

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO AMAPÁ
CÂMPUS PORTO GRANDE
CURSO ENGENHARIA AGRONÔMICA

FÁBIO COSTA LIMA

**DOSES DO BIOFERTILIZANTE “BIOCUNA” NA PRODUTIVIDADE DA ALFACE
CRESPA EM CASA DE VEGETAÇÃO**

PORTO GRANDE

2025

FÁBIO COSTA LIMA

**DOSES DO BIOFERTILIZANTE “BIOCUNA” NA PRODUTIVIDADE DA ALFACE
CRESPA EM CASA DE VEGETAÇÃO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à coordenação do curso Engenharia Agrônômica como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Prof. Dr. Paulo Ricardo dos Santos

Coorientador: Prof. Dr. Nilvan Carvalho de Melo

PORTO GRANDE

2025

FÁBIO COSTA LIMA

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

L119d Lima, Fábio Costa
DOSES DO BIOFERTILIZANTE ?BIOCUNA? NA
PRODUTIVIDADE
DA ALFACE CRESPA EM CASA DE VEGETAÇÃO. / Fábio Costa Lima
- Porto Grande, 2025.
32 f.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) -- Instituto Federal de
Educação, Ciência e Tecnologia do Amapá, Campus Porto Grande,
Bacharelado em Engenharia Agrônômica, 2025.

Orientador: Paulo Ricardo dos Santos.
Coorientador: Nilvan Carvalho de Melo.

1. Fertilizante. 2. Sustentabilidade. 3. Orgânico. I. Santos, Paulo Ricardo
dos, orient. II. Melo, Nilvan Carvalho de, coorient. III. Título.

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

FÁBIO COSTA LIMA


**DOSES DO BIOFERTILIZANTE “BIOCUNA” NA PRODUTIVIDADE DA ALFACE
CRESPA EM CASA DE VEGETAÇÃO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à coordenação do curso Engenharia Agrônômica como requisito para obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.


Orientador: Dr. Paulo Ricardo dos Santos

Coorientador: Nilvan Carvalho de Melo.


BANCA EXAMINADORA

Documento assinado digitalmente
 PAULO RICARDO DOS SANTOS
Data: 28/01/2025 22:35:32-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Paulo Ricardo dos Santos (Orientador)
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amapá

Documento assinado digitalmente
 ITALO MARLONE GOMES SAMPAIO
Data: 28/01/2025 22:22:59-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Italo Marlone Gomes Sampaio
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amapá

Documento assinado digitalmente
 MONALIZA ALVES DOS SANTOS
Data: 28/01/2025 22:16:06-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Monaliza Alves dos Santos (CETENE)

Documento assinado digitalmente
 KLEYTON DANILO DA SILVA COSTA
Data: 29/01/2025 11:07:31-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Kleyton Danilo da Silva Costa (IFAL).

Apresentado em: 19 / 12 / 2025
Conceito/Nota: 9,0

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador: Dr. Paulo Ricardo dos Santos.

Ao meu Coorientador: Nilvan Carvalho de Melo.

A minha família, pelo incentivo em especial a minha filha Elida Fabíula da Silva Lima.

A todos os professores do instituto.

“O principal processo da escola é o ensino aprendizagem e o principal agente deste processo é o professor.”

(COUTINHO, 2021, p.109).

RESUMO

A alface é a hortaliça folhosa mais importante no mundo com grande importância no Brasil, devido à qualidade nutricional da planta, fácil manejo e aquisição. A cultura exige grandes quantidades de fertilizantes solúveis. Os cultivos orgânico e agroecológico desta hortaliça mostram-se alternativa possível por abranger conceitos de maior sustentabilidade ambiental, econômica e social. Neste trabalho o objetivo foi avaliar o efeito de diferentes doses do biofertilizante aeróbico líquido aplicado via folha no desenvolvimento de plantas de alface crespa da cultivar “*Grand rapids TBR*”, sob cultivo protegido. O experimento foi conduzido entre maio e agosto de 2025, no Campos Agrícola de Porto Grande Fazenda Experimental IFAP. Foi empregado o delineamento inteiramente casualizado DIC, com sete tratamentos T1 = 0% (controle), T2 = 3%; T3 = 6%, T4 = 9%, T5 = 15%, T6 = 20% e T7 = 30%, aplicado via folha na dose recomendada), com três repetições. As aplicações foram realizadas com pulverizador manual, 350 ml de capacidade máxima, utilizando-se 100 ml da solução, biofertilizante “Biucuna” mais água em suas respectivas doses em cada parcela, com uma aplicação semanal. As parcelas experimentais foram constituídas de 0,6 m² nos canteiros com espaçamentos de 0,20 m entre plantas e 0,25 m entre linhas, compostas por 12 plantas descartando as bordaduras, com avaliação de 2 plantas do centro da parcela. Foram transplantados três canteiros, de 4,5 m de comprimento por 1m de largura e altura de 0,15 m estes subdivididos em sete parcelas de 0,60 m². Não foi observada influência significativa dos tratamentos nas variáveis. Comprimento de Caule (CC), Diâmetro do Caule(DC), Número de Folhas Comerciais (NFC), Numero de Folhas Não Comerciais (NFNC), Massa Fresca do Caule (MFC), Massa Fresca das Folhas (MFF), Massa Fresca da Parte Aérea (MFPA), Massa Fresca da Raiz (MFR), Massa Fresca Total (MFT), Massa Seca da Folha (MSF), Massa Seca da Raiz (MSR), Massa Seca do Caule (MSC), Massa Seca da Parte Aérea (MSPA), Massa Seca Total (MST), Aplicação de biofertilizante líquido aeróbico "Biocuna" em diferentes doses não afetou significativamente o crescimento, desenvolvimento e produtividade da alface crespa em ambiente protegido em Porto Grande - AP. As condições ambientais, especialmente as altas temperaturas, tiveram maior influência no desenvolvimento da cultura. Recomendo novos estudos com diferentes épocas de cultivo.

Palavras-Chave: Agroecologia; Biofertilizante; *Lactuca sativa L.*: Nutrição.

