

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO
CAMPUS CRISTALINA
BACHARELADO EM AGRONOMIA

EFEITOS DO USO DE INSUMOS BIOLÓGICOS
NO DESENVOLVIMENTO INICIAL DA ALFACE

RAYNARA PHILIPPI RODRIGUES

2026

RAYNARA PHILIPPI RODRIGUES

**EFEITOS DO USO DE INSUMOS BIOLÓGICOS
NO DESENVOLVIMENTO INICIAL DA ALFACE**

- Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Bacharelado em Agronomia do Instituto Federal Goiano – Campus Cristalina, como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Orientadora: Prof. ^a Dr. ^a Suelen Cristina
Mendonça Maia.

CRISTALINA - GO

2026

**Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do
Programa de Geração Automática do Sistema Integrado de Bibliotecas do IF Goiano - SIBi**

R696e Rodrigues, Raynara Philippi
Efeitos da utilização de insumos biológicos no desenvolvimento inicial da Alface / Raynara Philippi Rodrigues. Cristalina 2026.
14f.
Orientadora: Prof^a. Dra. Suelen Cristina Mendonça Maia.
Tcc (Bacharel) - Instituto Federal Goiano, curso de 1020024 - Bacharelado em Agronomia - Cristalina (Campus Cristalina).
1. Alface. 2. Crescimento. 3. Tratamento. 4. Sementes. 5. Bioinsumos. I. Título.

TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR PRODUÇÕES TÉCNICO-CIENTÍFICAS NO REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL DO IF GOIANO

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610, de 19 de fevereiro de 1998, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano a disponibilizar gratuitamente o documento em formato digital no Repositório Institucional do IF Goiano (RIIF Goiano), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IF Goiano.

IDENTIFICAÇÃO DA PRODUÇÃO TÉCNICO-CIENTÍFICA

- | | |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Tese (doutorado) | <input type="checkbox"/> Artigo científico |
| <input type="checkbox"/> Dissertação (mestrado) | <input type="checkbox"/> Capítulo de livro |
| <input type="checkbox"/> Monografia (especialização) | <input type="checkbox"/> Livro |
| <input checked="" type="checkbox"/> TCC (graduação) | <input type="checkbox"/> Trabalho apresentado em evento |

Produto técnico e educacional - Tipo:

Nome completo do autor:

Raynara Philippi Rodrigues

Matrícula:

2021110200240211

Título do trabalho:

Efeitos da utilização de insumos biológicos no desenvolvimento inicial da Alfaca

RESTRIÇÕES DE ACESSO AO DOCUMENTO

Documento confidencial: Não Sim, justifique:

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIF Goiano: 30 / 03 / 2026

O documento está sujeito a registro de patente? Sim Não

O documento pode vir a ser publicado como livro? Sim Não

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O(a) referido(a) autor(a) declara:

- Que o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- Que obteve autorização de quaisquer materiais inclusos no documento do qual não detém os direitos de autoria, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- Que cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano.

gov.br Documento assinado digitalmente
RAYNARA PHILIPPI RODRIGUES
Data: 29/03/2026 18:57:11-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Cristalina > GO

Local

29 / 03 / 26

Data

Assinatura do autor e/ou detentor dos direitos autorais

Ciente e de acordo:

Assinatura do(a) orientador(a)

Documento assinado digitalmente

gov.br

SUELEN CRISTINA MENDONCA MAIA
Data: 30/03/2026 16:42:53-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO

Ata nº 4/2026 - GE-CRT/CMPCRIS/IFGOIANO

ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE CURSO

Ao(s) quatro dia(s) do mês de março de 2026, realizou-se a defesa de Trabalho de Curso da acadêmica Raynara Philippi Rodrigues, do Curso de Agronomia, matrícula 2021110200240211, cujo título é "**Efeitos da utilização de insumos biológicos no desenvolvimento inicial da Alface (*Latuca sativa*)**". A defesa iniciou às 14 horas e 12 minutos, finalizando-se às 15 horas e 30 minutos. A palavra foi concedida a estudante para a apresentação oral do TC, houve arguição da candidata pelos membros da banca examinadora. Após tal etapa, a banca examinadora reuniu e fez o fechamento das notas com média 7,5 no trabalho escrito, média 7,0 na apresentação oral, apresentando assim média aritmética final 7,25 pontos, estando a estudante APROVADA para fins de conclusão do Trabalho de Curso.

