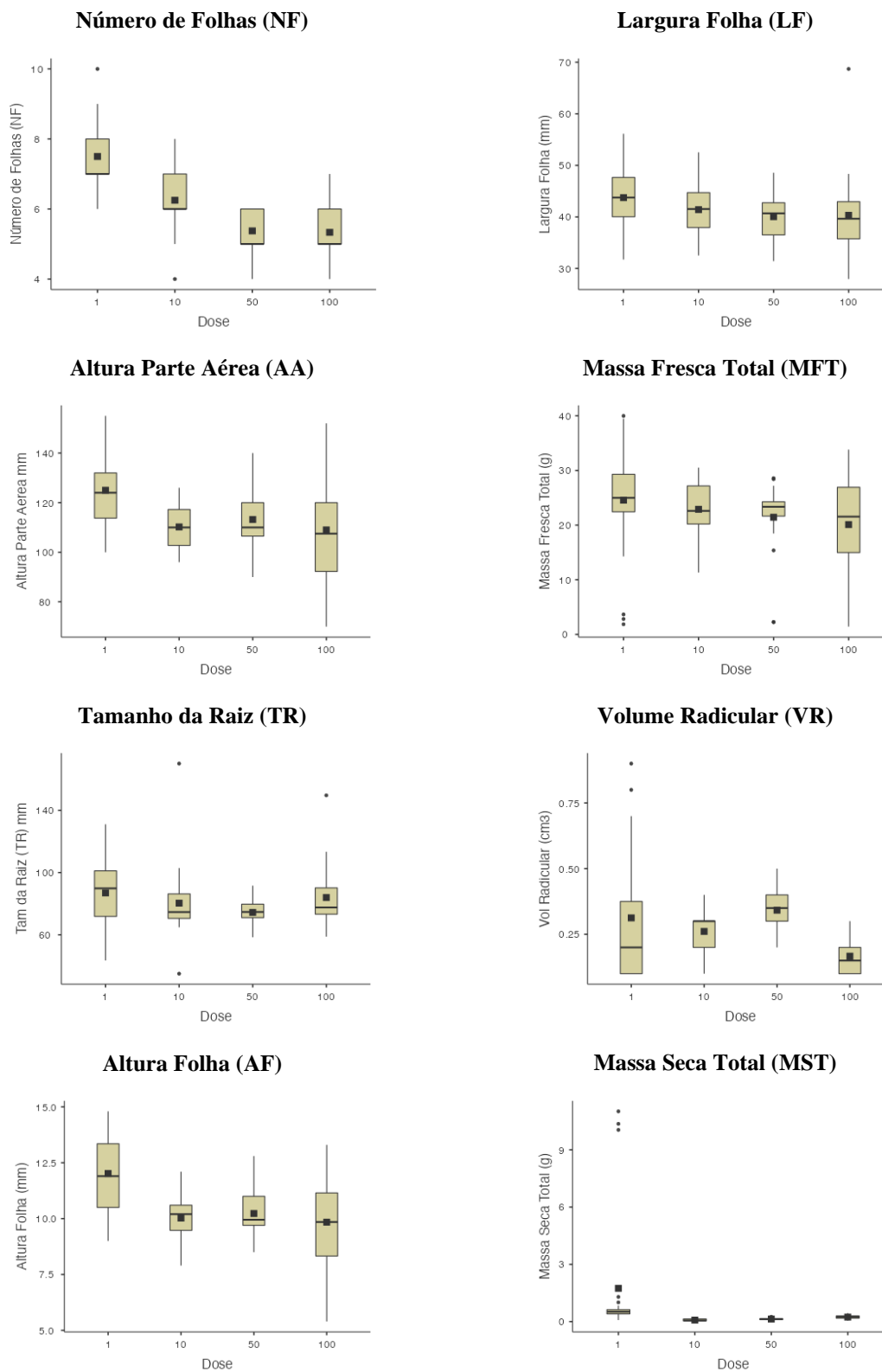


FONTE: Pesquisa de campo (2022).

Ao analisarmos os resultados obtidos para os parâmetros em relação as diluições utilizadas (Figura 10 e Anexo IB) é possível identificar diferenças, a diluição de 1 ml/L apresentou diferenças significativas para o número de folhas, altura da parte aérea, altura foliar, volume radicular e massa seca total. Para a diluição de 50 ml/L o valor do volume radicular foi o maior com diminuição quando na diluição de 100 ml/L. Tais resultados demonstram que a utilização de caldos pode favorecer o número de folhas, a altura da parte aérea e a altura foliar, parâmetros que são importantes na comercialização do produto final. Além disso, nas culturas folhosas o desenvolvimento foliar é fundamental pois pode aumentar sua capacidade fotossintética, a produção de fotoassimilados e posteriormente distribuição e acúmulo de fitomassa (IRITI *et al.*, 2019).

O volume da raiz apresentou resultados significativos para a diluição de 1 ml/L, 10 ml/L e 50 ml/L e apesar de não ter apresentado diferença significativa entre as diluições, o tamanho da raiz também foi influenciado pela utilização de ME. Franco *et al.* (2011) destacam que anatomia do sistema radicular (comprimento, diâmetro da raiz, etc.) determina o desempenho da raiz, permitindo que as plantas adquiram água e nutrientes e, assim, aumentem a taxa de reposição da água perdida pela planta propiciando o crescimento de brotos e rendimento das plantas, uma vez que as raízes servem como uma interface entre as plantas e o solo. A falta de nutrientes faz com que a planta acumule matéria seca, tornando-a mais fibrosa e por fim, deprecia a qualidade do produto final (OHSE *et al.*, 2001). Neste parâmetro, as diluições 10 ml/L, 50 ml/L e 100 ml/L apresentaram os valores reduzidos de massa seca total. Isso poderia demonstrar que a aplicação dos caldos, nestas diluições, favoreceu a nutrição das plantas e reduziu o acúmulo de matéria seca.

Figura 10 – Avaliação de mudas alface (*Lactuca sativa* L.) quanto diluições 1 ml/L, 10 ml/L e 50 ml/L e 100 ml/L utilizadas em relação ao controle.