ABSTRACT

Lettuce is the most important leafy vegetable in the world and is of great importance in Brazil due to the plant's nutritional quality, ease of management, and availability. The crop requires large quantities of soluble fertilizers. Organic and agroecological cultivation of this vegetable presents itself as a possible alternative, encompassing concepts of greater environmental, economic, and social sustainability. In this work, the objective was to evaluate the effect of different doses of liquid aerobic biofertilizer applied via foliar application on the development of curly lettuce plants of the cultivar "Grand Rapids TBR" under protected cultivation. The experiment was conducted between May and August 2025 at the Porto Grande Agricultural Fields, IFAP Experimental Farm. A completely randomized design (CRD) was used, with seven treatments (T1 = 0% (control), T2 = 3%, T3 = 6%, T4 = 9%, T5 = 15%, T6 = 20%, and T7 = 30%, applied via foliar application at the recommended dose), with three replications. The applications were carried out using a manual sprayer with a maximum capacity of 350 ml, using 100 ml of the "Biucuna" biofertilizer solution plus water in their respective doses in each plot, with one application per week. The experimental plots consisted of 0.6 m² plots with spacing of 0.20 m between plants and 0.25 m between rows, composed of 12 plants excluding the borders, with evaluation of 2 plants from the center of the plot. Three plots were transplanted, measuring 4.5 m in length by 1 m in width and 0.15 m in height, these subdivided into seven plots of 0.60 m². No significant influence of the treatments on the variables was observed. Stem Length (SL), Stem Diameter (SD), Number of Commercial Leaves (NCL), Number of Non-Commercial Leaves (NCLL), Stem Fresh Mass (SFM), Leaf Fresh Mass (LFM), Shoot Fresh Mass (SFPM), Root Fresh Mass (RFM), Total Fresh Mass (TFM), Leaf Dry Mass (LDM), Root Dry Mass (RDM), Stem Dry Mass (SDM), Shoot Dry Mass (SDM), Total Dry Mass (TDM). Application of the aerobic liquid biofertilizer "Biocuna" at different doses did not significantly affect the growth, development, and productivity of curly lettuce in a protected environment in Porto Grande - AP. Environmental conditions, especially high temperatures, had a greater influence on crop development. I recommend further studies with different growing seasons.

Keywords: Agroecology; Biofertilizer; *Lactuca sativa L.*; Nutrition.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	8
2. OBJETIVOS	10
2.1 Objetivo Geral	10
2.2 Objetivos Específicos	10
3. REVISÃO DE LITERATURA.....	10
4. MATERIAL E MÉTODOS	14
4.1 Caracterização da Área Experimental.....	14
4.2 Análise e Preparo do Solo	14
4.3 Adubação Orgânica de Base.....	16
4.4 Ambiente de Cultivo Protegido	16
4.5 Delineamento Experimental	17
4.6 Produção de Mudas e Transplântio.....	18
4.7 Aplicação do Biofertilizante	18
4.8 Tratos Culturais e Irrigação	19
4.9 Avaliação das Variáveis Agronômicas.....	19
4.10 Determinação da Massa Seca	20
4.11 Análise Estatística.....	20
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	21
5.1 Análise Geral dos Resultados	21
5.2 Análise de Variância.....	21
5.3 Variáveis Morfológicas	22
5.4 Número de Folhas Comerciais e Não Comerciais.....	23
5.5 Massa Fresca	23
5.6 Massa Seca	23
5.7 Considerações Finais dos Resultados	24
6. CONCLUSÃO.....	25
7. REFERÊNCIAS.....	26

1 INTRODUÇÃO

A alface (*Lactuca sativa L.*) é uma das mais importantes hortaliças comerciais e a mais consumida do mundo. Está entre as dez hortaliças mais apreciadas para consumo in natura no Brasil. Em uma área cultivada de aproximadamente 30 mil hectares, a produção anual no Brasil é de aproximadamente dois milhões de toneladas (Yuri *et al.*, 2002). Nas condições do Amapá, a alface inicia a emergência das plântulas entre 5 e 7 dias após a sementeira e com 21 dias as plantas já apresentam 4 a 6 folhas definitivas formadas e estão prontas para o transplante. As plantas podem ser colhidas 60 dias após a sementeira, com uma saia de 15 a 17cm de diâmetro, porém com as folhas ainda tenras e sem indícios de pendoamento. Após este período, as plantas iniciarão o lançamento do pendão floral.

Observou-se, nas últimas décadas, um crescimento sistemático do consumo de produtos orgânicos no mundo. O mercado mundial de produtos orgânicos passou de 75 bilhões de euros em 2015 para 92 bilhões de euros em 2017. Os principais países consumidores são os EUA, Alemanha e França (Willer; Lernoud, 2019).

Com a expansão da população urbana da cidade de Macapá, AP, a demanda e o cultivo de hortaliças folhosas para saladas têm crescido consideravelmente na última década. A falta de hortaliças na alimentação diária, em quantidades necessárias, dificulta a manutenção de uma saúde adequada, haja visto que estes vegetais são fontes naturais de vitaminas e sais minerais, indispensáveis ao crescimento e desenvolvimento do organismo humano e manutenção das funções vitais, (O cultivo de alface no Amapá. Macapá: Embrapa Amapá, 2000. 22p. (Embrapa Amapá. Circular Técnica, 10).

A agricultura familiar declara inúmeros problemas associados à dependência de insumos agrícolas provenientes de fora da propriedade, o que implica, principalmente, no aumento dos custos de produção e dos efeitos contraproducentes à saúde humana e ambiental.

Diante desse panorama, o uso de biofertilizantes experimentos voltados a avaliar cientificamente as fórmulas tradicionalmente usadas pelos agricultores nas comunidades do estado do Amapá em especial a comunidade de Inaja localizado no município de Itauba e a comunidade de Peixe Boi do Matapi localizado em área fundiária no município de Porto Grande. O foco nos biofertilizantes se justifica, por experiências que relatam os benefícios obtidos, em função da proteção de doenças e ataques de pragas, somados ao aumento dos

valores nutricionais principalmente para as culturas olerícolas, (Moreira, V.R.R, A Utilização de Plantas no Enriquecimento de Biofertilizante Caseiros, Reforma Agrária e Meio ambiente, Brasília, 2006, p. 39 a 46),

As vitaminas A e C estão presentes em abundância na alface. A vitamina A ajuda a manter a saúde dos olhos, evitando assim a degeneração macular e alguns tipos de cegueira. Já a vitamina C, é um poderoso antioxidante. Esta, juntamente com ferro e folatos, ajuda a combater a anemia (Lemos, 2022).

