

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO RIO GRANDE DO SUL  
UNIDADE UNIVERSITÁRIA EM SANTA CRUZ DO SUL  
CURSO DE ENGENHARIA DE BIOPROCESSOS E BIOTECNOLOGIA**

**VIVIANE DA SILVA SABKA**

**APLICAÇÃO DE BIOFERTILIZANTE NA PRODUÇÃO DE ALFACE (*Lactuca sativa* L.)**

**SANTA CRUZ DO SUL, RS**

**2021**

**VIVIANE DA SILVA SABKA**

**APLICAÇÃO DE BIOFERTILIZANTE NA PRODUÇÃO DE ALFACE (*Lactuca sativa* L.)**

Trabalho de Conclusão de Curso II apresentado como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro de Bioprocessos e Biotecnologia pela Universidade Estadual do Rio Grande do Sul.

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Marta Sandra Drescher

**SANTA CRUZ DO SUL, RS**

**2021**

**VIVIANE DA SILVA SABKA**

**APLICAÇÃO DE BIOFERTILIZANTE NA PRODUÇÃO DE ALFACE ( *Lactuca sativa* L.)**

Trabalho de Conclusão de Curso II apresentado como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro de Bioprocessos e Biotecnologia pela Universidade Estadual do Rio Grande do Sul.

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Marta Sandra Drescher

Aprovada em: 13/12/2021

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Dr. Marcelo Vieira Migliorini (co-orientador)  
Universidade Estadual do Rio Grande do Sul – UERGS

---

Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Fernanda Ludwig  
Universidade Estadual do Rio Grande do Sul – UERGS

---

Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Priscilla Mena Zamberlan  
Universidade Estadual do Rio Grande do Sul - UERGS

## RESUMO

Os microrganismos eficazes (EM) são um conjunto de microrganismos que se desenvolvem em áreas naturais e, através de seus metabolismos no solo, são capazes de oferecer às plantas substâncias benéficas que influenciam no seu desenvolvimento e no controle natural de fitopatógenos dos solos. A partir da captura destes microrganismos, conseguimos produzir biofertilizantes líquidos pela fermentação de materiais orgânicos, contribuindo com a disponibilização de nutrientes, produção de hormônios de crescimento vegetal e como protetor contra doenças e pragas para as plantas. Com o objetivo de avaliar o efeito da aplicação de um biofertilizante produzido a partir de microrganismos eficientes no crescimento e desenvolvimento da alface crespa, conduziu-se esse experimento em duas estações, uma no inverno e outra na primavera. O experimento foi conduzido em blocos ao acaso, com 3 repetições e 4 tratamentos. Os tratamentos foram: 1 – testemunha, sem aplicação de biofertilizante, 2 – aplicação do biofertilizantes no momento do plantio, 3 – aplicação de biofertilizante com repetições semanais e 4 – aplicação de biofertilizante com aplicações quinzenais. O biofertilizante utilizado foi preparado a partir da captura de microrganismos no arroz cozido e logo após fermentado. Avaliou-se o número de folhas, a biomassa fresca da parte aérea (g), o diâmetro folhar (cm), o comprimento da raiz (cm) e o comprimento da parte aérea (cm). A aplicação de EM nas plantas de alface não promoveu benefícios sobre os parâmetros analisados, havendo necessidade de continuação do estudo.

**Palavras chaves:** microrganismos eficientes, produção orgânica, adubação foliar, desenvolvimento das mudas.

## ABSTRACT

Efficacious microorganisms (EM) are a group of microorganisms that develop in natural areas and, through their metabolism in the soil, are able to offer plants beneficial substances that influence their development and the natural control of phytopathogens in the soil. From the capture of these microorganisms, we can produce liquid biofertilizers by fermentation of organic materials, contributing to the availability of nutrients, production of plant growth hormones, and as a protector against diseases and pests for plants. In order to evaluate the effect of the application of a biofertilizer produced from efficient microorganisms on the growth and development of crisp lettuce, this experiment was conducted in two seasons, one in winter and the other in spring. The experiment was conducted in randomized blocks, with 3 repetitions and 4 treatments. The treatments were: 1- witness, without application of biofertilizer, 2- biofertilizer application at the time of planting, 3- biofertilizer application with weekly repetitions, and 4- biofertilizer application with biweekly applications. The biofertilizer used was prepared from the capture of microorganisms in cooked rice and soon after fermented. The number of leaves, fresh aboveground biomass (g), the aerial part diameter (cm), root length (cm), and aboveground length (cm) were evaluated. The application of MS to the lettuce plants did not promote benefits on the parameters analyzed, with the need for further study.

**Keywords:** Efficient microorganisms, organic production, foliar fertilization, seedling development.

# SUMÁRIO

<b>APRESENTAÇÃO GERAL.....</b>	<b>7</b>
<b>1 Introdução.....</b>	<b>8</b>
<b>2 Materiais e Métodos.....</b>	<b>10</b>
<b>2.1 Instalação do experimento.....</b>	<b>10</b>
<b>2.2 Produção e aplicação do biofertilizante líquido.....</b>	<b>12</b>
<b>2.3 Cultivo de alface e parâmetros avaliativos.....</b>	<b>12</b>
<b>2.4 Análise estatística.....</b>	<b>13</b>
<b>3 Resultados e discussões.....</b>	<b>13</b>
<b>CONCLUSÕES.....</b>	<b>20</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>20</b>

## APRESENTAÇÃO GERAL

O Trabalho de Conclusão de Curso II que será apresentado na sequência tem como tema a aplicação de biofertilizante na produção de alface (*Lactuca sativa* L.). O documento foi elaborado no formato de um artigo científico, seguindo as normas da Revista Eletrônica Científica da Uergs.

As recomendações gerais do Periódico indicam que a submissão contenha os seguintes itens: Título (considerando a língua do texto da submissão), Autores e afiliações (nome da instituição de vínculo, e-mail para contato e o link para currículo Lattes no doc word); Resumo (escrito na língua portuguesa, não excedendo 250 palavras), Palavras-chave (ao menos 3 e no máximo 5) devem ser informadas no momento da submissão (palavras-chave separadas por vírgula) e no documento do artigo (palavras-chave separadas por ponto final), Título traduzido para o inglês, Abstract, Keywords; Título em espanhol, Resumen e palabras clave, Introdução, Materiais e Métodos/Metodologia, Resultados e Discussão, Conclusão ou Considerações Finais e Referências (sem uso de numeração progressiva). Maiores informações sobre as normas de publicação podem ser obtidas diretamente na página da Revista (<http://revista.uergs.edu.br/index.php/revuergs>).