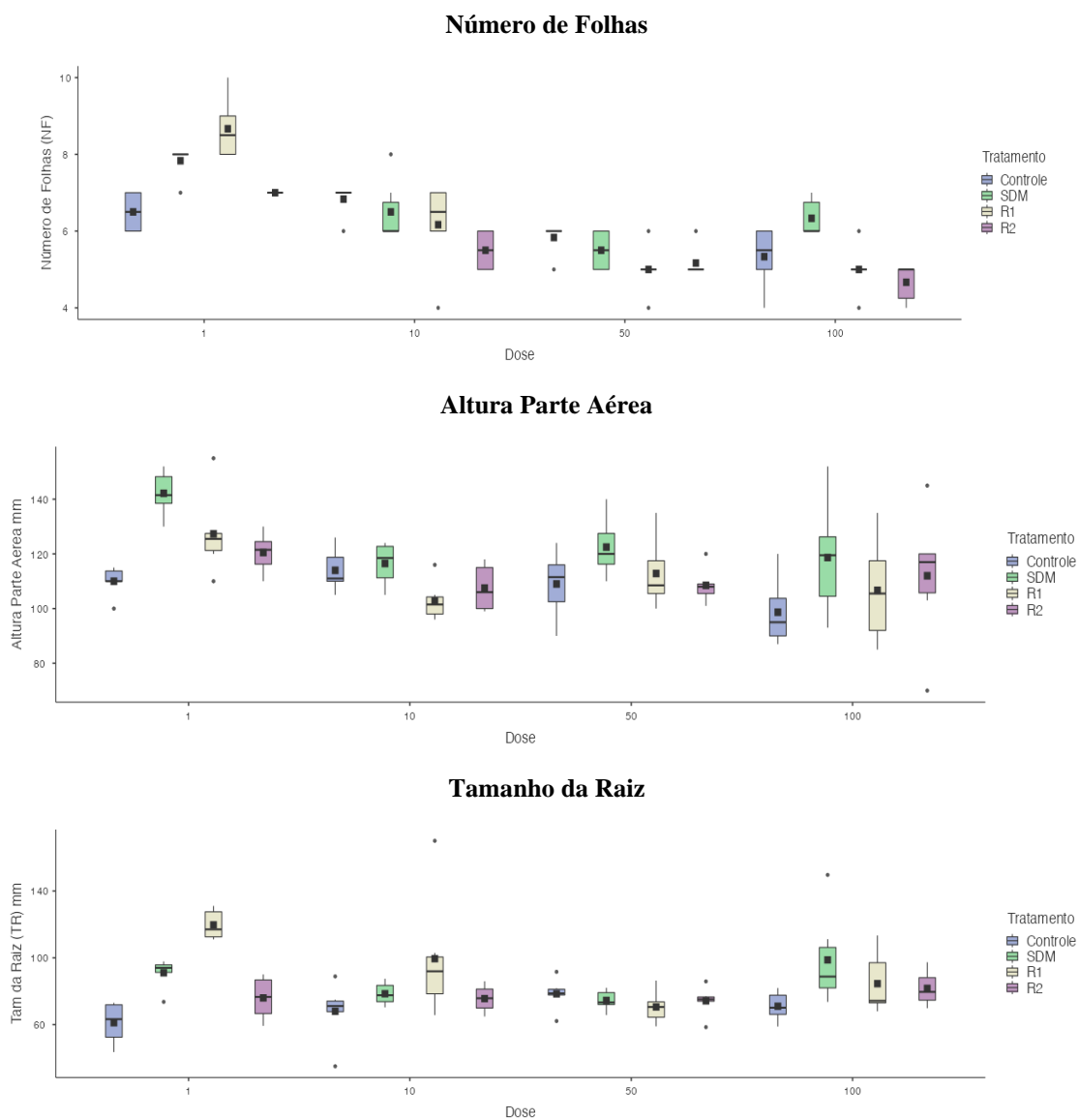


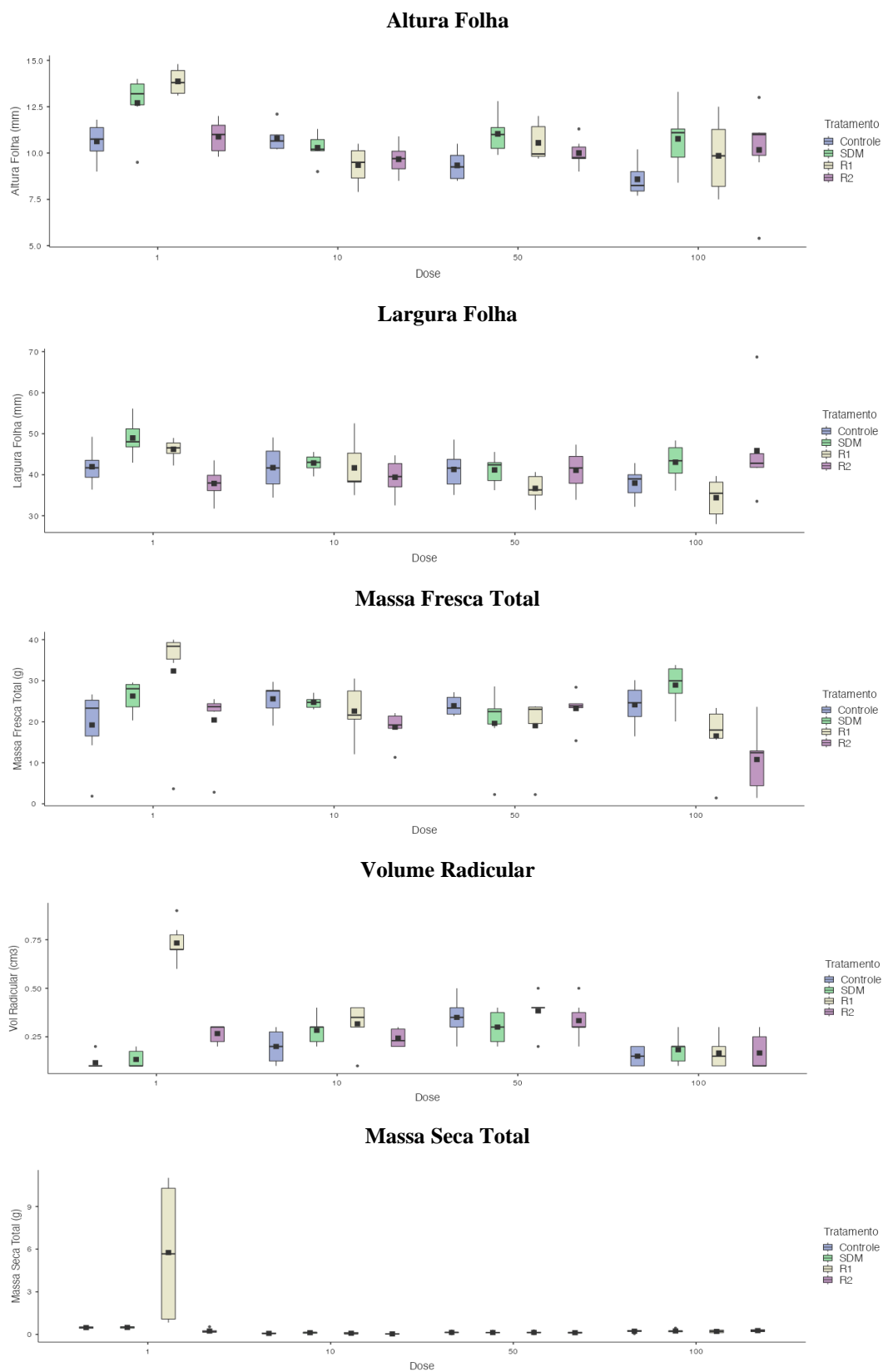
FONTE: Pesquisa de campo (2022).

Na figura 11 estão dispostos os dados relativos aos caldos fermentativos e suas respectivas diluições.

Quando comparados com os demais, o caldo R1 apresentou o maior valor correspondente ao volume radicular. O caldo fermentado SDM diferiu dos demais para volume da raiz, apresentando o menor valor entre os fermentados para esse parâmetro.

Figura 11 – Valores médios de parâmetros avaliados em mudas alface (*Lactuca sativa* L.) tratadas com diluições de 1 ml, 10 ml, 50 ml e 100 ml dos caldos fermentativos SDM - Sítio Dona Marta; R1 - Ponto 1 Sítio Estrela Guia e R2 - Ponto 2 Sítio Estrela Guia.





FONTE: Pesquisa de campo (2022).

A diluição de 1 ml/L levou um aumento médio no número total de folhas, altura da parte aérea, altura da maior folha, tamanho da raiz, massa fresca total, massa seca total e no volume radicular das mudas de alface.

Camacho *et al.* (2020) após capturarem e multiplicarem ME de maneira caseira, avaliaram os efeitos positivos do ME em doses diferentes na fenologia e biomassa de mudas de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill). Os autores relataram um aumento no número de flores de acordo com a dose utilizada. A aplicação do ME contribuiu para maior altura, maior número de flores, maior área foliar, maior número de hastes por planta, maior peso de raiz na colheita e maior produtividade. Isso sugere que a aplicação de biofertilizante pode ser uma importante alternativa para fertilizar culturas como o tomate, reduzindo o uso de fertilizantes químicos sintéticos e aumentando a produção.

Em relação as diluições, os melhores valores foram encontrados para 1 ml/L do caldo, corroborando as informações encontradas nas fichas agrogeológicas 31 (LEITE e MEIRA, 2016) e na ficha agoecologica 32 (LEITE *et al.*, 2016) disponibilizadas pelo Ministério da Agricultura, Abastecimento e Pecuária para fertilizadade e nutrição do solo (MMA, 2016).

Utilizando ME diluídos na proporção 1:1000, Abd El-Mageed *et al.* (2020) manejarem solo com biocarvão de enxofre elementar (RSBE) e biocarvão de madeira cítrica (RSBC) e avaliaram os resultados da aplicação nas propriedades do solo, crescimento das plantas e produtividade de *Capsicum annuum* sob estresse salino a curto e longo prazo. Os resultados sugerem que as plantas de pimentas apresentaram maiores concentrações de N, P, K⁺, Ca²⁺, Fe, Mn, Cu e Zn. Todos de esses fatores contribuíram para um melhor crescimento das plantas, produtividade e anatomia. Assim, a suplementação integrativa de ME + RSBC pode ser um promissor e uma abordagem ecologicamente correta para maximizar a produção agrícola em ambientes salinos. Esses achados também destacam o potencial de ME + RSBC em regiões que praticam agricultura sustentável em terras secas.

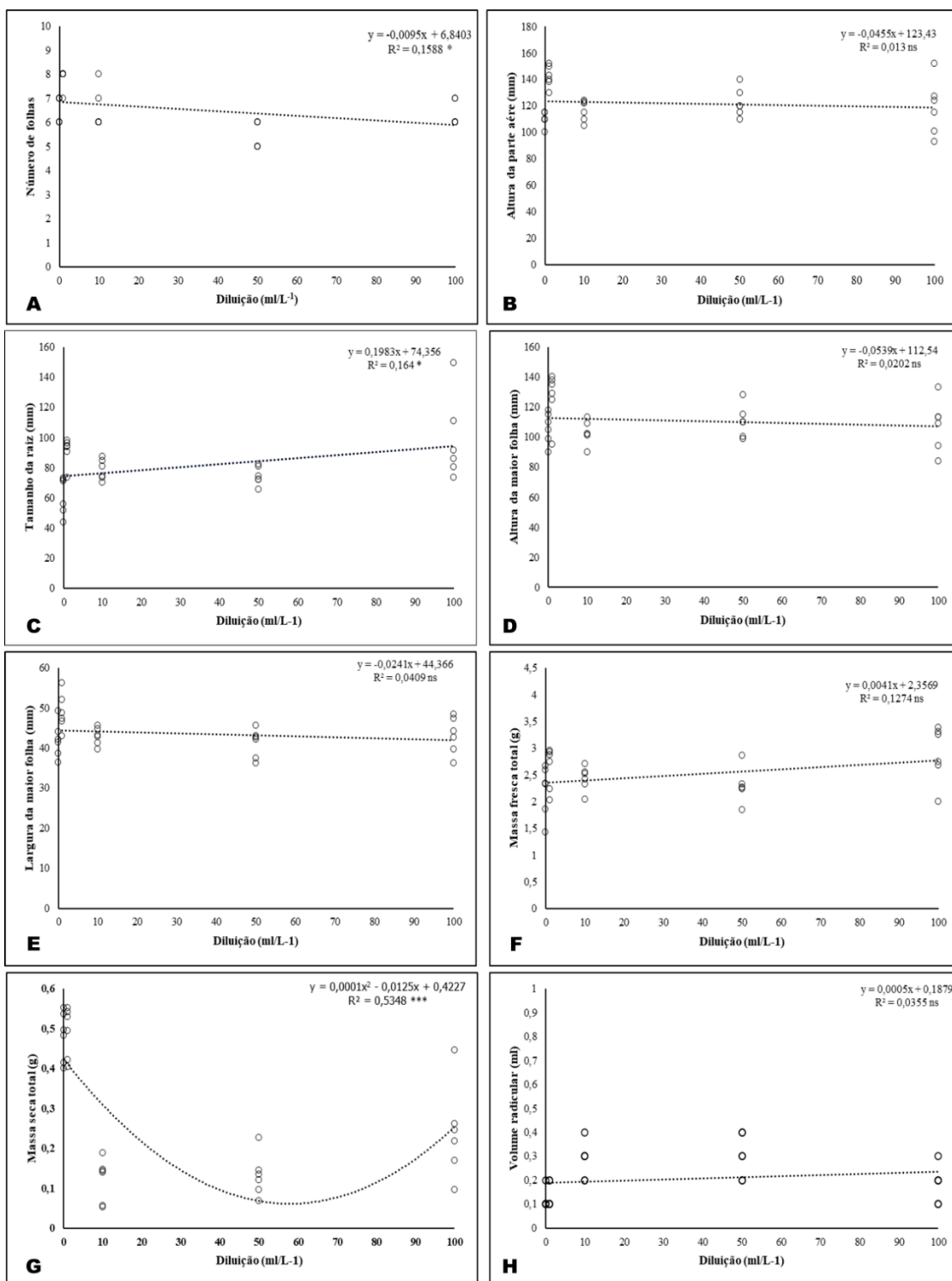
Augusto *et al.* (2022) pesquisaram a eficiência de ME no crescimento de mudas de alface utilizando o produto na proporção de 1:1000 encontraram valores significativos para o diâmetro comercial da cabeça. No entanto os autores realizaram o experimento em campo e a colheita foi iniciada 65 dias após o transplântio. Além disso, utilizaram aplicados via solo e a cada 15 dias via foliar. Diferente do experimento realizado neste