Outra contribuição se dá pelo aproveitamento de resíduos oriundos da propriedade, reduzindo a necessidade de insumos externos e, conseqüentemente, os custos de produção, alinhando-se aos princípios e práticas da produção agroecológica. O termo Biofertilizante é utilizado de forma generalizada para o produto obtido através da fermentação microbiana do esterco e urina de gado fresco enriquecido ou não, com componentes orgânicos. É um fertilizante líquido produzido em meio aeróbico ou anaeróbico a partir de materiais orgânicos (esterco, urina, frutas, leite, restos vegetais, açúcar), e água (Neto, 2006). Cabe salientar, que segundo a legislação, este tipo de material que denominamos Biofertilizante, se enquadra como Fertilizante orgânico composto: Conforme o Brasil (2017),

Segundo Wanderley, Wanderley e Medeiros (2003), em seu conteúdo são encontradas células vivas ou latentes de microrganismo metabolismo aeróbio e anaeróbio que realizam a biodigestão da matéria orgânica, resultando em compostos bioativos e metabólitos primários e secundários. Por outro lado, Neto (2006) afirmou que a referida formulação permite que o fertilizante disponha de quase todos os nutrientes exigidos pelas plantas, variando conforme a matéria prima utilizada. Nesse contexto, a produção de biofertilizantes serve como instrumento importante para o intercâmbio entre o conhecimento tradicional e o científico, na construção de sistemas agrícolas orientados à preservação e uso racional dos recursos naturais disponíveis na propriedade dos agricultores familiares.

A agricultura familiar do estado do Amapá é caracterizada pelo emprego de estratégias agroecológicas, a partir de conhecimentos tradicionais. Essa dinâmica do sistema produtivo, contribui para a sustentabilidade e a sócio biodiversidade, como rotação de culturas e/ou pousio; e 85% deles não usam agrotóxicos em sua produção, (IBGE, 2019). Esses métodos, promotores da biodiversidade, incluem: pousio ou descanso do solo (por 25,62% dos produtores locais); manejo florestal (24,23%); rotação de culturas (20,48%), recuperação de matas ciliares (6,53%); plantio em nível (3,98%); proteção e/ou conservação de encostas

(2,69%); reflorestamento de nascentes (0,49%): entre outros (IBGE, 2019).

Diante dos desafios nutricionais da cultura da alface e da crescente necessidade por sistemas de cultivo sustentáveis, o uso de biofertilizantes surge como uma estratégia promissora para a agricultura familiar no Amapá. Contudo, faltam estudos científicos que avaliem a eficácia desses insumos em condições locais específicas. Nesse sentido, o presente trabalho propõe avaliar o efeito de diferentes doses do biofertilizante ‘Biocuna’ sobre o desenvolvimento e a produtividade da alface crespa em ambiente protegido.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Avaliar o efeito de diferentes doses do biofertilizante “Biocuna”, aplicado via foliar, na produtividade e no desenvolvimento da alface crespa (*Lactuca sativa* L.), cultivar “Grand Rapids TBR”, cultivada em casa de vegetação.

2.2 Objetivos Específicos

- Avaliar o crescimento vegetativo da alface sob diferentes doses do biofertilizante “Biocuna”;
- Quantificar os efeitos das doses do biofertilizante sobre variáveis produtivas e biométricas da cultura;
- Verificar a viabilidade do uso do biofertilizante como alternativa sustentável na produção de alface em ambiente protegido;
- Gerar informações técnicas que subsidiem o uso de biofertilizantes na agricultura familiar do município de Porto Grande – AP.

3. REVISÃO DE LITERATURA

Devido a escassa literatura a respeito do cultivo de alface nas condições da Amazônia, muitos olericultores exploram seu cultivo sem o necessário suporte técnico. É pretendido neste trabalho repassar informações sobre as pesquisas desenvolvidas pela Embrapa Amapá, visando orientar técnicos e produtores no cultivo da alface. ((Moreira, V.R.R, A Utilização de Plantas no Enriquecimento de Biofertilizante Caseiros, Reforma Agrária e Meio ambiente, Brasília, 2006, p. 39 a 46)

O sistema agroecológico de produção é considerado ambientalmente seguro, pois não preconiza o uso de defensivos e alimentos livres de resíduos tóxicos (Penteado, 2012). A agricultura agroecológica incentiva a regionalização, valoriza o conhecimento e a cultura dos

agricultores, promove relações de trabalho baseadas em justiça, dignidade e equidade, e estimula as relações entre produtor e consumidor contribuindo para o desenvolvimento local mais sustentável (Barbosa, 2007; Pinheiro, 2012; Santos, 2012)

Um dos maiores desafios para a agricultura na atualidade é desenvolver sistemas agrícolas sustentáveis, que possam produzir alimentos e fibras em quantidades e qualidades suficientes. Existem materiais com potencial para uso como os biofertilizantes, que figuram entre os principais insumos utilizados em sistemas agroecológicos, porém, a falta de testes e informações na busca de uma padronização limitam a sua exploração (Lovatto *et al.*, 2011).

Os biofertilizantes são compostos orgânicos biodigestados que contêm células vivas (bactérias, leveduras e fungos) e metabólitos que melhoram a produtividade das culturas e os ecossistemas produtivos, como a microbiota do solo, segundo Medeiros (2003).

A horticultura é a segunda categoria de produtos mais produzidos e vendidos pelo agricultor familiar do Estado que é assistido pela Secretaria de Desenvolvimento Rural, (42,81%), que requer um custo alto de investimento na produção e beneficiamento (SDR),

Instituto de Desenvolvimento Rural do Amapá (RURAP), detendo uma parcela de 28,16% da receita gerada na categoria, ficando atrás somente para os produtos da agroindústria (2022a). Muitos destes horticultores familiares possuem pequenos lotes com área inferior ou igual a 4 ha e cultivam basicamente espécies de hortaliças folhosas como alface, coentro, cebolinha, couve, chicória e jambu. O agricultor produz seus insumos para atender à necessidade familiar e o excedente é disponibilizado para o mercado consumidor que está próximo de seus estabelecimentos rurais. Seus sistemas de produção adotados em geral são de baixo nível tecnológico, e usam de práticas agroecológicas consolidadas, como a rotação de culturas, consórcio com outras culturas, adubação orgânica, cobertura do solo e adubação verde (Pedrada, 2018).

