

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

BRUNO DOS SANTOS BARBOSA

**INFLUÊNCIA DA COBERTURA DO SOLO NA PRODUTIVIDADE DE  
CULTIVARES DE ALFACE EM CONDIÇÕES DE ALTAS TEMPERATURAS NO  
AMAPÁ**

PORTO GRANDE - AP

2025

BRUNO DOS SANTOS BARBOSA

**INFLUÊNCIA DA COBERTURA DO SOLO NA PRODUTIVIDADE DE  
CULTIVARES DE ALFACE EM CONDIÇÕES DE ALTAS TEMPERATURAS NO  
AMAPÁ**

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

Orientador: Dr. Paulo Ricardo dos Santos.

Coorientador: Dr. Nilvan Carvalho Melo.

PORTO GRANDE - AP

2025

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

---

B238i      Barbosa, Bruno dos Santos  
             INFLUÊNCIA DA COBERTURA DO SOLO NA PRODUTIVIDADE DE  
             CULTIVARES DE ALFACE EM CONDIÇÕES DE ALTAS TEMPERATURAS  
             NO AMAPÁ  
             / Bruno dos Santos Barbosa - Porto Grande, 2025. 32 f.: il.

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

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

             1. Produção de Alface. 2. Camada morta do solo. 3. Estresse térmico. I. dos  
             Santos, Paulo Ricardo, orient. II. Melo, Nilvan Carvalho, coorient. III. Título.

---


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

BRUNO DOS SANTOS BARBOSA


**INFLUÊNCIA DA COBERTURA DO SOLO NA PRODUTIVIDADE DE  
CULTIVARES DE ALFACE EM CONDIÇÕES DE ALTAS  
TEMPERATURAS NO AMAPÁ**

BANCA EXAMINADORA


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

Documento assinado digitalmente  
 **PAULO RICARDO DOS SANTOS**  
Data: 04/02/2026 18:09:08-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>


Prof. Dr. Fernando Barnabé Cerqueira  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amapá – IFAP

Documento assinado digitalmente  
 **FERNANDO BARNABE CERQUEIRA**  
Data: 04/02/2026 18:48:57-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Maxwel Nascimento Rodrigues  
Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro -  
UENF

Documento assinado digitalmente  
 **MAXWEL RODRIGUES NASCIMENTO**  
Data: 05/02/2026 06:42:17-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

.Dra. Monaliza Alves dos Santos  
Centro de Tecnologias Estratégicas do Nordeste - CETENE

Documento assinado digitalmente  
 **MONALIZA ALVES DOS SANTOS**  
Data: 04/02/2026 18:38:32-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Apresentado em: 19/ 12/ 2025

Conceito/Nota: 9.5

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, fonte de toda luz e sabedoria, expresso minha mais profunda gratidão por iluminar meus caminhos e fortalecer meu espírito nos momentos de dúvida. Foi Ele quem me deu coragem para seguir adiante, mesmo quando a jornada parecia inalcançável.

À minha família, que sempre foi meu alicerce, dedico um agradecimento especial por todo amor, apoio e compreensão ao longo desses anos. Cada palavra de incentivo, cada gesto de carinho e cada demonstração de confiança serviram como combustível para que eu persistisse e acreditasse no meu potencial.

Também estendo meus sinceros agradecimentos aos meus amigos, que acompanharam de perto esta caminhada. Foram eles que tornaram os dias mais leves, compartilharam momentos de alegria, dividiram dificuldades e ofereceram apoio nos períodos mais desafiadores. A amizade de cada um foi essencial para que eu mantivesse o equilíbrio emocional durante toda a graduação.

Registro minha imensa gratidão ao meu orientador, Prof. Dr. Paulo Ricardo dos Santos, pela orientação dedicada, pela paciência e pela confiança depositada ao longo da elaboração deste trabalho. Sua experiência e comprometimento foram fundamentais para meu crescimento acadêmico e profissional.