## APLICAÇÃO DE BIOFERTILIZANTE NA PRODUÇÃO DE ALFACE (*Lactuca sativa* L.)

SABKA, Viviane Da Silva<sup>1</sup>

### Resumo

Os microrganismos eficazes (EM) são um conjunto de microrganismos que se desenvolvem em áreas naturais e, através de seus metabolismos no solo, são capazes de oferecer às plantas substâncias benéficas que influenciam no seu desenvolvimento e no controle natural de fitopatógenos dos solos. A partir da captura destes microrganismos, conseguimos produzir biofertilizantes líquidos pela fermentação de materiais orgânicos, contribuindo com a disponibilização de nutrientes, produção de hormônios de crescimento vegetal e como protetor contra doenças e pragas para as plantas. Com o objetivo de avaliar o efeito da aplicação de um biofertilizante produzido a partir de microrganismos eficientes no crescimento e desenvolvimento da alface crespa, conduziu-se esse experimento em duas estações, uma no inverno e outra na primavera. O experimento foi conduzido em blocos ao acaso, com 3 repetições e 4 tratamentos. Os tratamentos foram: 1 – testemunha, sem aplicação de biofertilizante, 2 – aplicação do biofertilizantes no momento do plantio, 3 – aplicação de biofertilizante com repetições semanais e 4 – aplicação de biofertilizante com aplicações quinzenais. O biofertilizante utilizado foi preparado a partir da captura de microrganismos no arroz cozido e logo após fermentado. Avaliou-se o número de folhas, a biomassa fresca da parte aérea (g), o diâmetro parte aérea (cm), o comprimento da raiz (cm) e o comprimento da parte aérea (cm). A aplicação de EM nas plantas de alface não promoveu benefícios sobre os parâmetros analisados, havendo necessidade de continuação do estudo.

**Palavras chaves:** microrganismos eficientes, produção orgânica, adubação foliar, desenvolvimento das mudas.

### Abstract

Efficacious microorganisms (EM) are a group of microorganisms that develop in natural areas and, through their metabolism in the soil, are able to offer plants beneficial substances that influence their development and the natural control of phytopathogens in the soil. From the capture of these microorganisms, we can produce liquid biofertilizers by fermentation of organic materials, contributing to the availability of nutrients, production of plant growth hormones, and as a protector against diseases and pests for plants. In order to evaluate the effect of the application of a biofertilizer produced from efficient microorganisms on the growth and development of crisp lettuce, this experiment was conducted in two seasons, one in winter and the other in spring. The experiment was conducted in randomized blocks, with 3 repetitions and 4 treatments. The treatments were: 1- witness, without application of biofertilizer, 2- biofertilizer application at the time of planting, 3- biofertilizer application with weekly repetitions, and 4- biofertilizer application with biweekly applications. The biofertilizer used was prepared from the capture of microorganisms in cooked rice and soon after fermented. The number of leaves, fresh aboveground biomass (g), the aerial part diameter (cm), root length (cm), and aboveground length (cm) were evaluated. The application of MS to the lettuce plants did not promote benefits on the parameters analyzed, with the need for further study.

**Keywords:** Efficient microorganisms, organic production, foliar fertilization, seedling development.

## 1 Introdução

A alface (*Lactuca sativa* L.) é uma das folhosas mais consumidas no Brasil. Em nível mundial, está entre as principais hortaliças com alta produtividade no que se refere à produção e

---

<sup>1</sup> Graduanda do curso de Engenharia de Bioprocessos e Biotecnologia da Universidade Estadual do Rio Grande do Sul (UERGS) – Unidade Santa Cruz do Sul. E-mail: [viviane-sabka@uergs.edu.br](mailto:viviane-sabka@uergs.edu.br)

comercialização, cujas folhas apresentam alto valor nutricional (OLIVEIRA, 2005). No Brasil, o cultivo de alface do tipo crespa lidera o mercado com 70% da produção, enquanto o tipo americana detém 15%, a lisa 10%, e as outras correspondem a 5% do mercado (SALA e COSTA, 2012). No Brasil a área cultivada de hortaliças é de aproximadamente 837 mil ha, com volume de produção em torno de 63 milhões de toneladas (CNA, 2016).

Porém, a alface está entre as hortaliças mais pulverizadas por agrotóxicos, sendo a quarta cultura com maiores índices de resíduos de agrotóxicos (54,2%), segundo dados da Anvisa (ANVISA, 2010). Com o aumento de informações relacionadas aos malefícios causados pelos agrotóxicos tanto à saúde humana, quanto ao meio ambiente, as pessoas estão ficando mais alertas e desejando saber como estão sendo produzidos os alimentos que elas consomem. A ingestão de resíduos químicos na cadeia alimentar é uma preocupação dos órgãos governamentais, por tratar-se de problema de saúde pública. Estima-se que mais de 20.000 mortes não intencionais estão relacionadas ao uso de agrotóxico (SILVA, 2005).

A agricultura químico-industrial e a utilização de agrotóxicos têm provocado consequências severas ao meio ambiente. Tais como: contaminação dos alimentos; erosão dos solos e desertificação; poluição dos rios, intoxicação e morte de animais e extinção de várias espécies de animais (CARRARO, 1997). Esse cenário tem contribuído para a busca de novos métodos de cultivo da alface abrindo espaço para a produção orgânica. Na agricultura orgânica são utilizados insumos naturais, o que diminui os malefícios à saúde provocados pela ingestão de alimentos produzidos a base de produtos químicos (BLAT et al, 2011).

A agricultura orgânica está registrada em mais de 150 países, com destaque para Estados Unidos da América, Alemanha e França. Esses países estão especialmente interessados em mudar a forma de produção devido, principalmente, a contaminação de alimentos, problemas ambientais causados pela agricultura convencional e industrial (WILLER & LERNOUD, 2021). As primeiras práticas produtivas e comerciais do sistema orgânico no Brasil foram estabelecidas por cooperativas (Rio de Janeiro –Coonatura, e Rio Grande do Sul –Coomeia), no final da década de 1970. Organizações Não Governamentais (ONGs) apoiaram os agricultores no processo de comercialização em feiras e entregas de cestas em domicílio, aproximando o produtor do consumidor, o que ocasiona uma relação de confiança e credibilidade (FONSECA, 2000).

Além da supressão da utilização de agrotóxico os sistemas orgânicos de produção substituem o uso de fertilizantes minerais por outras fontes eficientes e sustentáveis de nutrientes, como os adubos orgânicos, biofertilizantes e microrganismos eficientes (GOEL,1999). Vários materiais orgânicos podem ser utilizados como adubo, como exemplos tem-se os esterco ou dejetos de animais, os resíduos culturais pós-colheita e os adubos verdes. Nesses materiais parte dos nutrientes está contida na forma de compostos orgânicos, os quais necessitam ser mineralizados no solo para se tornarem disponíveis às plantas. Assim, a taxa de mineralização desta fração orgânica irá determinar a eficiência agrônômica em comparação aos fertilizantes minerais (NICOLOSO et al, 2016).

Os adubos orgânicos apresentam também o potencial de promover a melhoria da fertilidade do solo e, conseqüentemente, o aumento de rendimento das culturas. Isso é possível uma vez que esses materiais contribuem para o acúmulo de matéria orgânica do solo, favorecendo a atividade

biológica e a agregação do solo, aprimorando a sua estrutura, aeração, e também a infiltração, drenagem e armazenamento de água (NICOLOSO et al, 2016).

O biofertilizante por sua vez é um produto líquido obtido a partir da fermentação anaeróbica, ou seja, sem a presença de ar, da matéria orgânica (SINHAS et al., 2014; SIVAKUMAR et al., 2013). O processo de fermentação anaeróbia é composto, basicamente, de três fases. Na primeira fase os compostos orgânicos insolúveis, são transformados pela hidrólise enzimática em compostos orgânicos solúveis, de cadeia de carbono mais curta, devido à ação de microrganismos. Estes compostos solúveis que se formaram na primeira fase servem de substrato para os microrganismos de segunda fase, os quais transformam esse substrato para ácidos orgânicos, principalmente o ácido acético, com cadeias de até seis carbonos. Já na terceira fase ocorre a formação de metano, aonde as bactérias metanogênicas utilizam o ácido acético para a produção deste gás (TIMM et al, 2004).