trabalho, no qual foi aplicado apenas no solo os caldos de ME, em bandejas e com colheita a partir do 44º dia.

Pérez *et al.* (2019) avaliaram os efeitos benéficos da aplicação de ME combinados com uma mistura de substâncias orgânicas naturais conhecida como com Fitomas-E (FE) no aumento da produção de feijão em duas épocas de plantio e encontraram diferenças significativas no número de folhas, apresentando valores maiores do que as encontradas no controle. Nos dois períodos o uso associado de ME e FE, apresentaram os maiores resultados em comparação com a aplicação individual de ME e FE e o tratamento controle em ambos os períodos, com aumentos em relação ao último de 8,88 e 7,64 folhas por planta.

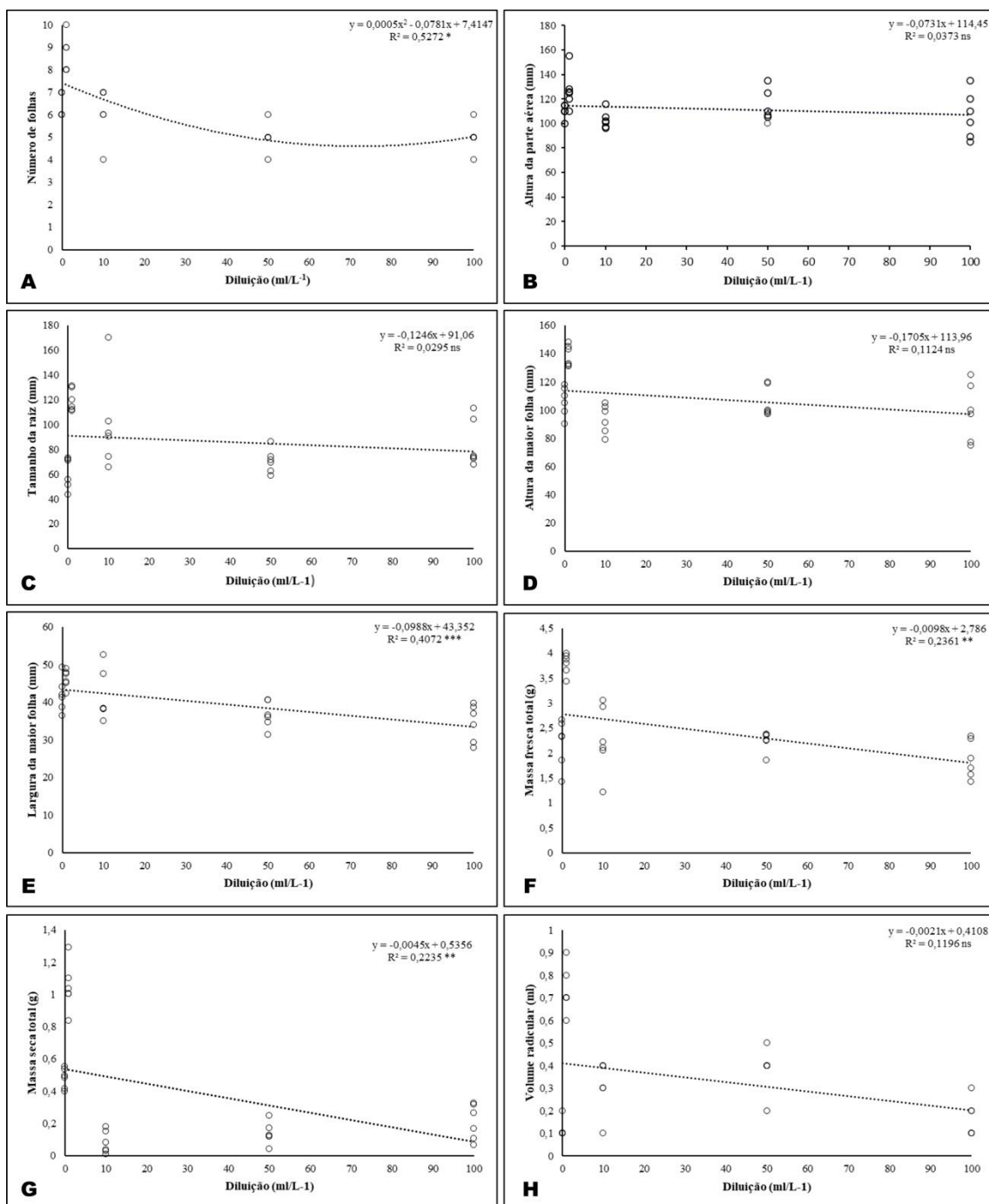
A análise de regressão com os valores dos parâmetros números de folhas, altura da parte aérea, tamanho da raiz, altura da maior folha, largura da maior folha, massa fresca total, massa seca total e volume radicular de mudas alface tratadas com diluições de 1 ml/L, 10 ml/L, 50 ml/L e 100 ml/L dos caldos fermentativos SDM, R1 e R2 estão apresentados nas figuras 11, 12 e 13, respectivamente.

Figura 12 – Análise de regressão para mudas de alface submetidas a quatro diluições (1 ml/L, 10 ml/L, 50 ml/L e 100 ml/L) do caldo fermentado SDM.



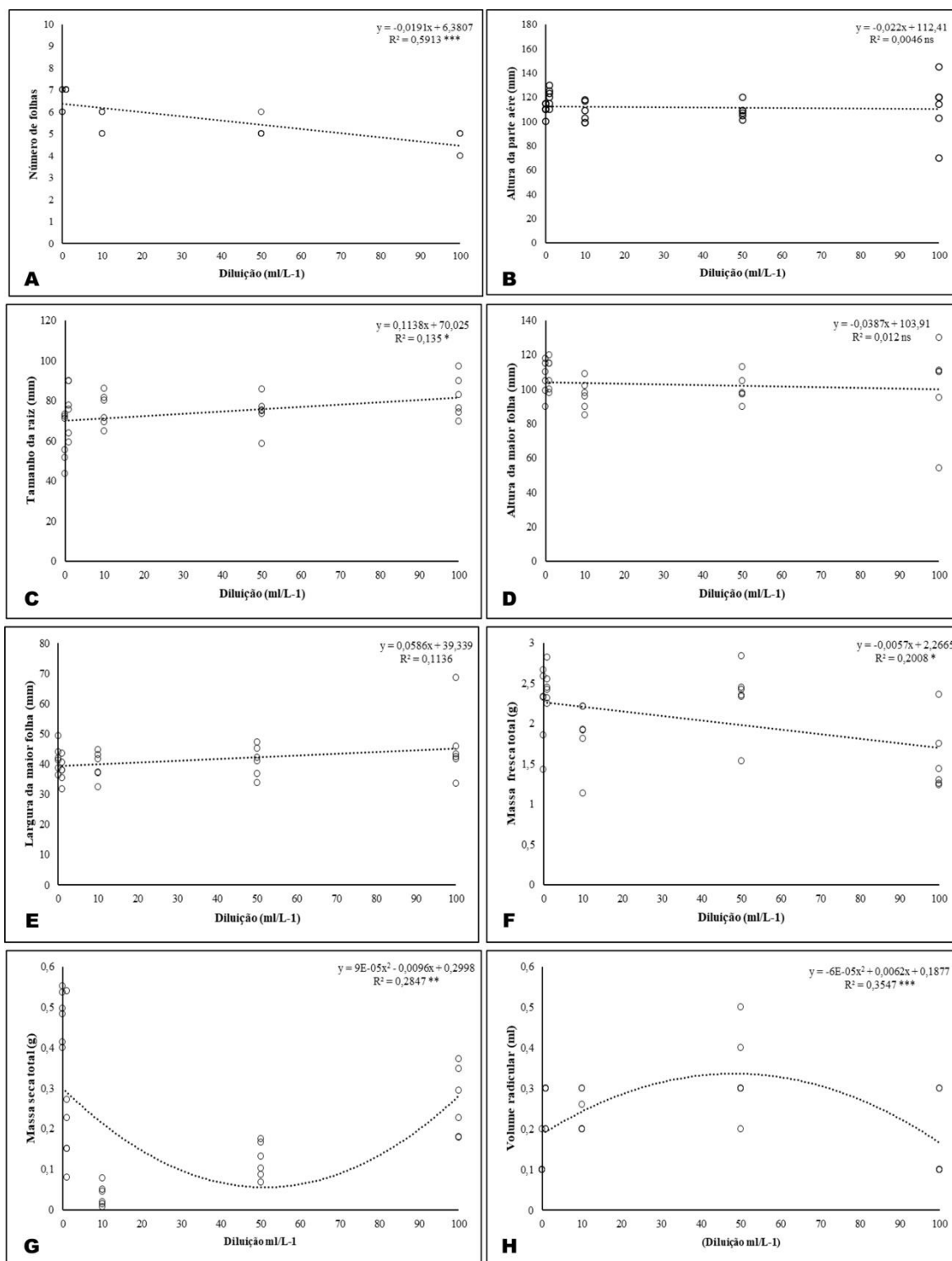
FONTE: O autor (2022).