Da mesma forma, agradeço profundamente aos professores Dra. Ana Maria Guimarães Bernardo e Dr. Cleber Macedo de Oliveira, que contribuíram decisivamente para minha formação, transmitindo conhecimentos valiosos que levarei para além da vida universitária.

Ao meu coorientador e coordenador de curso, Prof. Dr. Nilvan Carvalho Melo, deixo registrado meu agradecimento pela orientação complementar, pelas contribuições ao meu trabalho e pelo comprometimento com minha formação enquanto estudante de Engenharia Agrônômica. Sua dedicação ao curso e aos alunos foi um exemplo inspirador ao longo dessa caminhada.

Por fim, agradeço à instituição de ensino que me acolheu e proporcionou a realização do curso de Engenharia Agrônômica. A estrutura oferecida, o ambiente de aprendizado, as oportunidades acadêmicas e o compromisso com a formação de profissionais qualificados foram essenciais para meu desenvolvimento pessoal e científico.

A todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para esta conquista, deixo aqui minha gratidão mais sincera.

“Não há sonho que não possa ser concretizado quando se transforma em projeto.”

*(Paulo Freire)*

## RESUMO

A alface (*Lactuca sativa* L.) é uma hortaliça amplamente cultivada, porém sensível a condições de altas temperaturas, comuns no verão amapaense, que podem comprometer seu desenvolvimento. Este estudo teve como objetivo avaliar a influência da cobertura vegetal do solo com capim sobre o desenvolvimento de cultivares de alface cultivadas sob condições de elevada temperatura. O experimento foi conduzido no município de Porto Grande, estado do Amapá, durante o período de verão, em delineamento experimental em blocos casualizados, com arranjo fatorial composto por cultivares de alface e duas condições de manejo do solo (com e sem cobertura vegetal). A cobertura do solo foi realizada por meio da aplicação de capim mombaça sobre a superfície dos canteiros. As avaliações concentraram-se em variáveis relacionadas ao crescimento e ao desenvolvimento das plantas, incluindo o acúmulo de biomassa aérea, a conformação morfológica das plantas e as respostas do sistema radicular. Os resultados demonstraram que a presença da cobertura vegetal proporcionou condições mais favoráveis ao desenvolvimento da alface, refletindo em maior produção de biomassa aérea e melhor conformação das plantas, quando comparado ao cultivo em solo descoberto. As respostas do sistema radicular foram menos expressivas, comportamento compatível com as características da cultura, sem comprometer o desempenho geral das plantas. Diferenças entre as cultivares avaliadas evidenciaram a influência das características genéticas na adaptação ao ambiente modificado pela cobertura do solo. A utilização da cobertura vegetal contribuiu para a modificação das condições do solo durante o período experimental, favorecendo um ambiente mais estável para o crescimento das plantas sob temperaturas elevadas. Esses efeitos reforçam a relevância do manejo do solo como estratégia para atenuar os impactos do estresse térmico em sistemas de cultivo de alface. Dessa forma, os resultados obtidos evidenciam a importância da adoção de práticas de manejo adequadas associadas à escolha de cultivares mais adaptadas às condições edafoclimáticas do verão amapaense.