Um dos maiores desafios enfrentados pela humanidade é a produção de alimentos para um número cada vez maior de pessoas, sem necessariamente levar à exaustão os recursos naturais e à degradação ambiental. Baseado neste desafio, cresce cada vez mais a adoção de sistemas agroecológicos, procurando fortalecer o “caminho” para o desejado desenvolvimento sustentável, ampliando as possibilidades de produção saudável (Wutke *et al.*, 2007). Em resposta aos problemas que apareceram com a agricultura tradicional industrializada e globalizada, para fomentar o desenvolvimento rural para os pequenos agricultores,

A alface é uma cultura exigente em nutrientes, especialmente potássio, nitrogênio, cálcio e fósforo, sendo necessário um manejo nutricional equilibrado para garantir altos rendimentos produtivos (Santos *et al.*, 2019). Seu crescimento inicial é relativamente lento nos primeiros 30 dias, seguido por um acúmulo rápido de biomassa até a colheita. Apesar de absorver menores quantidades de nutrientes em comparação com outras culturas, seu ciclo curto aumenta a demanda por adubação eficiente (Costa *et al.*, 2021).

Dentre as alternativas de adubação orgânica, os biofertilizantes vêm ganhando destaque. Esses insumos, obtidos a partir da fermentação de materiais orgânicos, fornecem nutrientes essenciais e estimulam a microbiota benéfica do solo (Ferreira *et al.*, 2022). O biofertilizante Bokashi, por exemplo, é um composto fermentado rico em microrganismos benéficos e substâncias bioativas que favorecem o crescimento vegetal. Além disso, biofertilizantes à base de esterco bovino são amplamente utilizados como fonte de matéria orgânica, promovendo melhorias nas propriedades físicas, químicas e biológicas do solo (Melo *et al.*, 2023).

Além dos benefícios agrônômicos, os biofertilizantes têm impacto positivo na sustentabilidade ambiental da produção agrícola. A substituição parcial ou total de fertilizantes químicos por insumos biológicos reduz a emissão de gases de efeito estufa associados à produção e aplicação de fertilizantes sintéticos (Mendes *et al.*, 2023). Essa abordagem sustentável também contribui para a preservação dos recursos hídricos, minimizando a lixiviação de nutrientes para os lençóis freáticos e prevenindo a eutrofização de corpos d'água (Alves *et al.*, 2020). A adoção de biofertilizantes representa uma estratégia viável para a redução de custos na produção de alface, especialmente em sistemas de agricultura familiar e agroecológicos. Esses insumos podem ser produzidos pelos próprios agricultores, utilizando materiais disponíveis na propriedade, reduzindo a dependência de insumos externos e aumentando a sustentabilidade do cultivo (Rodrigues *et al.*, 2021). Além disso, a utilização de biofertilizantes contribui para a biodiversidade do solo e minimiza impactos ambientais negativos, tornando-se uma alternativa promissora para o manejo sustentável da cultura.

O modelo convencional de produção agrícola, ainda amplamente utilizado, tem sido associado a sérios impactos ambientais e sociais, esse sistema intensivo promove a degradação dos recursos naturais por meio da redução da biodiversidade, da exaustão e contaminação do solo, e da crescente escassez e poluição da água, consequências essas diretamente ligadas ao uso excessivo de insumos químicos. Esses produtos não afetam apenas os ecossistemas, mas também oferecem riscos à saúde dos trabalhadores rurais e dos consumidores (Borlachenco&

Gonçalves, 2017; Engler, 2022). A dificuldades de acesso a insumos industrializados, equipamentos e tecnologias de alto custo, o que frequentemente leva à exclusão dos circuitos produtivos mais competitivos.

Como alternativa a esse cenário, a adoção de biofertilizantes orgânicos surge como estratégia promissora dentro dos princípios da agricultura sustentável. Além de favorecer o controle biológico de doenças, esses insumos contribuem para a melhoria das propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, promovem o uso racional dos recursos hídricos e reduzem a dependência de produtos externos, ao mesmo tempo em que estimulam a biodiversidade local (Lapicciarella *et al.*, 2022).

Além dos aspectos relacionados à nutrição vegetal, o cultivo da alface em regiões tropicais e equatoriais, como a Amazônia, apresenta desafios específicos associados às condições climáticas, principalmente às elevadas temperaturas e à alta umidade relativa do ar. Esses fatores favorecem o encurtamento do ciclo da cultura e a ocorrência do pendoamento precoce, comprometendo a qualidade comercial do produto. Segundo Filgueira (2013), temperaturas acima da faixa ideal reduzem o acúmulo de biomassa e aceleram processos fisiológicos indesejáveis, exigindo estratégias de manejo que considerem tanto a escolha de cultivares adaptadas quanto o uso de ambientes protegidos.

Nesse contexto, o cultivo protegido surge como alternativa para a produção de hortaliças em regiões de clima quente e úmido, por permitir maior controle sobre fatores ambientais como precipitação, radiação solar e umidade do solo. No entanto, quando não associado a práticas adequadas de ventilação e sombreamento, esse sistema pode resultar em acúmulo excessivo de calor, intensificando o estresse térmico das plantas (Sala; Costa, 2012).

A adoção de práticas agroecológicas, como o uso de biofertilizantes, associada ao cultivo protegido, apresenta-se como estratégia promissora para a agricultura familiar, especialmente por reduzir custos de produção e promover maior autonomia dos agricultores. Segundo Altieri e Nicholls (2017), sistemas agroecológicos bem manejados tendem a apresentar maior resiliência frente às adversidades climáticas, além de favorecerem a sustentabilidade produtiva a longo prazo.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Caracterização da Área Experimental

O experimento foi conduzido no período de maio a agosto de 2025, na Fazenda Experimental do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amapá (IFAP), Campus Agrícola Porto Grande, localizada no município de Porto Grande – AP, sob coordenadas geográficas aproximadas de 0°48'58" N e 51°23'38" W. A área experimental integra uma fazenda-escola utilizada para atividades de ensino, pesquisa e extensão, inserida em ambiente típico do cerrado amapaense.