Figura 13 – Análise de regressão para mudas de alface submetidas a quatro diluições (1 ml/L, 10 ml/L, 50 ml/L- e 100 ml/L) do caldo fermentado R1.



FONTE: O autor (2022).

Figura 14 – Análise de regressão para mudas de alface submetidas a quatro diluições (1 ml/L, 10 ml/L, 50 ml/L e 100 ml/L) do caldo fermentativo R2.



FONTE: O autor (2022).

Sousa *et al.* (2020) compararam os valores da somatória de 72 mudas de alface em dois ciclos da cultura submetidas a tratamentos com ME, fertilizante mineral NPK e

testemunha (sem adubação) e encontraram valores significativos para as variáveis agronômicas avaliadas. As plantas submetidas ao tratamento com ME responderam com maior número de folhas quando comparadas aos demais tratamentos. Resultados positivos para esse parâmetro é desejável, uma vez que o aumento no número de folhas pode vir a expandir a área fotossintética e elevar o potencial produtivo da cultura (TAVARES *et al.*, 2019; MITSUIKI, 2006).

A cultivar utilizada neste estudo tem como característica principal folhas bem desenvolvidas e bem consistentes, formando uma cabeça compactada. Assim, pode-se dizer que o número de folhas está diretamente ligado à formação da cabeça da alface que, segundo Queiroz *et al.* (2017), é uma característica importante para essa cultivar, considerando a preferência do consumidor por cabeças de maior volume e tamanho na aquisição do produto.

Ainda se tratando da diluição de 1 ml/L foi observado uma de diferença de 58,58 mm em relação ao tratamento controle para o tamanho da raiz em um dos caldos utilizados. O sistema radicular está em constante interação com a parte aérea da planta, o que o torna um dos promotores de mudanças em outros parâmetros. Segundo Andrade *et al.* (2009), os ME propiciam o aumento da agregação e da porosidade do solo, favorecendo a mineralização e a disponibilidade de nutrientes essenciais para a planta, ativando o metabolismo e o crescimento radicular.

Diering (2022) ao analisar os efeitos do uso de microrganismos eficientes caseiros e do produto comercial EM1[®] no desenvolvimento radicular e aéreo de mudas do porta-enxerto de *Poncirus trifoliata*, verificaram que o EM1[®] promoveu aumento da área superficial da raiz média em 18%, aumento da área superficial de raiz grossa em 19% e aumento no volume das raízes grossas e médias em 23% e 24%, respectivamente, quando comparados com o controle. Salton e Tomasi (2014) afirmam que quanto maior o sistema radicular de uma planta maior será sua habilidade em aproveitar os nutrientes e a água disponíveis no substrato.

É necessário ressaltar, que a utilização dos ME está relacionada com a capacidade desses microrganismos tem em ciclar nutrientes encontrados no solo. Ney *et al.* (2020) relataram o impacto de ME e cama de frango combinados na ciclagem de nitrogênio e produtividade de leguminosas. Depois da oitava semana de inoculação foi encontrado maiores teores de nitrato nas parcelas tratadas com ME frente a parcela controle.

6. CONCLUSÃO

Para as condições nas quais esta pesquisa foi realizada, os resultados obtidos se mostraram satisfatórios no que diz respeito a captura e produção de ME de maneira caseira para serem utilizados como biofertilizantes na cultura de alface.

Nas condições em que o experimento foi realizado a metodologia utilizada mostrou-se viável para a captura de ME.

Deve-se tomar cuidado com o bambu utilizado, o mais indicado é que seja selecionado um colmo de uma planta ainda jovem. Evitar-se usar bambu seco, pois ele pode apresentar injúrias que podem servir de entrada para organismos indesejáveis durante a etapa de captura dos ME.

O processo de fermentação ocorreu durante 14 dias e foi produzido 5 L de caldo de ME para cada 700 g de arroz utilizado. A adaptação realizada nas garrafas utilizadas, mostrou-se eficiente, pois não foi necessário abrir os fermentadores para eu houvesse a liberação dos gases produzidos, evitando assim, possíveis contaminações.

Em relação a avaliação da promoção de crescimento, os caldos de ME produzidos e utilizados nessa pesquisa se mostraram eficientes para o desenvolvimento de mudas de alface (*Lactuca sativa* L.), pois foram encontrados valores significativos para o número de folhas, tamanho da raiz, massa fresca e seca e volume radicular para a diluição de 1 ml/L.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para finalizar é necessário que seja observado o sistema de produção e de gestão da propriedade rural familiar para buscar alternativas para melhorias que possibilitem o planejamento em prol do desenvolvimento sustentável (econômico, ambiental e social). Pesquisas como esta promovem a difusão de técnicas acessíveis ao pequeno produtor, podendo contribuir para redução do consumo de insumos utilizados na produção.

No contexto desta pesquisa, vale destacar que os caldos fermentados podem ser utilizados para trabalhos posteriores de identificação dos microrganismos presentes. Bem como para avaliação de solubilização de fosfatos, uma vez que muitos microrganismos, podem aumentar a disponibilidade de fósforo para as plantas por meio da solubilização de fosfatos precipitados.

REFERÊNCIAS

- ABD EL-MAGEED, T. A.; RADY, M. M.; TAHA, R. S.; ABD EL AZEAM, S.; SIMPSON, C. R.; SEMIDA, W. M. **Effects of integrated use of residual sulfur-enhanced biochar with effective microorganisms on soil properties, plant growth and short-term productivity of *Capsicum annuum* under salt stress.** Netherlands, v.261, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2019.108930>
- ANDRADE, F. M. C. **Cadernos dos microrganismos eficientes (ME): Instruções práticas sobre o uso ecológico e social do ME.** 2. ed. Viçosa: (s.n.), 32.p, 2011.
- ANAMIKA, S.; NATH, S. T.; ANJU, A.; RAGHUBIR, S.; LATA, N. **Efficient Microorganism Compost Benefits Plant Growth and Improves Soil Health in Calendula and Marigold.** China Horticultural Plant Journal, v.3, n.2, p.67-72, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.hpj.2017.07.003>
- ASSOCIAÇÃO NACIONAL PARA DIFUSÃO DE ADUBOS. **Pesquisa Setorial, Macro indicadores**, dados 2022. Acesso em 10 de setembro de 2022. https://anda.org.br/wp-content/uploads/2022/10/Principais_Indicadores_2022.pdf
- AUGUSTO, J.; SENA, J. O. A.; HATA, F. T.; CUNHA, F. A. D.; CAMPOS, T. A. **Produção de alface americana orgânica sob doses de pó de rocha basáltica, composto orgânico e microrganismos eficientes.** Agrarian, v. 15, n. 55, p. e15153-e15153, 2022. <https://doi.org/10.30612/agrarian.v15i55.15153>
- BRASIL. Decreto nº 8.384, de 29 de dezembro de 2014. Altera o Anexo ao Decreto nº 4.954, de 14 de janeiro de 2004, que aprova o Regulamento da Lei nº 6.894, de 16 de dezembro de 1980, que dispõe sobre a inspeção e fiscalização da produção e do comércio de fertilizantes, corretivos, inoculantes ou biofertilizantes destinados à agricultura. Acesso em 10 de setembro de 2022. http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2011-2014/2014/decreto/D8384.htm.
- BARBOSA, J.; OLIVEIRA, J.; BARBOSA, J.; MARTINS FLHO, A.; MEDEIROS, E.; KUKLINSKY-SOBRAL, J. **Influência de esterco bovino e microrganismos promotores de crescimento na cultura da Alface (*Lactuca sativa* L.), no município de Garanhuns, PE.** Cadernos de Agroecologia, Porto Alegre, v.13, n.1, p.1-7, 2018.
- BOROWIAK, K.; WOLNA-MARUWKA, A.; NIEWIADOMSKA, A.; BUDKA A.; SCHROETER-ZAKRZEWSKA A.; STASIK R. **The effects of various doses and types of effective microorganism applications on microbial and enzyme activity of medium and the photosynthetic activity of scarlet sage.** Switzerland, Agronomy (Basel), v.11, n.3, p.603, 2021. <https://doi.org/10.3390/agronomy11030603>
- BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Cadastro Nacional de Produtores Orgânicos: fevereiro de 2023. Disponível em: [Cadastro Nacional de Produtores Orgânicos - Ministério da Agricultura e Pecuária \(www.gov.br\)](http://www.gov.br). Acesso em: 25 de fev., 2023.