Após atender às considerações da banca e respeitando o prazo disposto em calendário acadêmico, o estudante deverá fazer a submissão da versão corrigida em formato digital (.pdf) no Repositório Institucional do IF Goiano – RIIF, acompanhado do Termo Ciência e Autorização Eletrônico (TCAE), devidamente assinado pela autora e orientadora. Os integrantes da banca examinadora assinam a presente.

(Assinado Eletronicamente)

Suelen Cristina Mendonça Maia

Orientadora

(Assinado Eletronicamente)

Giselle Anselmo de Souza Gonçalves

Membro

(Assinado Eletronicamente)

Miriam de Almeida Marques

Membro

Documento assinado eletronicamente por:

- **Suelen Cristina Mendonca Maia**, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO , em 04/03/2026 20:06:20.
- **Miriam de Almeida Marques**, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO , em 04/03/2026 20:09:42.
- **Giselle Anselmo de Souza Goncalves**, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO , em 04/03/2026 20:33:08.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 04/03/2026. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifgoiano.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 795728

Código de Autenticação: b85b52b600



INSTITUTO FEDERAL GOIANO
Campus Cristalina
Rua Araguaia, Loteamento 71, SN, Setor Oeste, CRISTALINA / GO, CEP 73850-000
(61) 3612-8500



**Efeitos da utilização de insumos biológicos no desenvolvimento inicial da
Alface (*Lactuca sativa*)**

**Effects of using biological inputs on the initial development of Lettuce
(*Lactuca sativa*)**

**Efectos del uso de insumos biológicos em el desarrollo inicial de la Lechuga
(*Lactuca sativa*)**

DOI: 10.55905/revconv.XXn.X-

Originals received: 01/18/2024

Acceptance for publication: 02/21/2024

Raynara Philippi Rodrigues

Discente do curso de Bacharelado em Agronomia
Instituição: Instituto Federal Goiano Campus Cristalina
Endereço: Cristalina, Goiás, Brasil
E-mail: rayphrodrigues@gmail.com

Suelen Cristina Mendonça Maia

Doutora em Agronomia
Instituição: Instituto Federal Goiano Campus Cristalina
Endereço: Cristalina, Goiás, Brasil
E-mail: suelen.maia@ifgoiano.edu.br

Davy Odair Pedroso Aguiar

Discente do curso de Bacharelado em Agronomia
Instituição: Instituto Federal Goiano Campus Cristalina
Endereço: Cristalina, Goiás, Brasil
E-mail: davyodair0055@gmail.com

RESUMO

A alface (*Lactuca sativa*) é uma das hortaliças folhosas mais consumidas e produzidas globalmente, sendo de grande interesse para pesquisas devido à sua rápida propagação e ciclo de produção. No entanto, a produção agrícola moderna frequentemente se apoia em insumos químicos, o que gera preocupações ambientais e de saúde pública. Este estudo visa justificar a busca por alternativas mais sustentáveis, como os insumos biológicos. O objetivo principal desta pesquisa foi analisar os efeitos da utilização de bioinsumos à base de rizobactérias e fungos (como promotores de crescimento vegetal) na emergência e no crescimento inicial de plântulas



de alface. Para alcançar este propósito, o estudo empregou uma metodologia experimental. Sementes de duas variedades distintas de alface (*Lactuca sativa*) foram submetidas a tratamentos com diferentes inoculantes biológicos comerciais, e seu desenvolvimento foi comparado a um grupo controle que não recebeu inoculação. A avaliação do desenvolvimento inicial incluiu a taxa de emergência, a altura da planta e a massa fresca da parte aérea. Os resultados obtidos demonstraram que a inoculação de sementes com os bioinsumos testados, embora tenha mostrado tendências numéricas, não produziu efeitos estatisticamente significativos no desenvolvimento inicial das duas variedades de alface. Conclui-se que, para as condições específicas deste experimento, os bioinsumos não se mostraram uma alternativa superior ou equivalente ao controle no estágio inicial da cultura, sugerindo a necessidade de otimização de doses, formulações ou a testagem em estágios mais avançados de crescimento.