Os biofertilizantes mantêm o ambiente do solo rico micronutrientes e macronutrientes por meio da fixação de nitrogênio, solubilização ou mineralização de fosfato e potássio, liberação de substâncias reguladoras do crescimento das plantas, produção de antibióticos e biodegradação de matéria orgânica no solo (SINHAS et al., 2014; SIVAKUMAR et al., 2013). Desta forma, proporcionando melhor absorção de nutrientes e maior tolerância à seca e ao estresse por umidade. Entre os biofertilizantes tem-se os microrganismos eficientes, os quais são microrganismos benéficos que apresentam mecanismos diretos e indiretos que promovem o crescimento vegetal e apresentam um papel importante como uma tecnologia alternativa em busca de uma agricultura mais sustentável (STEFFEN et al., 2018).

Diante disso, o objetivo do presente trabalho foi de avaliar o efeito da aplicação em diferentes épocas de um biofertilizante composto de microrganismos eficientes no crescimento e desenvolvimento da alface crespa (*Lactuca sativa* L.), em dois ciclos de cultivo realizados no inverno e na primavera de 2021.

## 2 Materiais e Métodos

### 2.1 Instalação do experimento

O experimento foi conduzido em uma horta urbana, localizada no município de Santa Cruz do Sul-RS. O município de Santa Cruz do Sul é polo do Conselho Regional de Desenvolvimento do Vale do Rio Pardo e localiza-se na região fisiográfica denominada de Encosta Inferior do Nordeste do Rio Grande do Sul, na Depressão Periférica Sul-rio-grandense, com coordenadas 52°25'34"Longitude Oeste e 29°43'05" Latitude Sul. A cidade apresenta diferença hipsométrica significativa, pois as altitudes variam de menos 50m a mais de 200m (IBGE, 2010). O clima é quente e temperado. Existe uma pluviosidade significativa ao longo do ano em Santa Cruz do Sul. Mesmo o mês mais seco ainda assim tem muita pluviosidade. A temperatura média anual em Santa Cruz do Sul é 18.9 °C. Pluviosidade média anual de 1790 mm (CLIMATE, 2019).

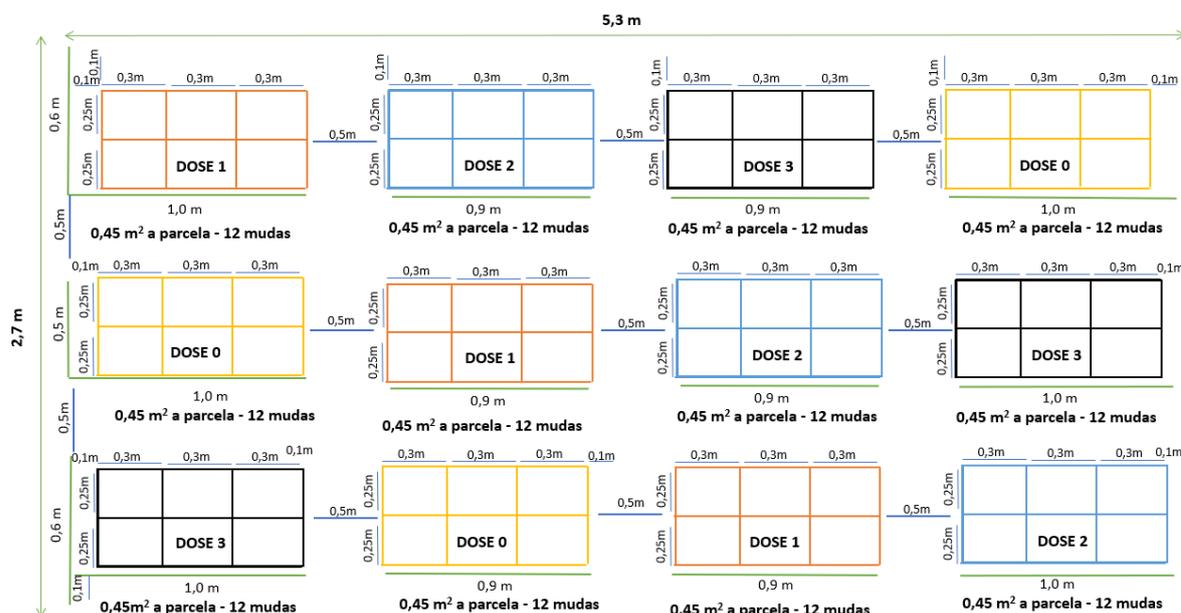
O delineamento utilizado foi em blocos ao acaso. Foram testados quatro tratamentos, totalizando 12 unidades experimentais. A alface plantada no inverno é do tipo crespa Palmas enquanto a plantada na primavera é do tipo crespa BRS Leila. As unidades experimentais com dimensão de  $0,45 \text{ m}^2$  ( $0,9 \text{ m} \times 0,5 \text{ m}$ ) (Figura 1) receberam 12 mudas de alface, gerando um total de 144 mudas de alface. A adubação do solo foi realizada antes do plantio com 324g de cama de peru por parcela, o que totaliza uma dose de 7200 Kg/ha.

Os tratamentos foram compostos pela aplicação de quatro doses do biofertilizante a base de microrganismos eficientes, os quais apresentaram as seguintes características:

- Testemunha: sem aplicação de biofertilizante;
- Plantio: aplicação do biofertilizante apenas no momento de plantio da alface;
- Quinzenal: aplicação de biofertilizante no momento do plantio e com reaplicação quinzenal;
- Semanal: aplicação de biofertilizante no momento do plantio e reaplicação semanal.

Na Figura 1 e 2, observa-se a estrutura e organização do experimento, na Figura 1 vemos o croqui com a distribuição das unidades experimentais. A Figura 2a apresenta o experimento após o plantio e a Figura 2b apresenta as alfaces do segundo ciclo de cultivo no momento da colheita.

Figura 1. Croqui do ensaio de campo, com disposição dos tratamentos.



(Fonte: Autora, 2021)

Figura 2. Imagem da área experimental no cultivo da primavera no dia 27 de setembro de 2021 logo após o plantio (a) e representando o crescimento das alfaces após 60 dias (b).



(Fonte: Autora, 2021)

## 2.2 Produção e aplicação do biofertilizante líquido

Para a captura dos microrganismos eficientes (EM) foram utilizadas aproximadamente 700 gramas de arroz cozido sem sal, dispostos em uma espata de palmeira. A armadilha foi levada até uma área de mata nativa e coberta com serrapilheira. Após 15 dias o material foi retirado, então uma seleção cuidadosa foi feita para separar o arroz que continha colorações rosada, azulada, amarelada e alaranjada indicando a presença de microrganismos eficientes (regeneradores). As partes do arroz com coloração cinza, marrom e preto foram descartadas, por indicarem presença de microrganismos indesejáveis.

Para ativar os microrganismos eficientes, distribuiu-se o arroz colorido em 5 garrafas de plástico de 2 litros, adicionando 50 gramas de açúcar mascavo (melaço) por litro. O volume das garrafas foi completado até 75% do total com água limpa sem cloro. Após fechadas as garrafas permaneceram à sombra por 15 dias. A cada dois dias as garrafas eram abertas para liberação do gás armazenado.