A região apresenta clima do tipo tropical superúmido (Af), segundo a classificação de Köppen-Geiger, caracterizado por elevadas temperaturas médias, alta umidade relativa do ar e precipitação anual superior a 2.000 mm anuais. O solo da área experimental é classificado como Latossolo Amarelo Distrófico, apresentando baixa fertilidade natural, acidez elevada e elevada Saturação por alumínio, conforme descrição por Santos *et al.* (2018).

Figura 1 – Área experimental localizada na Fazenda Experimental do IFAP – Campus Porto Grande, em ambiente típico do Cerrado amapaense.



Fonte: Banco de imagens do IFP (2025).

4.2 Análise e Preparo do Solo

A instituição forneceu a análise de solo feita anteriormente, na camada de 0–20 cm, seguindo os procedimentos recomendados pela Embrapa, com a coleta de amostras simples em diferentes pontos da área para composição de uma amostra composta representativa da área onde a casa de vegetação foi instalada, a qual serviu de referência..

O laudo da análise de solo é apresentado na Tabela 1, e os valores obtidos para os atributos químicos do solo encontram-se descritos na os quais subsidiaram as práticas de correção e adubação orgânica dotadas no experimento

Tabela 1 – Análise química do solo da área experimental na camada de 0–20 cm, IFAP – Campus Porto Grande, Amapá.

Parâmetro	Unidade	Valor
pH (H ₂ O)	–	5,20
Matéria orgânica (MO)	g kg ⁻¹	15,69
Fósforo (P)	mg dm ⁻³	1,00
Potássio (K ⁺)	cmolc dm ⁻³	0,03
Cálcio + Magnésio (Ca ²⁺ + Mg ²⁺)	cmolc dm ⁻³	0,20
Alumínio (Al ³⁺)	cmolc dm ⁻³	0,80
Hidrogênio + Alumínio (H ⁺ + Al ³⁺)	cmolc dm ⁻³	3,70
Soma de bases (SB)	cmolc dm ⁻³	0,20
Capacidade de troca catiônica – CTC (pH 7)	cmolc dm ⁻³	3,90
Saturação por bases (V)	%	5,00
Saturação por alumínio (m)	%	80,00

Fonte: Adaptado de Embrapa Amapá (2025).

Com base nos resultados da análise de solo (Tabela 1), procedeu-se à calagem, visando elevar a saturação por bases para aproximadamente 70,0%, conforme recomendações técnicas para hortaliças folhosas na região Norte (Cravo *et al.*, 2010). A correção da acidez do solo teve como objetivo reduzir a saturação por alumínio, melhorar a disponibilidade de nutrientes essenciais e criar condições mais favoráveis ao desenvolvimento do sistema radicular da cultura. O corretivo utilizado foi calcário dolomítico, escolhido em função da necessidade de fornecimento de cálcio e magnésio, aplicado a lanço 30 dias antes do transplante e incorporado o solo com auxílio de motocultivador, de modo a garantir maior uniformidade na reação do corretivo na camada arável do solo.

Figura 2 – Aplicação e incorporação do calcário dolomítico na área experimental.



Fonte: O autor (2025).

4.3 Adubação Orgânica de Base

Como adubação orgânica de base, utilizou-se esterco caprino curtido, aplicado na dose equivalente a 15 t ha^{-1} , no momento do levantamento dos canteiros. A aplicação foi realizada de forma manual, com posterior incorporação superficial ao solo conforme figura 3, visando melhorar as propriedades físicas, químicas e biológicas do ambiente radicular, conforme Recomendações de adubação para o estado do Pará 2ª edição Revista e atualizada, p. 297)

Figura 3 – Aplicação de esterco caprino curtido durante o preparo dos canteiros experimentais.



Fonte: O autor (2025).

Para escolha do esterco caprino deve-se ao seu elevado teor de matéria orgânica e nutrientes essenciais, especialmente Nitrogênio, Fosforo e Potássio, além de sua contribuição

para o aumento da capacidade de troca catiônica do solo (Kiehl, 2010; Malavolta *et al.*, 2002). A tabela 2 a seguir apresenta os valores médios aproximados dos principais minerais e nutrientes encontrados no esterco de caprino: conforme Embrapa,

Tabela 2 – valores médios aproximados dos principais minerais e nutrientes encontrados no esterco de caprino

Nutriente	Valor Percentual Médio (%)
Carbono (C)	~20,27%
Nitrogênio (N)	~2,01%
Fósforo (P)	~0,57%
Potássio (K)	~1,10%
Cálcio (Ca)	~0,38%
Magnésio (Mg)	~0,47%
Matéria Orgânica (MO)	~47,4% (pode variar)

4.4 Ambiente de Cultivo Protegido

O experimento foi instalado em casa de vegetação com área aproximada de 80 m², estrutura metálica em arco, coberta com filme plástico de polietileno de baixa densidade (PEBD) com 200 micras de espessura e laterais protegidas com sombrite de 50%, permitindo a redução da incidência direta da radiação solar e da ação de chuvas intensas.

Foram construídos três canteiros, cada um medindo 4,5 m de comprimento, 1,0 m de largura e 0,15 m de altura, devidamente nivelados e subdivididos em parcelas experimentais.

Figura 4 – Casa de vegetação e disposição dos canteiros experimentais.



Fonte: O autor (2025).

4.5 Delineamento Experimental

O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado (DIC), com sete tratamentos e três repetições, totalizando 21 parcelas experimentais, distribuídas aleatoriamente a radonização das parcelas foi feito através de sorteio para não ter uma alocação tendenciosa de modo a minimizar efeitos ambientais nos canteiros, cada parcela com 12 plantas totalizando 252 plantas em todo o experimento sendo avaliadas apenas 2 plantas por parcela sendo 42 plantas uteis para a coleta de dados, as demais 210 como bordaduras.

Figura 5 – Esquema ilustrativo do delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC).



Fonte: O autor (2025).