Palavras-chave: Alface, crescimento, tratamento, sementes, bioinsumos, emergência.

ABSTRACT

Lettuce (*Lactuca sativa*) is one of the most widely consumed and produced leafy vegetables globally, being of great research interest due to its rapid propagation and production cycle. However, modern agricultural production often relies on chemical inputs, which raises environmental and public health concerns. This study aims to justify the search for more sustainable alternatives, such as biological inputs. The main objective of this research was to analyze the effects of using biological inputs based on rhizobacteria and fungi (as plant growth promoters) on the plant emergence and initial growth of lettuce seedlings. To achieve this purpose, the study employed an experimental methodology. Seeds of two distinct varieties of lettuce (*Lactuca sativa*) were subjected to treatments with different commercial biological inoculants, and their development was compared to a non-inoculated control group. The initial development assessment included the plant emergence rate, plant height, and fresh mass of the aerial part. The results obtained demonstrated that the seed inoculation with the tested biological inputs, although showing numerical trends, did not produce statistically significant effects on the initial development of the two lettuce varieties. It is concluded that, under the specific conditions of this experiment, the biological inputs were not shown to be a superior or equivalent alternative to the control at the initial stage of cultivation, suggesting the need for optimization of doses, formulations, or testing at more advanced growth stages.



Keywords: Lettuce, growth, treatment, seeds, biological inputs, plant emergence.

RESUMEN

La lechuga (*Lactuca sativa*) es una de las hortalizas de hoja más consumidas y producidas a nivel mundial, siendo de gran interés para la investigación debido a su rápida propagación y ciclo de producción. Sin embargo, la producción agrícola moderna se basa frecuentemente en insumos químicos, lo que genera preocupaciones ambientales y de salud pública. Este estudio busca justificar la búsqueda de alternativas más sostenibles, como los insumos biológicos. El objetivo principal de esta investigación fue analizar los efectos de la utilización de bioinsumos a base de rizobacterias y hongos (como promotores del crecimiento vegetal) en la emergencia y el crecimiento inicial de plántulas de lechuga. Para lograr este propósito, el estudio empleó una metodología experimental. Semillas de dos variedades distintas de lechuga (*Lactuca sativa*) fueron sometidas a tratamientos con diferentes inoculantes biológicos comerciales, y su desarrollo se comparó con un grupo control sin inocular. La evaluación del desarrollo inicial incluyó la tasa de emergencia, la altura de la planta y la masa fresca de la parte aérea. Los resultados obtenidos demostraron que la inoculación de semillas con los bioinsumos probados, aunque mostró tendencias numéricas, no produjo efectos estadísticamente significativos en el desarrollo inicial de las dos variedades de lechuga. Se concluye que, para las condiciones específicas de este experimento, los bioinsumos no se mostraron como una alternativa superior o equivalente al control en la etapa inicial del cultivo, sugiriendo la necesidad de optimización de dosis, formulaciones o la realización de pruebas en etapas de crecimiento más avanzadas.

Palabras clave: Lechuga, crecimiento, tratamiento, semillas, bioinsumos, emergencia.

1 INTRODUÇÃO

A alface (*Lactuca sativa*) é inegavelmente uma das hortaliças folhosas mais consumidas no mundo, sendo fundamental na alimentação por seu alto teor de fibras, vitaminas e minerais. Pesquisas recentes afirmam que, no Brasil, o consumo da alface crespa é o predominante, seguida pela alface americana, cultivares que demonstram alta capacidade de serem produzidas com qualidade durante todo ano (MINERVINO, 2025).