Para a aplicação dos tratamentos foram tomados os seguintes cuidados: a testemunha, dose 0, recebeu somente água cada vez que os demais tratamentos recebiam aplicação de biofertilizante. Nos tratamentos que receberam reaplicação do produto (quinzenal e semanal) o biofertilizante foi aplicado sobre as folhas das alfaces via pulverização aérea.

Para a preparação da calda aplicada eram diluídos 20 ml de biofertilizante a cada 10 litros de água. Em cada aplicação foram pulverizados 2 litros em cada unidade experimental. Os tratamentos que não recebiam doses de EM, recebiam a mesma quantidade de água, afim de evitar desuniformidade na umidade entre os tratamentos.

## 2.3 Cultivo de alface e parâmetros avaliativos

O cultivo de alface foi realizado em dois ciclos, um no período de inverno e outro na primavera, cada um com duração de 60 dias. O cultivo de inverno foi implantado no campo no dia 19 de julho de 2021 e a colheita realizada no dia 19 de setembro de 2021. Já o cultivo de primavera foi plantado no campo no dia 27 de setembro de 2021 e a colheita realizada no dia 27 de novembro de 2021. Sendo que, para o cultivo de primavera foi mantida a mesma estrutura experimental, ou seja, houve replicação dos tratamentos sobre as mesmas unidades experimentais, havendo reaplicação da mesma dose do fertilizante orgânico.

O controle de plantas invasoras foi realizado por meio de capina manual semanal, ou sempre que era verificada a incidência das mesmas. O efeito dos tratamentos sobre a cultura foi avaliado através dos parâmetros de número de folhas, biomassa fresca da parte aérea (g), diâmetro da parte aérea (cm), comprimento da raiz (cm) e altura da parte aérea (cm). Para a avaliação foram utilizadas duas plantas centrais de cada unidade experimental.

No momento da colheita realizou-se a medida do diâmetro da planta, altura do solo ao topo da planta e a comprimento do sistema radicular. As medidas foram realizadas com auxílio de fita métrica e os resultados foram expressos em cm.

Após a coleta, as amostras foram levadas para o laboratório da UERGS- em Santa Cruz do Sul, onde foram separadas as folhas, determinando o comprimento e massa da raiz. A partir disso procedeu-se a contagem do número de folhas através do desfolhamento das plantas e contagem direta e a pesagem da parte aérea e do sistema radicular com auxílio de uma balança analítica, sendo os resultados expressos em gramas (g).

## 2.4 Análise estatística

Os resultados obtidos foram submetidos aos testes de Lilliefords para verificação da normalidade e de Cochran para homogeneidade de variâncias. Posteriormente foi realizada à análise de variância e o teste de hipóteses. Quando o teste F foi significativo, os resultados foram comparados pelo teste de Tukey ( $p < 5\%$ ). Todas as avaliações foram realizadas no software estatístico SISVAR 5.1 (FERREIRA, 2011).

# 3 Resultados e Discussões

O biofertilizante obtido através da biodigestão anaeróbica contém células vivas ou latentes de microrganismos (bactérias, leveduras, algas e fungos filamentosos), além de ser rico em enzimas, antibióticos, vitaminas, toxinas, fenóis, ésteres e ácidos de ação hormonal (MAGRO, 1994). Essas características do biofertilizantes podem potencializar o crescimento de plantas e promover a melhoria do solo. Entretanto, após a realização dos testes de comparação de médias (Figuras 3 e 4), observou-se que não houve o efeito significativo do biofertilizante entre os tratamentos.

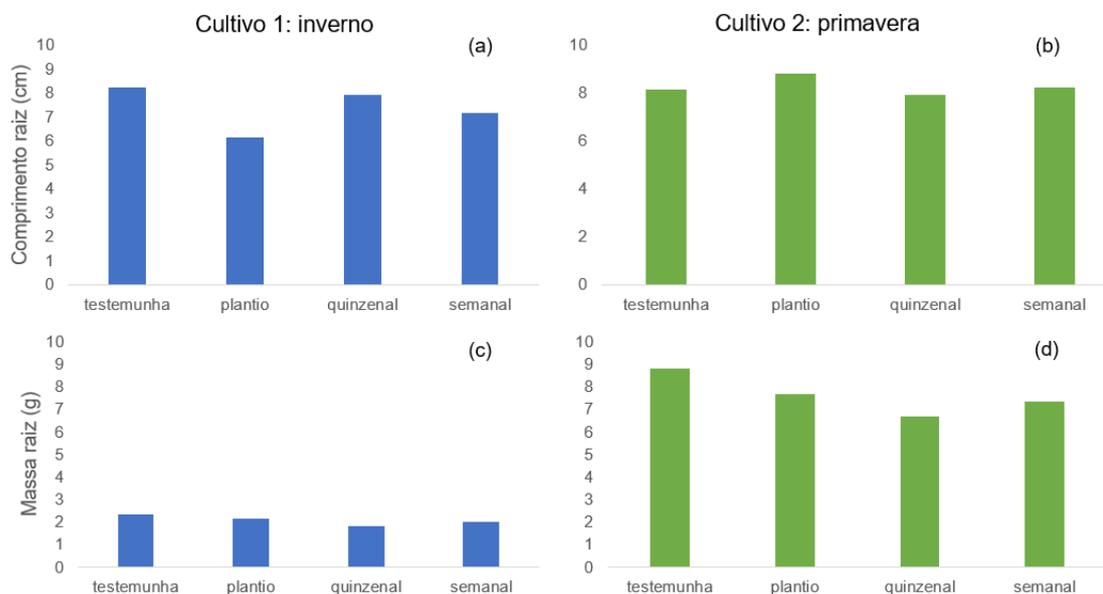
Estes resultados contrariam aos observados no experimento realizado por Battisti & Santos (2011). No estudo realizado por eles o solo foi regado com EM•1®, trinta dias antes do plantio e durante o ciclo de vida da planta, a cada 15 dias, utilizando-se o microrganismo EM•1®, conforme a recomendação do produto, o qual foi fornecido pela AMBIEM Ltda. Para realização de sua ativação, foi diluído o produto EM•1®, o qual rendeu 20 vezes mais, pois é comercializado em forma concentrada. Em um recipiente de plástico limpo, foi agregada uma parte (5%) de EM•1®, uma parte (5%) de melação de cana ou açúcar, estes posteriormente são misturados em 18 partes (90%) de água limpa sem cloro. Os autores observaram que o tratamento com EM•1®, aumentou significativamente o número de folhas e massa fresca, porém também não observaram efeito sobre o desenvolvimento radicular.

Tais divergências possivelmente aconteceram em função do sistema de cultivo ou local do experimento utilizado e na aplicação das concentrações dos biofertilizantes. Entretanto, a ausência de diferenças estatísticas no presente experimento pode estar relacionada a diversos fatores. Quando se trabalha com o solo e microrganismos as respostas não são imediatas. Os cultivos tiveram duração de apenas 120 dias no total dos dois ensaios, sendo esse considerado um período curto para que o fertilizante de cama de peru esteja completamente decomposto. Além disso, pode não ter sido um tempo suficientemente longo para que o biofertilizante promovesse a melhoria do solo.