**Palavras-chave:** Estresse térmico. Sustentabilidade agrícola. Microclima do solo.

## ABSTRACT

Lettuce (*Lactuca sativa* L.) is a widely cultivated vegetable; however, it is sensitive to high-temperature conditions, which are common during the summer in the state of Amapá and may compromise its development. This study aimed to evaluate the influence of soil cover with grass on the development of lettuce cultivars grown under high-temperature conditions. The experiment was conducted in the municipality of Porto Grande, in the state of Amapá, during the summer period, using a randomized block experimental design with a factorial arrangement composed of lettuce cultivars and two soil management conditions (with and without plant cover). Soil cover was applied through the distribution of Mombasa grass on the surface of the beds. Evaluations focused on variables related to plant growth and development, including shoot biomass accumulation, plant morphological conformation, and root system responses. The results demonstrated that the presence of plant cover provided more favorable conditions for lettuce development, resulting in greater shoot biomass production and improved plant conformation when compared to cultivation in uncovered soil. Root system responses were less expressive, a behavior consistent with the characteristics of the crop, without compromising overall plant performance. Differences among the evaluated cultivars highlighted the influence of genetic characteristics on adaptation to the environment modified by soil cover. The use of plant cover contributed to the modification of soil conditions during the experimental period, promoting a more stable environment for plant growth under elevated temperatures. These effects reinforce the relevance of soil management as a strategy to mitigate the impacts of thermal stress in lettuce cultivation systems. Thus, the results obtained demonstrate the importance of adopting appropriate management practices associated with the selection of cultivars better adapted to the edaphoclimatic conditions of the summer in Amapá.

**Keywords:** Thermal stress. Agricultural sustainability. Soil microclimate.

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 – Análise de variância (ANOVA) de cultivares de alface com e sem cobertura do solo, avaliadas em delineamento em blocos casualizados com parcelas subdivididas, em Porto Grande, Amapá – 2025.

Tabela 2 – Médias das variáveis agronômicas da parte aérea de cultivares de alface cultivadas com e sem cobertura do solo, em condições de altas temperaturas, em Porto Grande, Amapá – 2025.

Tabela 3 – Médias das variáveis relacionadas à massa fresca e massa seca das folhas de cultivares de alface submetidas à cobertura do solo, em Porto Grande, Amapá – 2025.

Tabela 4 – Médias das variáveis relacionadas ao caule e ao sistema radicular de cultivares de alface cultivadas com e sem cobertura do solo, em Porto Grande, Amapá – 2025.

## **LISTA DE SIGLAS**

ANOVA	Análise de Variância
AP	Amapá
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CV	Coeficiente de Variação
DBC	Delineamento em Blocos Casualizados
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
MAPA	Ministério da Agricultura e Pecuária
TCC	Trabalho de Conclusão de Curso

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 REVISÃO DE LITERATURA	12
2.1 Desafios climáticos no verão amapaense	12
2.2 Aspectos fisiológicos da alface em ambientes de alta temperatura	13
2.3 Cobertura morta	13
2.3.1 Capim-Mombaça como material para cobertura do solo	14
2.4 Características dos grupos das cultivares avaliadas	15
2.4.1 Crespa	15
2.4.2 Mimosa	15
2.4.3 Americana	15
2.5 Características agrônômicas e papel das cultivares em ambientes quentes	16
3 OBJETIVOS	16
3.1 Geral	16
3.2 Específicos	17
4 MATERIAL E MÉTODOS	17
4.1 Caracterização da área e clima	17
4.2 Condução do experimento	18
4.3 Produção de mudas	18
4.4 Delineamento experimental e implantação	19
4.5 Temperatura do solo	19
4.6 Variáveis avaliadas	20
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	20
6. CONCLUSÕES	24
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	25

## 1 INTRODUÇÃO

A horticultura desempenha papel essencial na segurança alimentar e no fortalecimento econômico de diversas regiões do Brasil, especialmente entre agricultores familiares e pequenos produtores (Cardoso *et al.*, 2024). De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, a agricultura familiar representa 77% dos estabelecimentos agropecuários do país, configurando-se como base produtiva relevante para o abastecimento interno e para a geração de renda no meio rural (IBGE, 2017). A alface (*Lactuca sativa* L.), por seu rápido ciclo, ampla aceitação comercial e relevância social, é uma das hortaliças mais cultivadas e consumidas no país (Brzezinski *et al.*, 2017; Ribeiro *et al.*, 2023). Entretanto, em regiões tropicais, o cultivo dessa espécie ainda enfrenta desafios consideráveis, especialmente durante períodos de temperatura elevada, como ocorre no verão amapaense.