O bom desenvolvimento inicial da alface é crucial para garantir uma boa produtividade e qualidade ao longo de todo o ciclo. Plantas que crescem vigorosamente nas primeiras semanas tendem a desenvolver uma maior área foliar e um sistema radicular mais profundo. Isso assegura uma maior absorção de água e nutrientes, resultando em plantas maiores, mais uniformes e com melhor aceitação comercial (YURI et al., 2017).

Por ser uma cultura de ciclo relativamente curto e manejo sensível, diversos aspectos devem ser considerados para otimizar a produção, como o tipo de solo, a disponibilidade de nutrientes e as condições biológicas favoráveis. Pesquisas mostram que é na fase de produção de mudas e no subseqüente transplântio para o campo onde é definido muito do crescimento futuro. Nessa etapa, a plântula está mais sensível a intempéries e mais vulnerável a pragas e doenças, o que pode comprometer significativamente o desenvolvimento (COSTA; SALA, 2005).

Atualmente, o modelo de produção convencional enfrenta desafios relacionados à busca por maior sustentabilidade, impulsionando a pesquisa por alternativas de manejo que reduzam a dependência de insumos sintéticos. É neste contexto que os bioinsumos – produtos feitos a partir de organismos vivos – têm ganhado destaque na agricultura, sendo utilizados para melhorar o crescimento das plantas, controlar pragas e doenças ou aumentar a fertilidade do solo.

O uso de insumos biológicos como tratamento de sementes tem crescido, especialmente no cultivo de grandes culturas, mas também se mostra uma prática relevante na horticultura, como na cultura da alface, principalmente em produções orgânicas (EMBRAPA, 2025). Esse método, feito diretamente nas sementes, visa a proteção inicial e o estímulo no crescimento. Além disso, os bioestimulantes podem ser eficazes no aumento do vigor das mudas, na taxa de emergência e no crescimento inicial, etapas que definem o potencial produtivo da cultura (SILVA; QUADROS; COSTA, 2021).

Apesar do potencial promotor de crescimento dos bioinsumos, como rizobactérias e fungos, a literatura ainda carece de dados específicos e conclusivos sobre a resposta de cultivares comuns de alface a diferentes formulações comerciais, especialmente em estágios iniciais, onde a planta é mais frágil. Existe, portanto, uma lacuna na compreensão da eficácia do tratamento biológico de sementes na performance agrônômica inicial da alface sob condições controladas.

Dessa forma, o presente estudo teve como objetivo geral avaliar o crescimento e desenvolvimento inicial de duas variedades de alface com sementes inoculadas com produtos de origem biológica, comparando os parâmetros de emergência e vigor das plântulas.



3.METODOLOGIA

A pesquisa foi conduzida no Instituto Federal Goiano (IF Goiano) Campus Cristalina, no estado de Goiás, no período de maio a julho de 2025. O experimento foi instalado e mantido em ambiente protegido (casa de vegetação ou estufa), com controle de temperatura e umidade para minimizar a interferência de fatores climáticos e pragas durante a fase inicial de desenvolvimento da cultura.

Durante a condução do experimento obtivemos, através do site do Instituto Nacional de Meteorologia, as seguintes médias de temperaturas e umidade relativa do ar, segundo consta na Tabela 1.

Tabela 1. Médias das temperaturas máxima e mínima e umidade relativa do ar (UR) registradas durante o experimento.

	Temperatura máxima	Temperatura mínima	UR máxima	UR mínima
	°C		%	
Médias	23,8	21,9	53,4	45,2

3.2 CARACTERÍSTICAS DAS CULTIVARES DE ALFACE

Para a condução do experimento foram usadas sementes das cultivares americana e crespa, as duas da marca Feltrin sementes. Para a alface americana se destaca o ciclo produtivo rápido, que pode variar de 65 a 70 dias após o plantio (DAP). Na alface crespa os pontos positivos são, além do ciclo curto, de 35 a 40 dias após o plantio (DAP), a facilidade que a cultivar tem de se adaptar a espaços limitados durante o cultivo. Os pontos que mais nos interessaram para a escolha das cultivares é o ciclo reprodutivo relativamente curto, o que seria ideal para a condução do nosso experimento, uma vez que não foi necessário que a alface completasse todo o ciclo.