Materiais orgânicos adicionados ao solo na forma de adubos orgânicos, de acordo com o grau de decomposição dos resíduos, podem ter efeito residual, por meio de um processo mais lento de decomposição e disponibilidade de nutrientes às plantas (CHABOUSSOU, 1987; PRIMAVESI, 1990; GLIESSMAN, 2001). Assim, cabe ressaltar que os fertilizantes orgânicos atuam como importantes condicionadores do solo, ou seja, estes possuem efeito muito mais significativo no aumento da porosidade, aeração, retenção de água, atividade microbiana e capacidade de retenção de cátions, do que unicamente como fornecedor de nutrientes (ANDA, 2013). Essa ressalva é muito importante afim de evitar prejuízos na avaliação de produtos orgânicos durante curtos períodos de tempo. Se o fator tempo não for levado em consideração, pode-se incorrer em um errôneo descrédito, quando na verdade deve-se fazer uso de todo o material orgânico de que se puder dispor devido à sua função de condicionador, sendo que seus benefícios serão percebidos de maneira mais significativa no longo prazo.

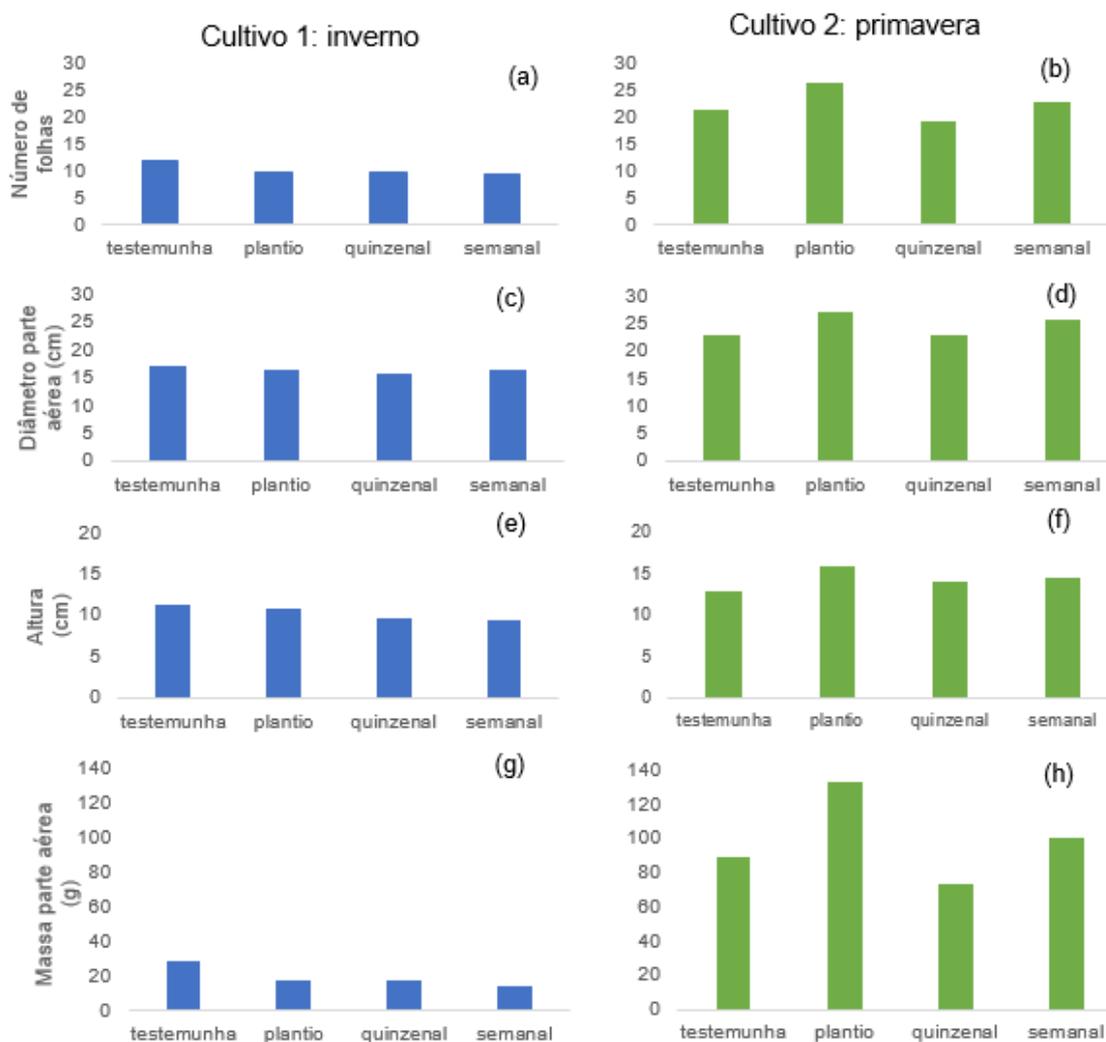
Os benefícios do uso contínuo e prolongado dos biofertilizantes podem ser percebidos no presente estudo ao comparar o desenvolvimento da alface no primeiro e segundo cultivo. Assim, no cultivo realizado nos primeiros 60 dias obteve-se menor desenvolvimento da alface em todos os parâmetros avaliados, quando comparado ao segundo cultivo. Isso pode ter ocorrido tanto pela parcial decomposição do material orgânico (cama de peru) aplicado como fertilizante quanto pela ação incipiente dos organismos eficientes.

Figura 3: Comprimento do sistema radicular no cultivo de inverno (a) e de primavera (b) e massa do sistema radicular no cultivo de inverno (c) e de primavera (d). \*Os tratamentos não diferiram pelo teste de Tukey ao nível de 5% de erro.



Nesse sentido, os resultados obtidos indicaram que houve maior desenvolvimento radicular, expresso através de uma maior massa fresca das raízes (Figura 3d) no segundo ciclo de cultivo, enquanto a profundidade explorada pelo sistema radicular foi similar nos dois cultivos (Figuras 3a e 3b). A parte aérea da planta (Figura 4) seguiu a mesma tendência apresentada pelo sistema radicular, para todos os parâmetros avaliados, especialmente para a massa da parte aérea (Figura 4h), em que é possível observar que as folhas se desenvolveram muito melhor na primavera.

Figura 4: Número de folhas no cultivo de inverno (a) e de primavera (b); diâmetro parte aérea no cultivo de inverno (c) e de primavera (d); altura no cultivo de inverno (e) e de primavera (f); massa fresca parte aérea no cultivo de inverno (g) e de primavera (h). \*Os tratamentos não diferiram pelo teste de Tukey ao nível de 5% de erro.



Fonte Autora (2021)

Estatisticamente não é possível notar que o biofertilizante tenha apresentado efeito significativo nos parâmetros avaliados entre a testemunha e a aplicação de EM no plantio ou na sua reaplicação semanal e quinzenal, uma vez que os valores obtidos foram similares dentro de cada estação de crescimento. O que se percebe, no segundo cultivo, é uma tendência de que os tratamentos com aplicação de EM no plantio e com reaplicação semanal tenham um maior diâmetro de cabeça e maior massa fresca da parte aérea, dois parâmetros muito importantes para a aceitação do produto pelo consumidor. Todavia, esse efeito precisa ser investigado através da repetição e continuação do estudo por maior período de tempo.