4.6 Produção de Mudras e Transplântio

Produção de Mudras

As mudras de alface crespa (*Lactuca sativa* L.), cultivar ‘Grand Rapids TBR’, foram produzidas em bandejas de poliestireno expandido contendo 98 células, utilizando substrato composto por: terra preta 50%, serragem curtida 25% e areia lavada 25%.

A composição de substrato na proporção exata de 50% de terra preta, 25% de serragem curtida e 25% de areia lavada não é universalmente atribuída a um único autor ou conjunto de autores específicos nos resultados de pesquisa.

Terra Preta (50%): O componente principal fornece a base fértil, sendo rica em matéria orgânica e micronutrientes, além de ter boa capacidade de retenção de água. No entanto, a terra preta natural pode conter sementes de plantas daninhas ou patógenos, por isso é recomendado um tratamento prévio, como a solarização ou esterilização a vapor.

Serragem Curtida (25%): A serragem, quando curtida (decomposta), contribui com matéria orgânica adicional, melhora a estrutura do substrato e a retenção de umidade a longo prazo. O processo de curtição é importante para evitar que a decomposição da matéria orgânica "fresca" consuma o nitrogênio disponível para as plantas.

Areia Lavada (25%): A areia lavada é essencial para garantir a aeração e a drenagem do substrato, prevenindo a compactação do solo e o encharcamento, que pode levar ao apodrecimento das raízes. A areia deve ser de construção (grossa) e bem lavada para remover excesso de sal ou impurezas.

Substrato pronto

Essa mistura reflete as diretrizes gerais e a combinação de materiais recomendadas por diversas instituições de pesquisa, como a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária Embrapa Hortaliças Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.



Fonte: O autor (2025).

Transplântio foi realizado aos 27 dias após a sementeira, quando as mudas apresentaram quatro folhas verdadeiras, estágio considerado adequado para o estabelecimento da cultura (Filgueira, 2013).

Figura 6 – Produção de mudas e transplântio da alface nos canteiros experimentais.



Fonte: O autor (2025).



Fonte: O autor (2025).

4.7 Biofertilizante

Biocuna é um fertilizante 100% orgânico, ideal para uma agricultura mais sustentável e eficiente. Rico em nutrientes como nitrogênio, fósforo, potássio e cálcio, fortalece as plantas e aumenta sua resistência a pragas e doenças: Conforme especificação do fabricante Agricuna.

Nível de Garantia do Biocuna	
Nutrientes	mg/100ml
Nitrogênio (N)	3,6
P ₂ O ₅	0,9
K ₂ O	6,0
Cálcio (Ca)	0,8
Magnésio (Mg)	0,6

O biofertilizante “Biocuna” foi aplicado via foliar utilizando pulverizador manual com capacidade de 350 mL, garantindo a cobertura uniforme da parte aérea das plantas, com atenção especial à face adaxial e abaxial das folhas como mostra a figura 7.

As soluções foram preparadas no momento da aplicação, de acordo com as concentrações estabelecidas para cada tratamento, utilizando água limpa como veículo, a fim de assegurar homogeneidade na aplicação. As aplicações foram realizadas uma vez por semana, totalizando três aplicações, sempre no período da manhã, com o objetivo de reduzir perdas por evaporação, minimizar o risco de fitotoxicidade e favorecer a absorção foliar dos nutrientes, aproveitando as condições mais amenas de temperatura e maior umidade relativa do ar, além de evitar a incidência direta de radiação solar durante a pulverização.

Figura 7 – Aplicação foliar do “Biocuna” nos tratamentos experimentais.



Fonte: O autor (2025)

4.8 Tratos Culturais e Irrigação

O manejo adequado da irrigação é importante não apenas por suprir as necessidades hídricas das plantas, mas também por minimizar problemas com doenças e lixiviação de nutrientes, bem como gastos desnecessários com água e energia. O manejo otimizado da irrigação requer uma estimativa sistemática do estado energético de água no solo para determinar as quantidades apropriadas e o tempo de irrigação. O conteúdo de água do solo deve ser mantido entre certos limites específicos, onde a água disponível para a planta não seja limitada (MORGAN et al., 2001).

A determinação da curva de retenção de água do solo, que representa a relação entre o teor de água e a energia com a qual ela está retida, é essencial no estudo das relações solo-água. Sua determinação, efetuada por meio de técnicas tradicionais de laboratório, tais como a da câmara de pressão (RICHARDS, 1965),

A irrigação foi realizada diariamente, de forma manual, utilizando regador com capacidade de 10 L, em dois turnos (manhã e tarde), considerando as exigências hídricas da cultura por meio de técnicas tradicionais observando a capacidade de campo e o ponto de murcha da cultura em que o turgor da planta (a pressão interna da água nas células) é insuficiente para manter a estrutura da folha onde a taxa de transpiração elevada, condições climáticas como baixa umidade relativa do ar e alta temperatura aumentam a taxa na qual a alface perde água para a atmosfera, superando a capacidade de absorção pelas raízes, conforme (Figura 8), em média foi utilizado 40 litro de água por canteiros sendo 20 litros pela da manhã e 20 litro a tarde nas horas com temperaturas mais baixas para a tender a capacidade de campos do solo.

Os tratos culturais consistiram em capinas manuais semanal antes de aplicar o biofertilizante nos tratamentos, não sendo utilizado qualquer tipo de defensivo químico, A capina manual é crucial para o cultivo de alface, pois garante que as plantas daninhas entram em competição com a cultura por recursos essenciais como luz, água e nutrientes, a alface é particularmente sensível a essa competição, o que torna o controle eficaz da erva daninha indispensável para um bom desenvolvimento e produtividade a capina deve ser superficial, principalmente quando as plantas de alface estão em um estágio mais avançado (cerca de 20-25 dias), para não estressar a planta com danos às raízes.

Figura 8 – Irrigação e controle de plantas invasoras.



Fonte: O autor (2025)

4.9 Avaliação das variáveis agronômicas

As avaliações agronômicas foram realizadas em duas plantas centrais de cada parcela colidas e encaminhada ao laboratório para fazer as avaliações morfológicas e pesagem, conforme (Figura 9) utilizando régua graduada, paquímetro digital e balança analítica.