3.3 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E TRATAMENTOS

O experimento foi conduzido sob o Delineamento em Blocos Casualizados (DBC), em esquema fatorial 4 x 2 com 16 repetições. O esquema fatorial foi composto por: 4 (quatro) tratamentos biológicos, 1 (um) tratamento à base de um mix de fungos, 2 (dois) tratamentos à base de mix de bactérias distinta, e 1 (um) tratamento Testemunha (apenas sementes puras, sem bioinsumo), 2 (duas) cultivares de alface (americana e crespa). Essa combinação resultou em 4



tratamentos, com 16 repetições cada. Cada unidade experimental foi composta por 4 mudas, totalizando 64 repetições por variedade de alface.

3.4 CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO E INOCULAÇÃO

Foram utilizadas sementes das cultivares Americana e Crespa, provenientes de lote comercial. Os bioinsumos utilizados são produtos comerciais da marca m.Biotec, cujas composições ativas (gênero e espécie dos microrganismos) e concentrações foram registradas. O Tratamento de Sementes com Bioinsumos (TSB) foi realizado antes da sementeira. A solução de inoculação foi preparada na proporção de 1:1 (10 ml do produto biológico para 10 ml de água destilada). As sementes foram imersas nesta solução por um período de 30 minutos, permitindo a absorção e a colonização inicial pelos microrganismos. O tratamento testemunha utilizou apenas água destilada. Para o plantio, utilizaram-se copos descartáveis, que serviram como recipientes para as mudas. Cada recipiente foi preenchido com substrato comercial da marca Carolina Soil, garantindo um meio de cultivo homogêneo e de baixa interferência biológica inicial. A sementeira foi realizada utilizando pinças para a manipulação das sementes tratadas.

3.5 VARIÁVEIS AVALIADAS E ANÁLISE ESTATÍSTICA

As mudas de alface foram avaliadas aos 40 dias após o plantio (DAP), período que representa o estágio final de desenvolvimento da muda para o transplante. As seguintes variáveis de crescimento e vigor foram coletadas nas plântulas de cada unidade experimental: número de folhas, tamanho da raiz, massa fresca da parte aérea e radicular, massa seca da parte aérea e radicular após ser levada à estufa a 65°C até obter peso constante. Os dados coletados foram submetidos à Análise de Variância (ANOVA), para verificar a existência de diferenças significativas entre os tratamentos biológicos, as cultivares e a interação entre os fatores. As médias dos tratamentos foram comparadas pelo Teste de Tukey a 5% de significância. As análises foram realizadas utilizando software estatístico SASM-Agri.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com base nas análises estatísticas realizadas para as cultivares de alface americana e crespa, o efeito dos tratamentos de inoculação sementes com os produtos biológicos, não foi



estatisticamente significativo em nenhuma variável avaliada (Tabelas 1 a 6).

4.1 ALFACE AMERICANA

A análise dos resultados para a cultivar Americana revela que, em todas as variáveis de crescimento e biomassa avaliadas, não houve diferença estatisticamente significativa entre os tratamentos com bioinsumos e o tratamento Testemunha. Todas as médias foram seguidas pela mesma letra no Teste de Tukey (Tabelas 1 a 6), indicando que os produtos biológicos não produziram um efeito promotor de crescimento superior ao desenvolvimento natural da plântula nas condições experimentais.

Tabela 2. Média do número de folhas da alface americana submetida ao tratamento de sementes com bioinsumos. Tukey 5%.

Tratamentos	Número de folhas	
Testemunha	6,25	a
<i>Bacillus subtilis</i> + <i>B. amyloliquefaciens</i> + <i>B. megaterium</i>	7,5	a
<i>Bacillus subtilis</i> + <i>B. amyloliquefaciens</i> + <i>B. velezensis</i> + <i>B. pumillus</i>	6,75	a
<i>Metharhizium anisopliae</i> + <i>Beauveria bassiana</i> + <i>Isaria fumosorosea</i>	5,5	a
C.V.	21,53%	

*Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. C.V. = coeficiente de variação.