CALERO, H. A.; QUINTERO, R. E.; PÉREZ, D., Y.; OLIVERA, V. D.; PEÑA, C. K.; CASTRO, L. I. **Evaluación de microorganismos eficientes en la producción de plántulas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.)**. Revista de Ciencias Agrícolas, v.36 n.1, p.67-78, 2019. <https://doi.org/10.29312/remexca.v12i4.2642>

CAMACHO, J. A.; PINEDA, D. C. R.; DÍAZ, F. Y.; LLACZA, S. M. M.; MOLINA, M. A. B.; **Fertilizing with native efficient microorganisms has a positive effect on the phenology, biomass and production of tomato (*Lycopersicum esculentum* Mill)**. Perú, Scientia Agropecuaria, v.11, n.1, p.67-73, 2020. DOI: 10.17268/sci.agropecu.2020.01.08

CASALI, V. W. D. (Org.) **Caderno dos microrganismos eficientes (ME): Instruções práticas sobre o uso ecológico e social do ME**. Viçosa, MG, 3ª Edição, 2020. 31p.

CARGNELUTTI, D.; BAMPI, E.; SANTIAGO, G. M.; LUZ, V. C.; GARBIN, E. G.; CASTAMANN, A.; MOSSI, A. J. **Soluções tecnológicas emergentes para uma agricultura sustentável: microrganismos eficientes**. Mérida Publisher, p.31-56, 2021. DOI:10.4322/mp.978-65-991393-9-0.c2

CHRISTOPLOS, I.; SANDISON, P.; CHIPETA, S. **Guide to evaluating rural extension**. Global Forum for Rural Advisory Services (GFRAS), 2012. DOI:10.4322/mp.978-65-991393-9-0.c2

EM - Research Organization. **EMRO, Japão**. Quem Somos Nós. Okinawa, 2022. Disponível em:<<https://www.emrojapan.com/who-we-are/>> Acesso em: 25 de fev. de 2023.

FAN, Y. V.; LEE, C. T.; KLEMEŠ, J. J.; CHUA, L. S.; SARMIDI, M. R.; LEOW, C. W. **Evaluation of Effective Microorganisms on home scale organic waste composting**. Journal of Environmental Management, v. 216, p. 41–48, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2017.04.019>

FRANCO, J. A.; BAÑÓN, S.; VICENTE, M. J.; MIRALLES, J.; MARTÍNEZ-SÁNCHEZ, J. J. **Root development in horticultural plants grown under abiotic stress conditions - A review**. *J. Hortic. Sci. Biotechnol*, n.86, p543-556, 2011. DOI: 10.1080/14620316.2011.11512802

FERNANDES, J. P.T.; NASCENTE, A. S.; DE FILIPPI, M. C. C.; LANNA, A. C.; SOUSA, V. S.; SILVA, M. A. **Caracterização fisio-agronômica do arroz de terras altas inoculado com mix de microrganismos multifuncionais**. Mossoró, Revista Caatinga, v.33, n.3, p.679-689, 2020. DOI:10.5433/1679-0359.2023v44n1p273

GALECIO-JULCA, M.; LEÓN-HUAMÁN, K. L.; AGUILAR-ANCCOTA, R. **Efeito de fontes orgânicas e microrganismos eficientes na produtividade da bananeira orgânica (*Musa spp.* L.)**. Manglar, v.17, n.4, p.301-306, 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.17268/manglar.2020.045>

GOMES-FIGUEIREDO, J. A. G.; NAVARRO, J. R.; MARECO, P. S.; HERMENEGILDO, W.; BUENO, R. S.; PINTO, S. S. B. M.; VARGAS, E. K.;

Agricultura orgânica e a certificação no litoral do paraná: Atena Editora, 192-206, 2021. DOI: 10.22533/at.ed.75021050713

GONZÁLEZ, L. R.; RAMOS, P. J.; HERNÁNDEZ, Y. P.; ESPINOSA, I. P.; SÁNCHEZ, L. A. **Efecto de dos bioproductos sobre algunos indicadores del crecimiento y productividad de *Raphanus sativus*.** Santa Clara/Cuba, Centro Agrícola, v.47, n.1, 28-37, 2020. ISSN papel: 0253-5785 ISSN on line: 2072-2001.

HIGA, T. Effective microorganisms: A biotechnology for mankind. In (Org) J. F. PARR.; S. B. HORNICK.; HITMAN C. E. W: *Proceedings of the First International Conference on Kyusei Nature Farming*, Department of Agriculture, Washington, p.8-14, 1991.

HIGA, T. **Kyusei Nature Farming and Environmental Management Through Effective Microorganisms – The Past, Present and Future**, 2012. http://www.infrc.or.jp/english/KNF_Data_Base_Web/7th_Conf_KP_2.html.

HURTADO A. C.; RODRÍGUEZ, E. Q.; VICIEDO, D. O.; DÍAZ, Y. P.; LIZAZO I. C.; JIMÉNEZ.; DÁVILA, E. L. **Respuesta de dos cultivares de frijol común a la aplicación foliar de microorganismos eficientes.** San José de las Lajas, Cultivos Tropicales, v.39, n.3, p.5-10, 2018. ISSN digital: 1819-4087

HURTADO, A. C.; VICIEDO, D. O.; DÍAZ, Y. P.; HURTADO, Y. G. P.; SIMÓN, L. A. Y.; CALZADA, K. P. **Manejo de diferentes densidades de plantación y aplicación de microorganismos eficientes que incrementan la productividad del arroz.** Chile, IDESA, v.38, n.2, p.109-117, 2020. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-34292020000200109>

HU, C.; QI, Y. **Long-term effective microorganisms application promote growth and increase yields and nutrition of wheat in China.** Netherlands, European Journal of Agronomy, v.46, p.63-67, 2013. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2012.12.003>

INTERNATIONAL, RESEARCH INSTITUTE OF ORGANIC AGRICULTURE FIBL IFOAM – ORGANICS. **The World of Organic Agriculture Statistics and Emerging Trends 2022.** International Journal of Sustainability in Higher Education, 2022.

IRITI, M.; SCARAFONI, A.; PIERCE S.; CASTORINA, G.; VITALINI, S. **Soil application of effective microorganisms (EM) maintains leaf photosynthetic efficiency, increases seed yield and quality traits of bean (*Phaseolus vulgaris* L.) plants grown on different substrates.** *Int. J. Mol. Sci*, 2019. DOI: 20:2327. 10.3390/ijms20092327

ITURREGUI, L. A. P.; CANAZA-CAYO, A. W. **Agroecological production of quinoa native ecotypes of colors (*Chenopodium quinoa* Willd.) with effective microorganisms.** Per , Journal of High Andean Research, v.21, n.3, p.173-181, 2019. ISBN PDF Version 978-3-03736-434-5

KLEIBER, T.; STARZYK, J.; BOSIACKI, M. **Effect of nutrient solution, effective microorganisms (EM-A), and assimilation illumination of plants on the induction of**

the growth of lettuce (*Lactuca sativa* L.) in hydroponic cultivation. Poland, ACTA AGROBOTANICA, v.66. n.1, p.27-38, 2013. DOI: 10.5586/aa.2013.004

KUSZNIEREWICZ, B.; LEWANDOWSKA, A.; MARTYSIAK-ŻUROWSKA, D.; BARTOSZEK, A. **The influence of plant protection by effective microorganisms on the content of bioactive phytochemicals in apples.** UK, Journal of the science of food and agriculture, v.97, n.12, p. 3937-3947, 2017. DOI: 10.1002/jsfa.8256

LARA-CAPISTRÁN, L.; HERNÁNDEZ-MONTIEL, L. G.; REYES-PÉREZ, J. J.; RANGE P. P.; ZULUETA-RODRÍGUEZ, R. **Respuesta agronómica de *Phaseolus vulgaris* a la biofertilización en campo.** Texcoco, Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas v.10 n.5, 2019. DOI: <https://doi.org/10.29312/remexca.v10i5.936>

LI, X.; PAN, Y.; QI, X.; ZHANG, S.; ZHI, C.; MENG, H.; CHENG, Z. **Effects of exogenous germanium and effective microorganisms on germanium accumulation and nutritional qualities of garlic (*Allium sativum* L.).** Netherlands, Scientia horticulturae, v.283, p.110-114, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2021.110114>

LEITE, C. D.; MEIRA, A. L. **Preparo de microrganismos eficientes (ME).** Fichas Agroecológicas do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, n.31, 2016.

LEITE, C. D.; MEIRA, A. L. MOREIRA, V. R. R. **Uso de microrganismos eficientes em Plantas, Sementes e Solo.** Fichas Agroecológicas do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, n.32, 2016.

BRASIL. Ministério Da Agricultura, Pecuária E Abastecimento. Instrução Normativa nº 61, de 08 de julho de 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-agricolas/fertilizantes/legislacao/in-61-de-8-7-2020-organicos-e-biofertilizantes-dou-15-7-20.pdf>

MICHELLON, E.; ROCHA, C. H.; MARTINS, F. R. C.; KAWAKAMI, J.; ROVEDA, L. F.; KAWANO, L. C.; VENTURA, M. U.; GARCIA, R. C.; MACEDO, R. B.; WILHELM, V. I.; **Relatos de Experiência de Certificação Pública de Produtos Orgânicos, Paraná Mais Orgânicos.** Curitiba, CRV Ltda., 2018. DOI: 10.24824/978854442484.1.