Figura 9 – Avaliação morfológica e pesagem das plantas de alface.



Fonte: O autor (2025).

4.10 Determinação da Massa Seca

Após a determinação da massa fresca, as amostras vegetais foram submetidas à secagem em estufa de circulação forçada de ar, à temperatura de 65 °C, até o peso constante **Figura 10**.

Figura 10 – Secagem de material vegetal em estufa de circulação forçada de ar.



Fonte: O autor (2025).

4.11 Análise Estatística

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e ao teste de Tukey, utilizando o software GENES.

Figura 11 – Organização e análise estatística dos dados experimentais.



Fonte: O autor (2025).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Análise Geral dos Resultados

Os resultados obtidos referem-se à avaliação do efeito de diferentes doses do biofertilizante líquido aeróbico “Biocuna”, aplicado via foliar, sobre o desenvolvimento e a produtividade da alface crespa (*Lactuca sativa* L.), cultivar ‘Grand Rapids TBR’, cultivada em ambiente protegido no município de Porto Grande – AP. As variáveis analisadas compreenderam parâmetros morfológicos, produtivos e de acúmulo de biomassa fresca e seca.

Inicialmente, os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), cujos resultados encontram-se apresentados na Tabela 1. De acordo com a ANOVA, não foi observado efeito significativo ($p > 0,05$) das doses do biofertilizante para nenhuma das variáveis avaliadas, indicando comportamento estatisticamente semelhante entre os tratamentos testados.

A ausência de significância estatística indica que, nas condições em que o experimento foi conduzido, as doses do biofertilizante “Biocuna” não promoveram alterações detectáveis no desempenho agrônômico da cultura da alface, quando comparadas ao tratamento controle.

5.2 Análise de Variância

A Tabela 1 apresenta o resumo da análise de variância das variáveis agrônômicas avaliadas. Observa-se que todas as variáveis analisadas, incluindo comprimento do caule, diâmetro do caule, número de folhas comerciais e não comerciais, massa fresca e massa seca das diferentes partes da planta, não apresentaram diferença estatística significativa entre os tratamentos.

A ausência de efeito significativo para as variáveis produtivas e morfológicas sugere que, nas condições experimentais avaliadas, o fornecimento de nutrientes via aplicação foliar do biofertilizante não foi suficiente para promover incrementos expressivos no crescimento e no acúmulo de biomassa da cultura.

Esses resultados reforçam a importância de considerar que a resposta da alface à adubação orgânica líquida está fortemente condicionada a fatores ambientais, especialmente em regiões de clima quente e úmido, como a Amazônia.

Tabela 1 – Resumo da análise de variância das variáveis agrônômicas da alface crespa submetida a diferentes doses do biofertilizante “Biocuna”, em cultivo protegido, Porto Grande – AP, 2025.

FONTES DE VARIÇÃO	GL	FONTE DE VARIÇÃO														
		CC	DC	NFC	NFNC	MFC	MFF	MFPA	MFR	MFT	MSF	MSR	MSC	MSPA	MST	MSPA/MST
TRAT.	6	329 ns	848 ns	288 ns	.317 ns	228 ns	241 ns	360 ns	123 ns	379 ns	.519 ns	.006 ns	.035 ns	.635 ns	.730 ns	.0015 ns
RES.	14	429 ns	584 ns	271 ns	.773 ns	217 ns	257 ns	378 ns	112 ns	398 ns	114 ns	.004 ns	.020 ns	126 ns	139 ns	.0019 ns
TOTAL	20															
MÉDIA GERAL		14,51	14,59	10,28	2,31	0,02	0,06	0,06	6,62		3,13	0,4	0,61	3,75	0,1	

Comprimento de Caule (CC), Diâmetro do Caule(DC), Número de Folhas Comerciais (NFC), Numero de Folhas Não Comerciais (NFNC), Massa Fresca do Caule (MFC), Massa Fresca das Folhas (MFF), Massa Fresca da Parte Aérea (MFPA), Massa Fresca da Raiz (MFR), Massa Fresca Total (MFT), Massa Seca da Folha (MSF), Massa Seca da Raiz (MSR), Massa Seca do Caule (MSC), Massa Seca da Parte Aérea (MSPA), Massa Seca Total (MST), **Fonte:** Autoria própria (2025).

ns = não significativo pelo teste F ($p > 0,05$).

A ausência de significância estatística indica que, nas condições do experimento, as doses do biofertilizante não promoveram alterações detectáveis no desempenho agrônômico da cultura, poderia ter ariscado mais de uma aplicação semanal.

5.3 Variáveis Morfológicas

As variáveis morfológicas comprimento do caule (CC) e diâmetro do caule (DC) não apresentaram diferenças estatísticas significativas entre as doses do biofertilizante, conforme indicado pela análise de variância (Tabela 1). Esse comportamento demonstra que o biofertilizante “Biocuna”, independentemente da concentração aplicada, não influenciou de forma significativa o desenvolvimento estrutural das plantas.

O alongamento do caule observado de forma geral pode estar associado às condições térmicas elevadas no interior da casa de vegetação, fator que favorece a antecipação do pendoamento na cultura da alface. Segundo Filgueira (2013), temperaturas acima da faixa ideal aceleram o ciclo da cultura e promovem alterações fisiológicas que resultam em maior alongação do caule, independentemente do manejo nutricional adotado.

5.4 Número de Folhas Comerciais e Não Comerciais

Para as variáveis número de folhas comerciais (NFC) e número de folhas não comerciais (NFNC), também não foram observadas diferenças estatisticamente significativas entre os tratamentos. Esse resultado indica que as doses testadas do biofertilizante não afetaram a formação de folhas aptas ou não aptas à comercialização.

A presença de folhas não comerciais pode ser atribuída principalmente ao estresse térmico, que acelera a senescência foliar e reduz o período ideal de colheita. Luz *et al.* (2009) destacam que altas temperaturas comprometem a qualidade comercial da alface, independentemente do sistema de adubação utilizado.

5.5 Massa Fresca

As variáveis relacionadas à massa fresca, incluindo massa fresca das folhas, da parte aérea, da raiz e massa fresca total, não apresentaram diferenças estatísticas significativas entre os tratamentos, conforme evidenciado pela análise de variância.