Tabela 3. Média do comprimento de raiz da alface americana submetida ao tratamento de sementes com bioinsumos. Tukey 5%.

Tratamentos	Comprimento da raiz (cm)	
Testemunha	13,5	a
<i>Bacillus subtilis</i> + <i>B. amyloliquefaciens</i> + <i>B. megaterium</i>	15,25	a
<i>Bacillus subtilis</i> + <i>B. amyloliquefaciens</i> + <i>B. velezensis</i> + <i>B. pumillus</i>	15,75	a
<i>Metharhizium anisopliae</i> + <i>Beauveria bassiana</i> + <i>Isaria fumosorosea</i>	13,75	a
C.V.	21,83%	

*Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. C.V. = coeficiente de variação.



Tabela 4. Média massa de matéria fresca das folhas (MMFF) da alface americana submetida ao tratamento de sementes com bioinsumos. Tukey 5%.

Tratamentos	MMFF (g)	
Testemunha	17,5	a
<i>Bacillus subtilis</i> + <i>B. amyloliquefaciens</i> + <i>B. megaterium</i>	15,75	a
<i>Bacillus subtilis</i> + <i>B. amyloliquefaciens</i> + <i>B. velezensis</i> + <i>B. pumillus</i>	16,25	a
<i>Metharhizium anisopliae</i> + <i>Beauveria bassiana</i> + <i>Isaria fumosorosea</i>	10,75	a
C.V.	42,65%	

*Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. C.V. = coeficiente de variação.

Tabela 5. Média da massa de matéria fresca da raiz (MMFR) da alface americana submetida ao tratamento de sementes com bioinsumos. Tukey 5%.

Tratamentos	MMFR (g)	
Testemunha	11,75	a
<i>Bacillus subtilis</i> + <i>B. amyloliquefaciens</i> + <i>B. megaterium</i>	10,75	a
<i>Bacillus subtilis</i> + <i>B. amyloliquefaciens</i> + <i>B. velezensis</i> + <i>B. pumillus</i>	9,5	a
<i>Metharhizium anisopliae</i> + <i>Beauveria bassiana</i> + <i>Isaria fumosorosea</i>	6,25	a
C.V.	46,30%	

*Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. C.V. = coeficiente de variação.

Tabela 6. Média da massa de matéria seca das folhas (MMSF) da alface americana submetida ao tratamento de sementes com bioinsumos. Tukey 5%.

Tratamentos	MMSF (g)	
Testemunha	2,0825	a
<i>Bacillus subtilis</i> + <i>B. amyloliquefaciens</i> + <i>B. megaterium</i>	2,15	a
<i>Bacillus subtilis</i> + <i>B. amyloliquefaciens</i> + <i>B. velezensis</i> + <i>B. pumillus</i>	2,145	a
<i>Metharhizium anisopliae</i> + <i>Beauveria bassiana</i> + <i>Isaria fumosorosea</i>	1,0575	a
C.V.	42,10%	

*Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. C.V. = coeficiente de variação.



Tabela 7. Média da massa de matéria seca da raiz (MMSR) da alface americana submetida ao tratamento de sementes com bioinsumos. Tukey 5%.

Tratamentos	MMSR (g)	
Testemunha	2,5	a
<i>Bacillus subtilis</i> + <i>B. amyloliquefaciens</i> + <i>B. megaterium</i>	2,25	a
<i>Bacillus subtilis</i> + <i>B. amyloliquefaciens</i> + <i>B. velezensis</i> + <i>B. pumillus</i>	2,155	a
<i>Metharhizium anisopliae</i> + <i>Beauveria bassiana</i> + <i>Isaria fumosorosea</i>	1,495	a
C.V.	33,16%	

*Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. C.V. = coeficiente de variação.