MITSUIKI, C. **Efeito de sistemas de preparo de solo e do uso de Microrganismos Eficazes nas propriedades físicas do solo, produtividade e qualidade de batata.** 98 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Agronomia, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006. Disponível em: Acesso em: 03 out. 2022. DOI: 10.24824/978854442484.1

MOROCHO, M. T.; LEIVA-MORA, M. **Microorganismos eficientes, propiedades funcionales y aplicaciones agrícolas.** Cuba. Revista del Ministerio de Educación Superior de la República de Cuba, v. 46, n.2, p.93-106, 2019. Versión On-line ISSN 0253-5785

MOREIRA, F.M.S.; SIQUEIRA, J. O. **Microbiologia e bioquímica do solo,** Lavras, Editora da UFLA, 2002. ISBN: 85-87692-33-x

NEY, L.; FRANKLIN, D.; MAHMUD, KISHAN CABRERA, M.; HANCOCK, D.; HABTESELASSIE, M.; NEWCOMER, Q.; DAHAL, S. **Impact of inoculation with local effective microorganisms on soil nitrogen cycling and legume productivity using composted broiler litter**. Netherlands, Applied Soil Ecology, v.154, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2020.103567>

OGINO, C. M.; JUNIOR, G. C.; POPOVA, N. D.; FILHO, J. G. M. **Poder de compra, preço e consumo de fertilizantes minerais: uma análise para o centro-oeste brasileiro**. Revista de Economia e Sociologia Rural, v.59, n.1, p.19, 2021. <https://doi.org/10.1590/1806-9479.2021.220367>

OLLE, M.; WILLIAMS, I. H. **Effective microorganisms and their influence on vegetable production—a review**. The Journal of Horticultural Science and Biotechnology, v. 88, n.4, p.380-386, 2013. <https://doi.org/10.1080/14620316.2013.11512979>

PERALTA-ANTONIO, N.; BERNARDO DE FREITAS, G.; WATTHIER, M. SILVA, S. H. R. **Compost, bokashi and efficient microrganisms: their benefits in successive crops of broccoli**. Chile, Idésia (Arica), v.37, n.2, p.59-66, 2019. DOI: 10.4067/S0718-34292019000200059

PÉREZ, D. Y.; OLIVERA, D.; QUINTERO, R. E.; PEÑA, C. K.; JIMÉNEZ H. Y.; CALERO, H. A. **Effect between efficient microorganisms and phytomas-e on the agroproductive increment of beans**. Cauca, Biotecnología en el sector agropecuario y agroindustrial, v.17 n.1, 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.18684/bsaa.v17n1.1173>

PUGAS, A. S.; G, S. S.; DUARTE, A. P. R.; ROCHA, F.; SANTOS, T. E. M. **Efeito dos Microrganismos Eficientes na taxa germinação e no crescimento da Abobrinha (*Curcubita Pepo* L.)** Resumos do VIII Congresso Brasileiro de Agroecologia – Porto Alegre/RS - 25 a 28/11, 2013.

QUEIROZ, A. A.; CRUVINEL, V. B.; FIGUEIREDO, K. M. E. **Produção de alface americana em função da fertilização com organomineral**. Enciclopédia Biosfera, v.14, n.25, p.1053-1063, 2017. DOI: 10.18677/EnciBio_2017A84

R Core Team (2021). R: **A Language and environment for statistical computing**. (Version 4.1) [Computer software]. Retrieved from <https://cran.r-project.org>. (R packages retrieved from MRAN snapshot 2022-01-01).

RETH, S.; MARKUS, R.; FALGE, E. **The effect of soil water content, soil temperature, soil pH-value and the root mass on soil CO² efflux: a modified model**. Plant and Soil, Dordrecht, v. 268, n.1/2, p.21-33, 2005. <https://doi.org/10.1590/S0100-69162008000200003>

RODRÍGUEZ, E. Q.; HURTADO, A. C.; DÍAZ, Y. P.; GÓMEZ, L. E. **Efecto de diferentes bioestimulantes en el rendimiento del frijol común**. Santa Clara, Centro Agrícola, vol.45 n.3, 2018. Versión On-line ISSN 0253-5785

SANTOS, L.; BIDARRA, Z.; SCHMIDT, C.; STADUTO, J. **Políticas públicas para o comércio de produtos orgânicos no Brasil**. Lisboa, Revista de Ciências Agrárias, vol.40, n.2, 2019. DOI: <https://doi.org/10.19084/RCA16131>

SEKUTOWSKI, T.; MARCZEWSKA-KOLASA, K.; BORTNIAK, M.; DOMARADZKI, K.; DZIAGWA, M. **Evaluation of germination capacity and selected biometric parameters (length and dry weight of roots and coleoptile) of sunflower seeds (*Helianthus annuus*) after application of preparations containing effective microorganisms (EM)**. Croatia, v.16, n.3, p.307-318, 2015. DOI: <https://doi.org/10.5513/JCEA01/16.3.1625>

SHIN, K.; DIEPEN, G. V.; BLOK, W.; BRUGGEN, A. H. C. V. **Variability of Effective Micro-organisms (EM) in bokashi and soil and effects on soil-borne plant pathogens**. UK, Crop protection, v.99, p.168-176, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2017.05.025>

SILVA, J.; ALMEIDA, M.; MOREIRA, J.; ELIANE OLIVEIRA. **Produção de pimentão em ambiente protegido sob diferentes concentrações de microrganismos eficientes**. Enciclopédia Biosfera, v.17, n.34, p.408-416, 2020. DOI: [10.18677/EnciBio_2020D31](https://doi.org/10.18677/EnciBio_2020D31)

SOUSA, W. S.; PONTES, J. R. V.; MELO, O. F. P. **Efficient Microorganisms in lettuce cultivation**. Revista Agrogeoambiental, v.12, n.2, 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.18406/2316-1817v12n220201456>

SZYMANEK, M.; DZIWULSKA-HUNEK, A.; ZARAJCZYK, J.; MICHAŁEK, S.; TANÁŠ, W. **The influence of Red Light (RL) and Effective Microorganism (EM) application on soil properties, yield, and quality in wheat cultivation**. Switzerland, Agronomy, v.10, n.8, 2020. <https://doi.org/10.3390/agronomy10081201>

TALAAT, N. B. **Effective microorganisms: An innovative tool for inducing common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) salt-tolerance by regulating photosynthetic rate and endogenous phytohormones production**. Scientia Horticulturae, v. 250, p. 254–265, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2019.02.052>

TAVARES, A. T.; VAZ, J. C.; HAESBAERT, F. M.; REYES, I. D. P.; ROSA, P. H. L.; FERREIRA, T. A.; NASCIMENTO, I. R. **Adubação NPK como promotor de crescimento em alface**. Agri-Environmental Sciences, v.5, n.(s/n), p.1-9, 2019. DOI: [10.36725/agries.v5i0.1215](https://doi.org/10.36725/agries.v5i0.1215). DOI: <https://doi.org/10.36725/agries.v5i0.1215>

THE JAMOVIPROJECT. Jamovi, (Version 1.6) [Computer Software]. Retrieved from <https://www.jamovi.org>.

TIEDJE, J. M.; CHO, J. C.; MURRAY, A.; TREVES, D.; XIA, B.; AHOU, J. **Soil teeming with life: new frontiers for soil science**. In: REES, R. M., BALL, B. C., CAMPEBELL, C. D., WATSON, C. A. (Org.). Sustainable management of soil organic matter. Wallingford: CAB International, p.393-412, 2001. <https://doi.org/10.1079/9780851994659.0393>

YAMADA, K.; XU, HUI-LIAN. **Properties and Applications of an Organic Fertilizer Inoculated with Effective Microorganisms.** Nagano, Journal of Crop Production, v.3, n.1, p.255-258, 2001. https://doi.org/10.1300/J144v03n01_21