As temperaturas registradas em ambientes externos e internos durante os períodos de inverno e verão no estado do Amapá refletem as características do clima equatorial da região, marcado por valores elevados ao longo de todo o ano e baixa amplitude térmica. No período de verão, observa-se intensificação das temperaturas do ar e do solo, especialmente em ambientes de cultivo sem controle térmico, enquanto no inverno os valores permanecem elevados, porém com menor variação diária. Essas condições térmicas influenciam o desenvolvimento das hortaliças, podendo acelerar os processos metabólicos, elevar a taxa respiratória e afetar o crescimento e o desempenho produtivo das plantas (Vilhena; Silva; Freitas, 2017; Santos, 2021).

Em condições de temperaturas elevadas, a alface apresenta respostas distintas de crescimento e produção entre cultivares, em função de diferenças genéticas relacionadas à adaptação ao calor. Essas variações são mais evidentes em regiões de clima quente, onde o manejo influencia diretamente o desenvolvimento da cultura. A cobertura do solo modifica o microclima, interferindo na temperatura e na umidade do solo, e sua interação com diferentes cultivares resulta em desempenhos produtivos diferenciados. Além disso, o estresse térmico compromete a produtividade da cultura, uma vez que temperaturas acima de 30 °C afetam processos fisiológicos e reduzem a qualidade comercial da alface (Zhao *et al.*, 2022). Dessa forma, o cultivo em ambientes quentes depende da escolha adequada da cultivar e das práticas de manejo adotadas (Filgueira, 2013; Resende; Costa; Dias, 2010).

A aplicação de materiais orgânicos como cobertura do solo promove a manutenção de condições mais estáveis de temperatura e umidade, reduzindo variações térmicas bruscas e a perda de água por evaporação. Essa prática atua diretamente no ambiente radicular, favorecendo o desenvolvimento das plantas e reduzindo os efeitos das altas temperaturas, especialmente em épocas mais quentes. Em cultivos de alface, a utilização de coberturas vegetais tem sido associada a melhores condições de crescimento, refletidas no aumento do número de folhas, do diâmetro das plantas e da massa fresca, quando comparada ao descoberto (Rodrigues *et al.*, 2009; Resende; Costa; Dias, 2010), além de contribuir para maior eficiência no uso da água e melhoria das propriedades físicas do solo (OLIVEIRA *et al.*, 2016; SILVA *et al.*, 2019).

Embora a literatura indique que a cobertura do solo exerce influência positiva sobre o desempenho da alface e que diferentes cultivares apresentam respostas distintas às condições ambientais, os resultados disponíveis mostram que esses efeitos dependem fortemente do ambiente térmico em que a cultura é conduzida. Estudos realizados em regiões de clima quente evidenciam que a utilização de coberturas do solo pode reduzir oscilações de temperatura e favorecer o crescimento e a produção da alface, com variações de resposta entre cultivares quanto ao número de folhas, diâmetro e massa fresca (Verdial *et al.*, 2000; Andrade Júnior *et al.*, 2005).

Ao avaliarem o uso de cobertura morta no cultivo da alface, Oliveira *et al.* (2010) observaram incrementos significativos na massa fresca e no desenvolvimento das plantas em relação ao solo descoberto, resultados associados à redução da temperatura do solo e à maior conservação da umidade. Segundo os autores, a cobertura do solo proporcionou condições mais favoráveis ao crescimento vegetativo da cultura, sobretudo em períodos de temperaturas elevadas. No entanto, essas investigações foram desenvolvidas em condições edafoclimáticas distintas daquelas observadas no estado do Amapá, onde predominam temperaturas elevadas ao longo do ano e elevada umidade relativa do ar.