4.2 ALFACE CRESPA

Para cultivar crespa, os resultados não se mostraram diferentes. Em todas as características avaliadas os resultados do Teste de Tukey foram seguidos da mesma letra, não havendo diferença estatisticamente significativa, sendo assim, não trazendo nenhuma vantagem ao desenvolvimento da alface (Tabelas 7 a 12).

Tabela 8. Média do número de folhas da alface crespa submetida ao tratamento de sementes com bioinsumos. Tukey 5%.

Tratamentos	Número de folhas	
Testemunha	5,75	a
<i>Bacillus subtilis</i> + <i>B. amyloliquefaciens</i> + <i>B. megaterium</i>	5,25	a
<i>Bacillus subtilis</i> + <i>B. amyloliquefaciens</i> + <i>B. velezensis</i> + <i>B. pumillus</i>	5,25	a
<i>Metharhizium anisopliae</i> + <i>Beauveria bassiana</i> + <i>Isaria fumosorosea</i>	5,25	a
C.V.	12,01%	

*Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. C.V. = coeficiente de variação.



Tabela 9. Média do comprimento da raiz da alface crespa submetida ao tratamento de sementes com bioinsumos. Tukey 5%.

Tratamentos	Comprimento da raiz (cm)	
Testemunha	15,75	a
<i>Bacillus subtilis</i> + <i>B. amyloliquefaciens</i> + <i>B. megaterium</i>	17,5	a
<i>Bacillus subtilis</i> + <i>B. amyloliquefaciens</i> + <i>B. velezensis</i> + <i>B. pumillus</i>	17,5	a
<i>Metharhizium anisopliae</i> + <i>Beauveria bassiana</i> + <i>Isaria fumosorosea</i>	18,25	a
C.V.	11,04%	

*Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. C.V. = coeficiente de variação.

Tabela 10. Média massa de matéria fresca das folhas (MMFF) da alface crespa submetida ao tratamento de sementes com bioinsumos. Tukey 5%.

Tratamentos	MMFF (g)	
Testemunha	13,75	a
<i>Bacillus subtilis</i> + <i>B. amyloliquefaciens</i> + <i>B. megaterium</i>	14,75	a
<i>Bacillus subtilis</i> + <i>B. amyloliquefaciens</i> + <i>B. velezensis</i> + <i>B. pumillus</i>	13	a
<i>Metharhizium anisopliae</i> + <i>Beauveria bassiana</i> + <i>Isaria fumosorosea</i>	16,75	a
C.V.	61,75%	

*Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. C.V. = coeficiente de variação.

Tabela 11. Média da massa de matéria fresca da raiz (MMFR) da alface crespa submetida ao tratamento de sementes com bioinsumos. Tukey 5%.

Tratamentos	MMFR (g)	
Testemunha	8,25	a
<i>Bacillus subtilis</i> + <i>B. amyloliquefaciens</i> + <i>B. megaterium</i>	10,75	a
<i>Bacillus subtilis</i> + <i>B. amyloliquefaciens</i> + <i>B. velezensis</i> + <i>B. pumillus</i>	9,5	a
<i>Metharhizium anisopliae</i> + <i>Beauveria bassiana</i> + <i>Isaria fumosorosea</i>	10,75	a
C.V.	44,15%	

*Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. C.V. = coeficiente de variação.



Tabela 12. Média da massa de matéria seca das folhas (MMSF) da alface crespa submetida ao tratamento de sementes com bioinsumos. Tukey 5%.

Tratamentos	MMSF (g)	
Testemunha	1,3075	a
<i>Bacillus subtilis</i> + <i>B. amyloliquefaciens</i> + <i>B. megaterium</i>	1,3825	a
<i>Bacillus subtilis</i> + <i>B. amyloliquefaciens</i> + <i>B. velezensis</i> + <i>B. pumillus</i>	1,0675	a
<i>Metharhizium anisopliae</i> + <i>Beauveria bassiana</i> + <i>Isaria fumosorosea</i>	1,46	a
C.V.	62,38%	

*Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. C.V. = coeficiente de variação.

Tabela 13. Média da massa de matéria seca da raiz (MMSR) da alface crespa submetida ao tratamento de sementes com bioinsumos. Tukey 5%.