ANEXO I

Estatística Descritiva

	Dose	Tratamento	Número de Folhas (NF)	Altura Parte Aérea mm	Tamanho da Raiz (TR) mm	Altura Folha (mm)	Largura Folha (mm)	Massa Fresca Total (g)	Vol. Radícula r (cm ³)	Massa Seca Total (g)
Média	1	Controle	6.50	110	61.1	10.6	41.9	19.2	0.117	0.480
		SDM	7.83	142	91.0	12.7	49.0	26.3	0.133	0.490
		R1	8.67	127	120	13.9	46.2	32.4	0.733	5.76
		R2	7.00	121	75.9	10.9	37.9	20.4	0.267	0.236
	10	Controle	6.83	114	67.9	10.8	41.7	25.6	0.200	0.0721
		SDM	6.50	117	78.4	10.3	42.9	24.7	0.283	0.121
		R1	6.17	103	99.4	9.35	41.7	22.6	0.317	0.0818
		R2	5.50	108	75.5	9.67	39.4	18.7	0.243	0.0360
	50	Controle	5.83	109	78.4	9.33	41.3	23.9	0.350	0.139
		SDM	5.50	123	74.5	11.0	41.2	19.6	0.300	0.132
		R1	5.00	113	70.5	10.6	36.7	19.0	0.383	0.137
		R2	5.17	109	74.2	10.0	41.1	23.2	0.333	0.122
	100	Controle	5.33	98.7	71.0	8.58	38.0	24.1	0.150	0.225
		SDM	6.33	119	98.7	10.8	43.0	28.9	0.183	0.239
		R1	5.00	107	84.5	9.85	34.4	16.5	0.167	0.208
		R2	4.67	112	81.7	10.2	45.9	10.8	0.167	0.266
Erro-padrão da média	1	Controle	0.224	2.24	5.14	0.423	1.82	3.91	0.0167	0.0254
		SDM	0.167	3.31	3.63	0.680	1.87	1.60	0.0211	0.0259
		R1	0.333	6.13	3.66	0.306	0.993	5.80	0.0422	2.11
		R2	0.00	2.93	5.23	0.370	1.65	3.55	0.0211	0.0665
	10	Controle	0.167	3.21	7.28	0.296	2.31	1.68	0.0365	0.0184
		SDM	0.342	3.19	2.77	0.322	0.892	0.619	0.0307	0.0224
		R1	0.477	2.96	15.1	0.418	2.77	2.74	0.0477	0.0286
		R2	0.224	3.50	3.33	0.348	1.87	1.61	0.0203	0.0109
	50	Controle	0.167	4.99	3.88	0.333	2.02	1.02	0.0428	0.0262
		SDM	0.224	4.43	2.48	0.436	1.47	3.71	0.0365	0.0222
		R1	0.258	5.20	3.92	0.445	1.44	3.45	0.0401	0.0282
		R2	0.167	2.60	3.62	0.325	2.06	1.74	0.0422	0.0176
	100	Controle	0.333	5.11	3.56	0.388	1.59	2.09	0.0224	0.0386
		SDM	0.211	8.55	11.4	0.695	1.90	2.15	0.0307	0.0480
		R1	0.258	7.76	7.86	0.829	2.00	3.27	0.0333	0.0450
		R2	0.211	10.1	4.24	1.06	4.87	3.39	0.0422	0.0342
Mediana	1	Controle	6.50	110	63.2	10.8	41.7	23.3	0.100	0.489
		SDM	8.00	142	94.0	13.2	48.0	28.0	0.100	0.511
		R1	8.50	126	117	13.8	46.5	38.4	0.700	5.67
		R2	7.00	122	76.6	11.0	38.0	23.7	0.300	0.188
	10	Controle	7.00	111	71.1	10.7	41.6	27.5	0.200	0.0664
		SDM	6.00	119	77.6	10.2	43.0	24.7	0.300	0.141
		R1	6.50	102	91.9	9.50	38.4	21.6	0.350	0.0600
		R2	5.50	106	75.8	9.70	39.5	19.2	0.230	0.0330
	50	Controle	6.00	112	78.7	9.25	41.6	23.3	0.350	0.143
		SDM	5.50	120	73.2	11.0	42.4	22.5	0.300	0.128
		R1	5.00	109	70.5	9.95	36.3	23.0	0.400	0.122
		R2	5.00	108	75.1	9.75	41.6	23.9	0.300	0.117
	100	Controle	5.50	95.0	70.1	8.25	39.0	24.6	0.150	0.253
		SDM	6.00	120	88.7	11.1	43.4	30.0	0.200	0.232
		R1	5.00	106	74.2	9.85	35.5	18.0	0.150	0.216
		R2	5.00	117	79.6	11.0	42.8	12.5	0.100	0.261
Desvio-padrão	1	Controle	0.548	5.48	12.6	1.04	4.46	9.58	0.0408	0.0622
		SDM	0.408	8.11	8.88	1.66	4.59	3.93	0.0516	0.0635
		R1	0.816	15.0	8.96	0.750	2.43	14.2	0.103	5.18
		R2	0.00	7.18	12.8	0.906	4.04	8.69	0.0516	0.163
	10	Controle	0.408	7.87	17.8	0.724	5.65	4.12	0.0894	0.0451
		SDM	0.837	7.82	6.78	0.788	2.18	1.52	0.0753	0.0549
		R1	1.17	7.25	37.1	1.02	6.79	6.70	0.117	0.0700
		R2	0.548	8.57	8.17	0.852	4.58	3.95	0.0497	0.0268
	50	Controle	0.408	12.2	9.50	0.816	4.95	2.50	0.105	0.0641
		SDM	0.548	10.8	6.07	1.07	3.59	9.09	0.0894	0.0543
		R1	0.632	12.7	9.61	1.09	3.53	8.45	0.0983	0.0690
		R2	0.408	6.38	8.87	0.795	5.05	4.27	0.103	0.0431
	100	Controle	0.816	12.5	8.71	0.950	3.90	5.12	0.0548	0.0945
		SDM	0.516	20.9	28.0	1.70	4.64	5.28	0.0753	0.118
		R1	0.632	19.0	19.3	2.03	4.91	8.02	0.0816	0.110
		R2	0.516	24.8	10.4	2.59	11.9	8.30	0.103	0.0839

Variância	1	Controle	0.300	30.0	158	1.07	19.9	91.8	0.00167	0.00387	
		SDM	0.167	65.8	78.9	2.77	21.1	15.4	0.00267	0.00403	
		R1	0.667	225	80.3	0.563	5.92	202	0.0107	26.8	
	10	R2	0.00	51.5	164	0.822	16.3	75.5	0.00267	0.0265	
		Controle	0.167	62.0	318	0.524	31.9	16.9	0.00800	0.00203	
		SDM	0.700	61.1	45.9	0.622	4.77	2.30	0.00567	0.00301	
	50	R1	1.37	52.6	1376	1.05	46.1	45.0	0.0137	0.00490	
		R2	0.300	73.5	66.7	0.727	21.0	15.6	0.00247	7.18e-4	
		Controle	0.167	150	90.3	0.667	24.5	6.26	0.0110	0.00411	
	100	SDM	0.300	118	36.9	1.14	12.9	82.7	0.00800	0.00295	
		R1	0.400	162	92.3	1.19	12.5	71.5	0.00967	0.00476	
		R2	0.167	40.7	78.6	0.632	25.5	18.2	0.0107	0.00186	
100	Controle	0.667	157	75.9	0.902	15.2	26.2	0.00300	0.00892		
	SDM	0.267	439	784	2.89	21.6	27.9	0.00567	0.0138		
	R1	0.400	361	371	4.13	24.1	64.3	0.00667	0.0121		
100	R2	0.267	613	108	6.69	142	68.9	0.0107	0.00704		
	W de Shapiro-Wilk	1	Controle	0.683	0.814	0.860	0.962	0.971	0.804	0.496	0.917
			SDM	0.496	0.961	0.753	0.791	0.974	0.824	0.640	0.865
R1			0.822	0.867	0.847	0.850	0.937	0.613	0.915	0.738	
10		R2	NaN	0.986	0.908	0.901	0.985	0.615	0.640	0.855	
		Controle	0.496	0.907	0.859	0.848	0.963	0.847	0.853	0.969	
		SDM	0.701	0.889	0.932	0.933	0.972	0.945	0.866	0.856	
50		R1	0.773	0.878	0.825	0.941	0.838	0.924	0.773	0.902	
		R2	0.683	0.862	0.943	0.991	0.943	0.827	0.773	0.924	
		Controle	0.496	0.967	0.906	0.920	0.974	0.879	0.960	0.914	
100		SDM	0.683	0.940	0.936	0.918	0.900	0.812	0.853	0.936	
		R1	0.827	0.898	0.960	0.727	0.928	0.656	0.770	0.938	
		R2	0.496	0.898	0.877	0.928	0.968	0.840	0.915	0.931	
100	Controle	0.822	0.884	0.958	0.886	0.950	0.957	0.683	0.867		
	SDM	0.640	0.966	0.856	0.956	0.959	0.877	0.866	0.928		
	R1	0.827	0.961	0.786	0.923	0.903	0.826	0.822	0.907		
100	R2	0.640	0.934	0.953	0.851	0.801	0.884	0.640	0.891		
	P Shapiro-Wilk	1	Controle	0.004	0.078	0.190	0.839	0.901	0.064	< .001	0.483
			SDM	< .001	0.829	0.021	0.049	0.916	0.096	0.001	0.208
R1			0.091	0.215	0.150	0.157	0.637	< .001	0.473	0.015	
10		R2	NaN	0.976	0.422	0.379	0.972	< .001	0.001	0.174	
		Controle	< .001	0.416	0.186	0.151	0.841	0.148	0.167	0.883	
		SDM	0.006	0.315	0.595	0.607	0.903	0.699	0.212	0.176	
50		R1	0.033	0.261	0.098	0.668	0.124	0.537	0.033	0.388	
		R2	0.004	0.196	0.686	0.992	0.683	0.102	0.033	0.532	
		Controle	< .001	0.873	0.410	0.505	0.919	0.265	0.820	0.467	
100		SDM	0.004	0.659	0.625	0.488	0.374	0.075	0.167	0.630	
		R1	0.101	0.361	0.816	0.012	0.565	0.002	0.031	0.646	
		R2	< .001	0.360	0.255	0.563	0.876	0.129	0.473	0.585	
100	Controle	0.091	0.287	0.801	0.299	0.744	0.797	0.004	0.215		
	SDM	0.001	0.864	0.177	0.786	0.814	0.254	0.212	0.566		
	R1	0.101	0.825	0.044	0.527	0.393	0.099	0.091	0.417		
100	R2	0.001	0.614	0.764	0.160	0.060	0.288	0.001	0.323		

FONTE: Dados da pesquisa (2022).