Esses resultados indicam que a aplicação foliar do biofertilizante “Biocuna” não promoveu incrementos expressivos no acúmulo de biomassa fresca da cultura. Segundo Santos *et al.* (2019), a eficiência da adubação orgânica líquida em hortaliças folhosas pode ser limitada quando fatores ambientais, como temperatura elevada e radiação excessiva, atuam como principais condicionantes do crescimento vegetal.

5.6 Massa Seca

A avaliação da massa seca, utilizada como indicador do acúmulo real de matéria orgânica pelas plantas, também não evidenciou diferenças estatísticas significativas entre os tratamentos para as variáveis massa seca das folhas, do caule, da parte aérea, da raiz e da massa seca total.

A ausência de resposta significativa na massa seca sugere que o biofertilizante não alterou a eficiência de assimilação e alocação de biomassa pelas plantas. Esse comportamento pode estar relacionado à curta duração do ciclo da cultura e às condições térmicas elevadas no ambiente protegido, fatores que afetam diretamente a fotossíntese e o metabolismo vegetal (Sala; Costa, 2012).

5.7 Considerações Finais dos Resultados

Embora não tenham sido observadas diferenças estatísticas significativas entre as doses do biofertilizante, todas as plantas apresentaram padrão comercial aceitável, com massa fresca compatível ou superior à observada no mercado local. Esse resultado demonstra que o biofertilizante “Biocuna” pode ser utilizado como alternativa nutricional em sistemas agroecológicos, sem prejuízo ao desenvolvimento da cultura.

Os resultados obtidos reforçam a importância da adequação da cultivar, da época de plantio e do manejo ambiental em cultivo protegido, especialmente em regiões de clima quente, onde a temperatura exerce forte influência sobre o desempenho da alface.

CONCLUSÃO

Nas condições em que o experimento foi conduzido, a aplicação foliar do biofertilizante líquido aeróbico “Biocuna”, em diferentes doses, não promoveu diferenças estatisticamente significativas no crescimento, desenvolvimento morfológico e produtividade da alface crespa (*Lactuca sativa* L.), cultivar ‘Grand Rapids TBR’, cultivada em ambiente protegido no município de Porto Grande – AP. As variáveis agrônômicas avaliadas apresentaram comportamento semelhante entre os tratamentos, indicando ausência de resposta significativa da cultura às doses testadas do biofertilizante.

Os resultados demonstram que as condições ambientais, especialmente as elevadas temperaturas no interior da casa de vegetação, exerceram maior influência sobre o desenvolvimento da cultura do que o manejo nutricional via aplicação foliar do biofertilizante, contribuindo para a antecipação do ciclo e o início do pendoamento. Dessa forma, fatores climáticos mostraram-se determinantes para o desempenho da alface nas condições avaliadas.

Apesar da ausência de efeito significativo das doses do biofertilizante, todas as plantas apresentaram padrão comercial satisfatório não houve ataque de pragas ou incidência de doença, evidenciando que o uso do biofertilizante “Biocuna” não compromete o desenvolvimento da cultura e pode ser considerado uma alternativa viável em sistemas agroecológicos e na agricultura familiar. Recomenda-se a realização de novos estudos com diferentes épocas de cultivo, cultivares mais tolerantes ao pendoamento e estratégias de controle térmico em ambiente protegido.

6. REFERÊNCIAS

- ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements**. Rome: FAO, 1998. (FAO Irrigation and Drainage Paper, 56).
- BORLACHENCO, N. G.; GONÇALVES, A. B. Expansão da agricultura e os impactos ambientais causados pelo uso de fertilizantes e agrotóxicos. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, Florianópolis, v. 6, n. 1, p. 379–399, 2017.
- COSTA, E. M.; SILVA, H. R.; FERREIRA, L. L. Manejo nutricional da alface e seus efeitos na produtividade. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Brasília, v. 16, n. 2, p. 45–56, 2021.
- CRAVO, M. S.; VIÉGAS, I. J. M.; BRASIL, E. C. **Recomendações de calagem e adubação para o Estado do Pará**. 3. ed. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2010.
- CRUZ, C. D. **GENES – a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics**. *Acta Scientiarum. Agronomy*, Maringá, v. 38, n. 4, p. 547–552, 2016.
- FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 3. ed. Viçosa: UFV, 2013.
- IBGE. **Censo Agropecuário 2017: resultados definitivos**. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2019.
- KIEHL, E. J. **Fertilizantes orgânicos**. Piracicaba: Agronômica Ceres, 2010.
- LUZ, J. M. Q.; GUIMARÃES, S. T. M. R.; KORNDÖRFER, G. H. Produção de alface em função de cultivares e ambientes. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 27, n. 3, p. 386–390, 2009.
- MALAVOLTA, E.; GOMES, F. P.; ALCARDE, J. C. **Adubos e adubações**. São Paulo: Nobel, 2002.
- MALDONADO, I. R.; CARVALHO, A. D. F.; FERREIRA, M. E. **Manual de boas práticas agrícolas na produção de alface**. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2014.
- MEDEIROS, M. B.; WANDERLEY, P. A.; WANDERLEY, M. J. A. Biofertilizantes líquidos: processos fermentativos e aplicação agrícola. **Revista Agroecologia**, Recife, v. 2, n. 1, p. 33–41, 2003.
- NETO, E. A. T. **Biofertilizantes: caracterização química, qualidade sanitária e eficiência em diferentes concentrações na cultura da alface**. 2006. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.

- PIMENTEL-GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. 15. ed. Piracicaba: FEALQ, 2009.
- SALA, F. C.; COSTA, C. P. Retardamento do pendramento na alface: avanços genéticos e desafios. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 30, n. 1, p. 1–8, 2012.
- SANTOS, A. C. V. **Biofertilizante líquido: o defensivo da natureza**. Niterói: EMATER-RIO, 1992.
- SANTOS, H. G. *et al.* **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 5. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2018.
- SANTOS, R. S.; ALMEIDA, E. F.; OLIVEIRA, M. A. Biofertilizantes no crescimento e produtividade de hortaliças folhosas. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 50, n. 3, p. 456–464, 2019.
- SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3. ed. Viçosa: UFV, 2002.