Tratamentos	MMSR (g)	
Testemunha	1,1975	a
<i>Bacillus subtilis</i> + <i>B. amyloliquefaciens</i> + <i>B. megaterium</i>	1,65	a
<i>Bacillus subtilis</i> + <i>B. amyloliquefaciens</i> + <i>B. velezensis</i> + <i>B. pumillus</i>	1,6475	a
<i>Metharhizium anisopliae</i> + <i>Beauveria bassiana</i> + <i>Isaria fumosorosea</i>	1,595	a
C.V.	52,58%	

*Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. C.V. = coeficiente de variação.

Essa ausência de efeitos significativos se diverge da literatura que afirma a eficácia das rizobactérias promotoras de crescimento de plantas (RPCPs) e de fungos benéficos como *Bacillus* e *Metharhizium*, na otimização do desenvolvimento vegetal (SHAHZAD, 2017). Estudos afirmam que esses mesmos microorganismos possuem mecanismos como a solubilização de fosfatos, que aumenta o desenvolvimento radicular (SILVEIRA, 2007).

O substrato foi formulado para fornecer condições ideais para o crescimento das mudas, em ambientes onde o fósforo já está prontamente disponível a vantagem das RPCPs e de alguns fungos, que é a solubilização de fósforo, é minimizada ou inibida, ou seja, a planta não irá depender do bioinsumo para esse processo. Trabalhos de pesquisa mostram que os benefícios dos bioinsumos são mais evidentes quando aplicados em ambientes com restrições nutricionais ou em solos de campo (LAURINDO; CRUZ, 2024).

O período de 40 dias após o plantio, embora marque o final da fase de muda, pode ser insuficiente para que alguns microorganismos estabeleçam colonização radicular plena. O alto



Coefficiente de Variação (C.V.) observados para variáveis de biomassa, sugerem uma grande inconsistência que pode estar relacionada a uniformidade na inoculação, 30 minutos podem não ter sido suficiente para uma colonização homogênea.

A resposta dos bioinsumos é altamente dependente da estirpe específica e de sua compatibilidade com o genótipo da alface (HARTHMAN; LUZ, 2017). É possível que as estirpes presentes nos mix de bactérias e mix de fungos comerciais não tenham apresentado compatibilidade necessária para se colonizar nas variedades americanas e crespa. Embora os resultados estatísticos não foram significativos, a análise numérica da média dos resultados, mostrou que a cultivar americana demonstrou maior potencial de acúmulo de biomassa em comparação com a cultivar crespa, isso evidencia a relação do fator genético.

Em resumo, a falta de resultados estatisticamente significativos, não demonstra que os bioinsumos não se destacaram da Testemunha, indica sim, que sua aplicação via tratamento de sementes, sob as condições de alta fertilidade do substrato e tempo insuficiente de avaliação, não conferiu uma vantagem agrônômica no estágio de muda. Esses achados reforçam a necessidade de estudos onde o papel de promoção de crescimento dos bioinsumos se torna viável para uma melhoria na produção.

6. CONCLUSÃO

O presente estudo teve como objetivo principal analisar os efeitos do tratamento de sementes com bioinsumos no crescimento inicial de cultivares de alface Americana e Crespa. Com base nos resultados, conclui-se que, a inoculação das sementes não produziu efeito significativo em nenhuma característica avaliada em comparação com o tratamento testemunha. A ausência de resultados significativos indica que as condições específicas do experimento não foram expressas em um nível que confere vantagem agrônômica.

Recomenda-se que em pesquisas futuras a aplicação desses bioinsumos seja feita em solos de baixa fertilidade ou em condições de campo, e que o período de avaliação se estenda para o ciclo completo da cultura, a fim de verificar os benefícios dos microorganismos em vários estágios da cultura.



SILVEIRA, M. F. Rizobactérias promotoras do crescimento de plantas: um enfoque em Pseudomonas. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2007.

YURI, J. E. et al. Cultivo de alface. Embrapa Hortaliças, Brasília, DF, 2017.