ANOVA a um fator (Fisher)

	F	gl1	gl2	p
Número de Folhas	2.71	3	92	0.049
Altura Parte Aérea	6.21	3	92	< .001
Tamanho da Raiz	7.74	3	92	< .001
Altura Folha	3.48	3	92	0.019
Largura Folha	2.32	3	92	0.080
Massa Fresca Total	2.94	3	92	0.037
Volume Radicular	8.71	3	92	< .001
Massa Seca Total	3.54	3	92	0.018

Teste Post-Hoc de Tukey – Número de Folhas (NF)

		Controle	SDM	R1	R2
Controle	Diferença média	—	-0.417	-0.0833	0.542
	p-value	—	0.615	0.995	0.390
SDM	Diferença média	—	—	0.3333	0.958*
	p-value	—	—	0.763	0.030
R1	Diferença média	—	—	—	0.625
	p-value	—	—	—	0.265
R2	Diferença média	—	—	—	—
	p-value	—	—	—	—

Nota. * p < .05, ** p < .01, *** p < .001

Teste Post-Hoc de Tukey – Altura Parte Aérea mm

		Controle	SDM	R1	R2
Controle	Diferença média	—	-17.0***	-4.50	-4.208
	p-value	—	< .001	0.704	0.746
SDM	Diferença média	—	—	12.54 *	12.833*
	p-value	—	—	0.018	0.015
R1	Diferença média	—	—	—	0.292
	p-value	—	—	—	1.000
R2	Diferença média	—	—	—	—
	p-value	—	—	—	—

Nota. * p < .05, ** p < .01, *** p < .001

Teste Post-Hoc de Tukey – Tamanho da Raiz (TR) mm

		Controle	SDM	R1	R2
Controle	Diferença média	—	-16.1*	-23.94***	-7.24
	p-value	—	0.016	< .001	0.523
SDM	Diferença média	—	—	-7.88	8.82
	p-value	—	—	0.449	0.348
R1	Diferença média	—	—	—	16.70*
	p-value	—	—	—	0.012
R2	Diferença média	—	—	—	—
	p-value	—	—	—	—

Nota. * p < .05, ** p < .01, *** p < .001

Teste Post-Hoc de Tukey – Altura Folha (mm)

		Controle	SDM	R1	R2
Controle	Diferença média	—	-1.36*	-1.068	-0.343
	p-value	—	0.027	0.121	0.890
SDM	Diferença média	—	—	0.292	1.017
	p-value	—	—	0.928	0.151
R1	Diferença média	—	—	—	0.725
	p-value	—	—	—	0.430
R2	Diferença média	—	—	—	—
	p-value	—	—	—	—

Nota. * p < .05, ** p < .01, *** p < .001

Teste Post-Hoc de Tukey – Largura Folha (mm)

		Controle	SDM	R1	R2
Controle	Diferença média	—	-3.28	0.999	-0.321
	p-value	—	0.227	0.936	0.998
SDM	Diferença média		—	4.276	2.956
	p-value		—	0.066	0.313
R1	Diferença média			—	-1.320
	p-value			—	0.866
R2	Diferença média				—
	p-value				—

Nota. * p < .05, ** p < .01, *** p < .001

Teste Post-Hoc de Tukey – Massa Fresca Total (g)

		Controle	SDM	R1	R2
Controle	Diferença média	—	-1.68	0.570	4.93
	p-value	—	0.888	0.995	0.154
SDM	Diferença média		—	2.245	6.60*
	p-value		—	0.768	0.028
R1	Diferença média			—	4.35
	p-value			—	0.245
R2	Diferença média				—
	p-value				—

Nota. * p < .05, ** p < .01, *** p < .001

Teste Post-Hoc de Tukey – Volume Radicular (cm³)

		Controle	SDM	R1	R2
Controle	Diferença média	—	-0.0208	-0.196***	-0.0483
	p-value	—	0.961	< .001	0.667
SDM	Diferença média		—	-0.175***	-0.0275
	p-value		—	< .001	0.916
R1	Diferença média			—	0.1475**
	p-value			—	0.004
R2	Diferença média				—
	p-value				—

Nota. * p < .05, ** p < .01, *** p < .001

Teste Post-Hoc de Tukey – Massa Seca Total (g)

		Controle	SDM	R1	R2
Controle	Diferença média	—	-0.0167	-1.32*	0.0638
	p-value	—	1.000	0.049	0.999
SDM	Diferença média		—	-1.30	0.0805
	p-value		—	0.053	0.999
R1	Diferença média			—	1.3819*
	p-value			—	0.035
R2	Diferença média				—
	p-value				—

Nota. * p < .05, ** p < .01, *** p < .001

NOVA a um fator (Fisher)

	F	gl1	gl2	P
Número de Folhas	34.80	3	92	<.001
Altura Parte Aérea	6.11	3	92	<.001
Tamanho da Raiz	1.75	3	92	0.163
Altura Folha	10.81	3	92	<.001
Largura Folha	1.92	3	92	0.132
Massa Fresca Total	1.31	3	92	0.277
Volume Radicular	6.11	3	92	<.001
Massa Seca Total	5.35	3	92	0.002

Teste Post-Hoc de Tukey – Número de Folhas

		1	10	50	100
1	Diferença média	—	1.25***	2.125***	2.1667***
	p-value	—	<.001	<.001	<.001
10	Diferença média		—	0.875**	0.9167**
	p-value		—	0.003	0.002
50	Diferença média			—	0.0417
	p-value			—	0.998
100	Diferença média				—
	p-value				—

Nota. * p < .05, ** p < .01, *** p < .001

Teste Post-Hoc de Tukey – Altura Parte Aérea

		1	10	50	100
1	Diferença média	—	14.8**	11.79*	16.00**
	p-value	—	0.004	0.030	0.001
10	Diferença média		—	-3.00	1.21
	p-value		—	0.890	0.992
50	Diferença média			—	4.21
	p-value			—	0.746
100	Diferença média				—
	p-value				—

Nota. * p < .05, ** p < .01, *** p < .001

Teste Post-Hoc de Tukey – Tamanho da Raiz

		1	10	50	100
1	Diferença média	—	6.58	12.52	2.97
	p-value	—	0.665	0.139	0.955
10	Diferença média			5.95	-3.61
	p-value		—	0.732	0.924
50	Diferença média			—	-9.55
	p-value			—	0.352
100	Diferença média				—
	p-value				—

Nota. * p < .05, ** p < .01, *** p < .001

Teste Post-Hoc de Tukey – Tamanho da Raiz

		1	10	50	100
1	Diferença média	—	1.99***	1.791***	2.178***
	p-value	—	<.001	<.001	<.001
10	Diferença média		—	-0.204	0.183
	p-value		—	0.965	0.974
50	Diferença média			—	0.387
	p-value			—	0.807
100	Diferença média				—
	p-value				—

Nota. * p < .05, ** p < .01, *** p < .001

Teste Post-Hoc de Tukey – Altura Folha

		1	10	50	100
1	Diferença média	—	1.99***	1.791***	2.178***
	p-value	—	<.001	<.001	<.001
10	Diferença média		—	-0.204	0.183
	p-value		—	0.965	0.974
50	Diferença média				0.387
	p-value				0.807
100	Diferença média				—
	p-value				—

Nota. * p < .05, ** p < .01, *** p < .001

Teste Post-Hoc de Tukey – Largura Folha

		1	10	50	100
1	Diferença média	—	2.33	3.69	3.427
	p-value	—	0.529	0.145	0.197
10	Diferença média		—	1.36	1.094
	p-value		—	0.858	0.920
50	Diferença média			—	-0.265
	p-value			—	0.999
100	Diferença média				—
	p-value				—

Nota. * p < .05, ** p < .01, *** p < .001

Teste Post-Hoc de Tukey – Massa Fresca Total

		1	10	50	100
1	Diferença média	—	1.68	3.13	4.47
	p-value	—	0.895	0.556	0.244
10	Diferença média		—	1.45	2.80
	p-value		—	0.928	0.644
50	Diferença média			—	1.34
	p-value			—	0.942
100	Diferença média				—
	p-value				—

Nota. * p < .05, ** p < .01, *** p < .001

Teste Post-Hoc de Tukey – Volume Radicular

		1	10	50	100
1	Diferença média	—	0.0517	-0.0292	0.1458**
	p-value	—	0.644	0.910	0.007
10	Diferença média		—	-0.0808	0.0942
	p-value		—	0.262	0.148
50	Diferença média			—	0.1750***
	p-value			—	< .001
100	Diferença média				—
	p-value				—

Nota. * p < .05, ** p < .01, *** p < .001

Teste Post-Hoc de Tukey – Massa Seca Total

		1	10	50	100
1	Diferença média	—	1.66**	1.6092**	1.507*
	p-value	—	0.005	0.008	0.014
10	Diferença média		—	-0.0548	-0.157
	p-value		—	0.999	0.988
50	Diferença média			—	-0.102
	p-value			—	0.997
100	Diferença média				—
	p-value				—

Nota. * p < .05, ** p < .01, *** p < .001

Análise de regressão - Valores de p obtidos através da análise de regressão para os parâmetros números de folhas (NF), altura da parte aérea (AA), tamanho da raiz (TR), altura da maior folha (AF), largura da maior folha (LF), massa fresca total (MFT), massa seca total (MST) e volume radicular (VR) de mudas alface (*Lactuca sativa* L.) tratadas com diluições de 1 ml, 10 ml, 50 ml e 100 ml dos caldos fermentativos.

Número de folhas	Valor-p
SDM	0.0005371
R2	4,06E-02
R3	6,90E-04
Altura da maior folha	Valor-p
SDM	0.6948
R2	0.08072
R3	0.5861
Tamanho da raiz	Valor-p
SDM	0.02641
R2	0.3639
R3	0.04578
Altura da parte aérea	Valor-p
SDM	0.8377
R2	0.5951
R3	0.7221

Largura da maior folha	Valor-p
SDM	0.2838
R2	0.0001485
R3	0.1616
Massa fresca total	Valor-p
SDM	0.05285
R2	0.006483
R3	0.01754
Massa seca total	Valor-p
SDM	3,26E-02
R2	0.008331
R3	0.01085
Volume radicular	Valor-p
SDM	0.319
R2	0.06117
R3	0.002704