Nesse contexto, ainda são escassos estudos que avaliem de forma integrada a influência da cobertura do solo associada ao comportamento de diferentes cultivares de alface sob as condições térmicas típicas do ambiente amazônico. Assim, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a influência da cobertura do solo em cultivares de alface cultivadas sob altas temperaturas no Amapá, buscando gerar informações específicas para a realidade regional e contribuir para o aprimoramento das estratégias de

manejo da cultura no estado.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Desafios climáticos no verão amapaense

O verão amapaense apresenta características climáticas marcantes, como elevada radiação solar, altas temperaturas do ar e maior demanda evaporativa, que influenciam diretamente o desenvolvimento das hortaliças. Em culturas sensíveis como a alface, a combinação de calor intenso e luminosidade excessiva resulta em aumento da transpiração, acelerada perda de água e maior risco de murchamento. Esses efeitos são especialmente pronunciados nas horas centrais do dia, quando a planta enfrenta dificuldade para manter seu equilíbrio hídrico e fisiológico. Assim, o ambiente climático do Amapá durante o verão constitui um fator limitante expressivo para o cultivo da alface, exigindo estratégias adaptativas bem definidas (Alvares *et al.*, 2013; Filgueira, 2013; Blanco; Folegatti, 2007).

A intensidade do calor nesse período também afeta os mecanismos fisiológicos responsáveis pela expansão foliar e pelo acúmulo de biomassa. Como a alface possui metabolismo adaptado a temperaturas mais amenas, qualquer elevação térmica acima do limiar fisiológico compromete a curva de crescimento da cultura. As folhas tendem a apresentar menor área foliar, redução na taxa de alongamento e declínio no vigor vegetativo, refletindo diretamente na produtividade final. A sensibilidade a essas condições reforça a necessidade de um manejo que considere a realidade climática local e que seja capaz de minimizar o impacto do calor excessivo (Filgueira, 2013; Resende & Costa, 2008; Taiz *et al.*, 2017).

Outro ponto crítico associado ao verão amapaense é o rápido aquecimento do solo, que absorve radiação de forma intensa devido ao baixo sombreamento e à alta exposição solar. Solos muito aquecidos alteram o equilíbrio térmico das raízes e interrompem processos fundamentais como a absorção de nutrientes, a dinâmica hídrica e a respiração radicular. Esse conjunto de alterações prejudica o crescimento das folhas e o funcionamento do sistema radicular, tornando o cultivo da alface especialmente desafiador nessa época do ano. Portanto, compreender os efeitos climáticos da região é imprescindível para a formulação de estratégias adequadas ao cultivo no verão

amazônico (Araújo *et al.*, 2010; Santos *et al.*, 2014; Embrapa, 2014).

## 2.2 Aspectos fisiológicos da alface em ambientes de alta temperatura

A aplicação de materiais orgânicos como cobertura do solo promove a manutenção de condições mais estáveis de temperatura e umidade, reduzindo variações térmicas bruscas e a perda de água por evaporação. Essa prática atua diretamente no ambiente radicular, favorecendo o desenvolvimento das plantas e reduzindo os efeitos das altas temperaturas, especialmente em épocas mais quentes. A alface (*Lactuca sativa* L.), classificada como planta de metabolismo fotossintético C3, apresenta maior sensibilidade ao estresse térmico, o que torna a manutenção da umidade e da temperatura do solo ainda mais relevante para seu crescimento. Em cultivos de alface, a utilização de coberturas vegetais tem sido associada a melhores condições de crescimento, refletidas no aumento do número de folhas, do diâmetro das plantas e da massa fresca, quando comparada ao solo descoberto (SILVA *et al.*, 2019; TAIZ *et al.*, 2017).

Além disso, temperaturas elevadas provocam instabilidade fisiológica nos tecidos foliares, aumentando a suscetibilidade ao estresse oxidativo e reduzindo a eficiência enzimática. As enzimas responsáveis pelas reações fotossintéticas possuem sensibilidade térmica significativa, e sua desestabilização reduz o potencial fotossintético da planta. Essa condição leva a uma diminuição no crescimento foliar e a um desenvolvimento menos vigoroso, especialmente quando o calor se mantém constante ao longo do ciclo produtivo. O crescimento final da alface é reflexo direto dessa somatória de limitações fisiológicas (Taiz *et al.*, 2017; Silva *et al.*, 2015).