Ao avaliar o efeito da utilização de EM por curtos períodos de tempo Grocheveski (2020) também não observou benefícios no crescimento da cultura da alface. Em seu trabalho o autor diluiu

10 mL de concentrado de EM para cada 10 litros de água. Esta solução foi borrifada nas mudas de alface aos 7 dias após transplante, sendo realizadas aplicações subsequentes aos 11, 15 e 19 dias após plantio, e a duração total do experimento foi de apenas 24 dias desde a data de plantio das sementes, sendo então as plantas recolhidas para as análises. Como resultado, os autores observaram que a aplicação de EM nas mudas de alface promoveu efeito negativo no comprimento da parte aérea, comprimento de raízes, relação comprimento parte aérea/raiz, peso fresco parte aérea, peso fresco raízes, peso fresco total e massa seca de raízes.

Desse modo, a inconsistência dos resultados observados com o uso de EM variando desde resultados positivos (BATTISTI & SANTOS, 2011), ausência de resultados (presente estudo) e resultados negativos (GROCHEVESKI, 2020), aponta para a necessidade de repetição e continuação de estudos que avaliem o efeito dos EM no cultivo de hortaliças.

Outra razão pela qual os valores dos parâmetros obtidos no inverno foram inferiores aos valores da primavera, podem ter sido provenientes das condições meteorológicas do clima da cidade nos meses de realização do experimento. De julho a setembro, cultivo de inverno, foram registradas grandes variações nas temperaturas, muitas chuvas e baixa radiação quando comparado ao experimento realizado de setembro a novembro, cultivo de primavera (Figuras 5, 6 e 7).

A alface é uma planta bastante influenciada por condições ambientais, a cultura é adaptada a temperaturas amenas, sendo que a ideal para o desenvolvimento está na faixa de 15,5 e 18,3 °C, apesar de tolerar temperaturas entre 26,6 e 29,4 °C, por alguns dias, desde que as temperaturas noturnas sejam mais baixas (DUARTE et al., 1992). Na Figura 5, observa-se que nos meses de inverno as temperaturas variavam com maior frequência abaixo de 20 °C, com vários dias abaixo de 10°C, se aproximando inclusive de 0°C. Enquanto na primavera as temperaturas ficaram próximas aos 20°C durante praticamente todo o ciclo de crescimento. Desse modo, percebe-se que neste estudo as plantas se beneficiaram mais com temperaturas do segundo ciclo de cultivo.

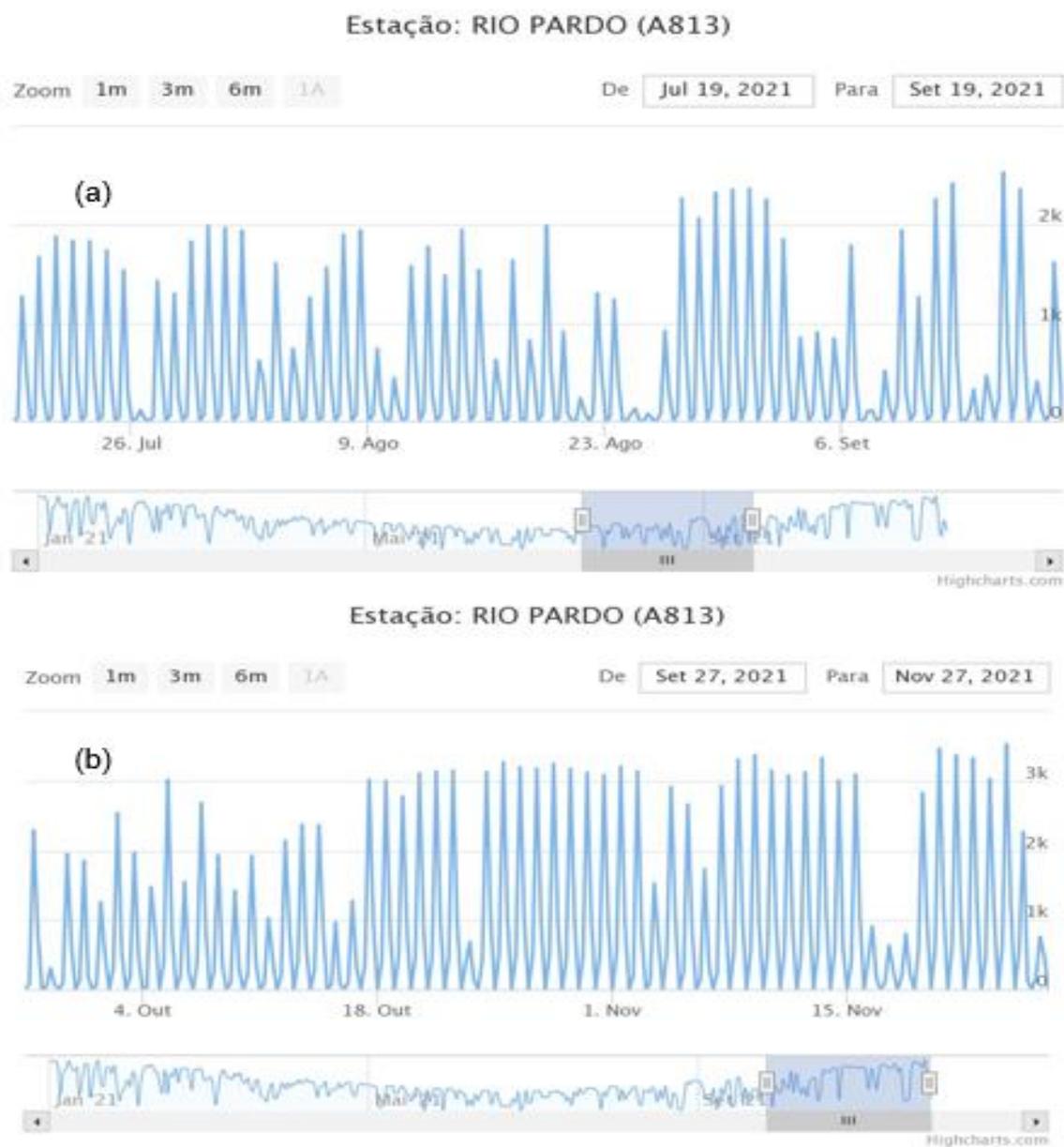
Figura 5: Valores médios diários de temperaturas durante o período de condução dos cultivos de inverno (a) e de primavera (b) registrados na estação automática do Inmet localizada na cidade vizinha de Rio Pardo-RS.



Fonte: Inmet (2021)

A radiação solar, por sua vez, é considerada uma das principais variáveis meteorológicas influenciando na temperatura, pressão atmosférica, vento, precipitação, umidade relativa do ar. Além disso, a radiação solar atua como fonte primária de energia para a maioria dos processos terrestres, em especial a fotossíntese, fenômeno responsável pela produção de energia para os vegetais (VIANA, 2012). Com base na Figura 6 é possível perceber que a radiação obteve níveis mais altos e constantes no período da primavera o que pode ter beneficiado o bom desenvolvimento das hortaliças.

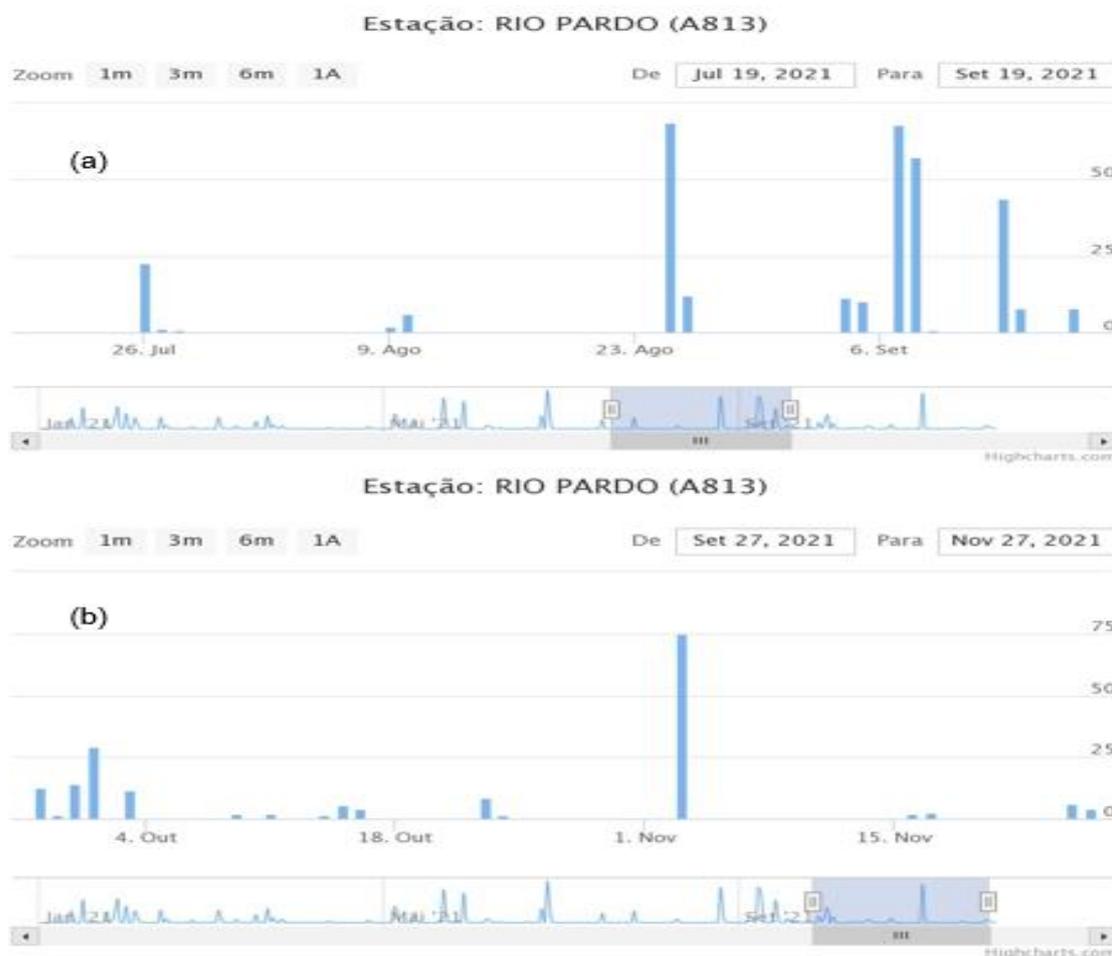
Figura 6: Valores diários de radiação solar incidente durante o período de condução dos cultivos de inverno (a) e de primavera (b) registrados na estação automática do Inmet localizada na cidade vizinha de Rio Pardo- RS.



Fonte: Inmet (2021)

As condições climáticas são determinantes para a produção e a qualidade das hortaliças. Excesso ou déficit hídrico podem ser prejudiciais. Assim, as chuvas constantes durante o período de inverno (Figura 7a) do experimento, podem ter implicado em baixo desenvolvimento das alfaces, uma vez que os valores de todos os parâmetros observados foram bem inferiores em relação ao desenvolvimento das plantas quando comparados com as plantas da primavera.

Figura 7: Valores de precipitação (mm) durante o período de condução dos cultivos de inverno (a) e de primavera (b) registrados na estação automática do Inmet localizada na cidade vizinha de Rio Pardo- RS.



Fonte: Inmet (2021)

Na adubação foliar, há uma série de processos que podem desencadear diferentes resultados relativos à absorção dos nutrientes. Baseado nas informações de Taiz e Zeiger (2006), a absorção foliar possui uma maior efetividade quando a solução nutritiva aplicada permanece na folha em forma de uma fina película. Para aumentar essa absorção e diminuir danos as folhas, a aspersão do adubo foliar deve ocorrer em dias de temperaturas amenas, evitando que ocorra a rápida evaporação, o que acarretaria na permanência dos sais na superfície, o que pode vir a causar queimaduras foliares (TAIZ; ZEIGER, 2006).

Neste experimento devido as constantes chuvas no período do inverno, acredita-se que o biofertilizante aplicado era constantemente lavado da planta logo após a sua aplicação, o que pode ter sido um fator que prejudicou muito o efeito positivo do biofertilizante neste período. No experimento durante a primavera, para que não ocorresse as queimaduras foliares, o biofertilizante sempre foi aplicado no turno da noite quando as temperaturas já estavam mais amenas, aumentando assim a absorção da planta e diminuindo possíveis danos nas folhas.

Os microrganismos eficientes têm sido utilizados na revitalização do solo, pois retiram da matéria orgânica (restos vegetais e animais) os seus alimentos, restaurando as condições físico-químicas e microbiológicas do solo, ainda liberam no ambiente alguns compostos que aumentam a

resistência das plantas aos insetos e doenças (BONFIM et al., 2011). Segundo Bettiol (1998), além dos biofertilizantes possuírem efeito nutricional sobre as plantas em que forem aplicados, possuem também efeitos de ação fungistática e bacteriostática sobre fitopatógenos. Estes outros efeitos agregados ao biofertilizante acabam proporcionando a planta aumento da resistência ao ataque de pragas e doenças, tornando seu uso mais atrativo para os produtores.

Assim, apesar de não ter sido possível observar o efeito do biofertilizante nos experimentos é inegável o potencial dos microrganismos de atuarem como ferramenta chave no processo de construção de uma agricultura sustentável visto que além de promover melhorias na estrutura e qualidade do solo podem diminuir a incidência de pragas, trazendo uma alta proteção as plantas sem causar danos e sem a necessidade de aplicação de agrotóxicos.

## Conclusões

Microrganismos eficientes atuam como condicionadores do ambiente e tem seu resultado mais evidente a partir do uso contínuo e prolongado dos biofertilizantes, de modo que durante curto período de realização deste estudo não foi possível perceber benefícios de sua aplicação na cultura da alface.

Existe a necessidade de continuidade e repetição do estudo em outros ciclos de cultivo, sobre a mesma área experimental para que resultados mais conclusivos possam ser obtidos.

## Referências

- ABHILASH, P. C. C., DUBEY, R. K., TRIPATHI, V., GUPTA, V. K. & SINGH, H. B. (2016). **Plant Growth-Promoting Microorganisms for Environmental Sustainability**. Trends in Biotechnology.
- ASSOCIAÇÃO NACIONAL PARA DIFUSÃO DE ADUBOS - ANDA. **Anuário estatístico do setor de fertilizantes de 2012**. São Paulo: ANDA. 2013. Disponível em: <<http://www.anda.org.br>> Acesso em 02 de dezembro de 2021.
- BATTISTI, B. M.; SANTOS, G. M. **Avaliação da eficiência da aplicação de microrganismos eficientes em EM•1® em cultivo de alface**. Trabalho de conclusão de curso. Universidade tecnológica federal de paraná, Campus Medianeira, 2011.
- BETTIOL, Wagner.; TRATCH, Renato. GALVÃO, José. A.H. **Controle de doenças de plantas com biofertilizantes**. Jaguariúna: EMBRAPA – CNPMA, 1998. 22 p.
- BLAT, S. F.; SANCHEZ, S. V.; ARAÚJO, J. A. C.; BOLONHEZI, D. **Desempenho de cultivares de alface-crespa em dois ambientes de cultivo em sistema hidropônico**, Ribeirão Preto- SP, Horticultura Brasileira, v. 29, n. 1, p.1-3, jan./ mar 2011.
- BONFIM; F. P. G.; HONÓRIO, I. C. G.; REIS, I. L.; PEREIRA, A. DE J.; SOUZA, D. B. DE **Caderno dos microrganismos eficientes (EM), Instruções práticas sobre uso ecológico e social do EM**. Departamento de Fitotecnia Campus da Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, 2a Edição 2011. 32p
- CARRARO, G. (1997). **Agrotóxico e meio ambiente: uma proposta de ensino de ciências e química**. Porto Alegre: Instituto de Química da Universidade Federal do Rio Grande do Sul

CHABOUSSOU, F. **Plantas doentes pelo uso de agrotóxicos: a teoria da trofobiose**. Porto Alegre: L & PM, 1987. 272

CLIMA SANTA CRUZ DO SUL, **pt-climate-data**, 2019. Disponível em: <[Clima Santa Cruz do Sul: Temperatura, Tempo e Dados climatológicos Santa Cruz do Sul - Climate-Data.org](#)>. Acesso em: 05 de dezembro de 2021.

CNA, Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil. **Balanço 2016 Perspectivas 2017**. Disponível em: [Institucional | Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil \(CNA\) \(cnabrazil.org.br\)](#) Acesso em: 5 novembro de 2021.

DUARTE, R.L.R.; SILVA, P.H.S.; RIBEIRO, V.Q. **Avaliação de cultivares de alface nos períodos chuvosos e secos em Terezina-PI**. Horticultura Brasileira, v. 10, n. 2, p. 106- 108, 1992.

Ecodebate, 2010. **Relatório da ANVISA aponta uso indiscriminado de agrotóxicos**. Disponível em: <[www.ecodebate.com.br/2010/06/24](#)>. Acesso em 21 de novembro de 2021.

FERREIRA, D. F. **Sisvar: um sistema computacional de análise estatística**. Ciência Agrotec. vol.35, n.6, pp.1039-1042. 2011

Fonseca, M. F. A. C. **A construção social do mercado de alimentos orgânicos: Estratégias dos diferentes atores da rede de produção e comercialização de frutas, legumes e verduras (FLV) in natura no estado do Rio de Janeiro**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro UFRRJ, Rio de Janeiro (2000).

GLIESSMAN, S.R. **Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável**. 2.ed. Porto Alegre: UFRGS, 2001. 653 p.

GOEL, A.K., LAURA, R.D. and PATHAK, D.V. (1999). **Use of biofertilizers: Potential, constraints and future strategies** – a review. International Journal of Tropical Agriculture. Haryana, India. V. 17, p. 1-18.

GROCHEVESKI, Wellington Lucas. **Extrato aquoso de vermicomposto associado a aplicação de microrganismos eficazes no crescimento de mudas de alface**. 2020 Trabalho de conclusão de curso- Faculdade de agronomia e medicina veterinária- FAV, Universidade de Brasília. 2020.

INMET. 2021. **Dados de temperatura máximas e mínimas/estação meteorológica de Rio Pardo-RS**. Disponível em: <[INMET :: Tempo](#)>. Acesso em: 25 nov. 2021.

INSTITUTO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE, 2010

MAGRO, D. **Supermagro: a receita completa**. Boletim da Associação de Agricultura Orgânica, n. 16, p. 3-4, 1994.

NICOLOSO, R. S.; OLIVEIRA, P. A. V. **Modelo de gestão e de licenciamento ambiental para a suinocultura brasileira**. In: PALHARES, J. C. P. (Org.). Produção animal e recursos hídricos. 1ed. São Carlos: Editora Cubo, 2016. p. 97-104.

OLIVEIRA, A. M. C. **Avaliação da qualidade higiênica de alface minimamente processada, comercializada em Fortaleza, CE**. Higiene Alimentar, v.19, n.135, p.80-85, 2005.

PRIMAVESI, A. M. **Manejo ecológico dos solos**. 9. ed. São Paulo: Nobel, 1990. 514 p. SILVA, R. C. Comparação entre métodos cromatográficos, empregando GC-ECD, GC-MS, e espectrofotométrico para determinação de ditiocarbamatos em alface. 2005. Tese (Doutorado) - Faculdade de Química - Universidade Federal de Santa Maria, 2005.

SALA, F. C.; COSTA, C. P. Retrospectiva e tendência da alficultura brasileira. Horticultura Brasileira, Brasília, v. 30, n. 2, p. 187-194, abr./jun. 2012.

SINHA, R.K., VALANI, D., CHAUHAN, K., AGAWAL, S., 2014. **Embarking on a second green revolution for sustainable agriculture by vermiculture biotechnology using earthworms: reviving the dreams Sir Charles Darwin.** *Int. J. Agric. Health Saf*, 1, 50–64.

SIVAKUMAR, T., RAVIKUMAR, M., PRAKASH, M. 2013. "Thamizhmani R. **Comparative effect on bacterial biofertilizers on growth and yield of green gram (Phaseolus radiataL.) and cow pea (Vigna siensisEdhl.)**". *International Journal of Current Research and Academic Review*.

STEFFEN, G. P. K., MALDANER, J., MISSIO, E. L. & STEFFEN, R. B. (2018). **Trichoderma controla fitonematóides e aumenta produtividade da soja, Campos & Negócios.** Trichoderma controla fitonematoides e aumenta produtividade da soja | Revista Campo & Negócios (revistacampoenegocios.com.br)

TAIZ, Lincoln; ZEIGER, Eduardo. **Nutrição Mineral. In: Fisiologia Vegetal.** 3 ed., Artmed, 2006. p. 95-113.

TIMM, P.J.; GOMES, J.C.C.; MORSELLI, T.B. **Insumos para agroecologia: Pesquisa em vermicompostagem e produção de biofertilizantes líquidos.** *Revista Ciência & Ambiente*, v. 29, 2004

VIANA, E. P. T. **Desempenho de cultivares de alface em diferentes condições ambientais.** 69f. Dissertação (Construções Rurais e Ambientação). Centro de Tecnologia e Recursos Naturais. Universidade Federal de Campina Grande. Campina Grande, 2012

WILLER, H.; LERNOUD, J. **The world of organic agriculture. Statistics and emerging trends 2021.** Bonn, Germany: Research Institute of Organic Agriculture (FiBL), Fibl, and Ifoam –Organics International. Disponível em: Microsoft Word - willer-et-al-2021-03-01.docx (fibl.org)