O balanço hídrico também é fortemente influenciado pelas altas temperaturas. A alface, por possuir folhas finas e grande área evaporativa, sofre com a transpiração excessiva em ambientes quentes. Quando a absorção radicular não acompanha essa perda hídrica, o resultado é a perda de turgidez e a interrupção do crescimento. O calor ainda intensifica a evaporação do solo, diminuindo a disponibilidade de água e exigindo intervenções constantes para evitar o estresse hídrico. Assim, a somatória dos efeitos térmicos e hídricos define a resposta fisiológica da alface ao verão amapaense, justificando a necessidade de métodos que ofereçam maior estabilidade térmica e hídrica à cultura (Larcher, 2006; Blanco; Folegatti, 2007; Taiz *et al.*, 2017).

## 2.3 Cobertura morta

A cobertura morta consiste na aplicação de material vegetal ou orgânico sobre a superfície do solo com o objetivo de modificar as condições térmicas e hídricas ao redor da planta. Em regiões de clima quente, como o Amapá, sua utilização tem se destacado devido à capacidade de reduzir o impacto direto da radiação solar e minimizar o aquecimento superficial do solo. Ao formar uma barreira física, a palhada impede que a radiação seja absorvida diretamente, mantendo o solo mais fresco e proporcionando um ambiente radicular mais favorável ao desenvolvimento da cultura. Essa modulação térmica pode fazer diferença significativa no desempenho da alface, especialmente durante o verão, quando as temperaturas se mantêm elevadas por longos períodos (Santos *et al.*, 2014; Monteiro *et al.*, 2016)..

Além de atuar no controle térmico, a cobertura morta exerce importante função na conservação hídrica. Ao reduzir a evaporação direta da água no solo, a palhada prolonga a disponibilidade hídrica para as raízes, garantindo melhores condições para o crescimento da planta. Em áreas onde o calor acelera a perda de água, essa retenção se torna essencial para evitar o murchamento e manter a planta em pleno funcionamento. A presença da palhada também reduz a amplitude térmica diária, diminuindo variações bruscas de temperatura e proporcionando maior estabilidade ao microclima do solo (Monteiro *et al.*, 2016; Oliveira *et al.*, 2018).

Outro benefício associado ao uso da cobertura morta é a melhoria física e biológica do solo. A presença do material protege a superfície contra compactação, reduz o impacto da chuva, favorece a atividade microbiana e contribui para a melhoria da estrutura ao longo do tempo. Esses efeitos indiretos influenciam positivamente o crescimento da alface, que se desenvolve melhor em solos protegidos e mais equilibrados. Portanto, a cobertura morta representa uma técnica de grande importância para o cultivo da alface durante o verão amapaense, contribuindo tanto para o conforto térmico quanto para a estabilidade hídrica da cultura (Santos *et al.*, 2014; Ferreira *et al.*, 2018).

### 2.3.1 Capim-Mombaça como material para cobertura do solo

O capim-Mombaça destaca-se como um dos materiais mais promissores para cobertura morta devido à sua elevada produção de biomassa e fácil disponibilidade nas regiões tropicais. A palha resultante dessa gramínea forma uma camada espessa e uniforme sobre o solo, capaz de reduzir significativamente a incidência de radiação solar direta e amenizar o aquecimento do solo. Por se tratar de um material volumoso e fibroso, o Mombaça cria uma proteção eficaz que se mantém por mais tempo quando comparado a materiais de decomposição rápida, garantindo benefícios térmicos durante grande parte do ciclo da alface (Santos *et al.*, 2014; Ferreira *et al.*, 2018).

Outro aspecto relevante do Mombaça é sua capacidade de conservar a umidade no solo. A palhada reduz a taxa de evaporação e prolonga a retenção hídrica, tornando o ambiente radicular mais estável e menos suscetível ao estresse hídrico. Essa combinação entre moderação térmica e manutenção da umidade faz do capim-Mombaça uma alternativa estratégica para o cultivo de alface no verão amapaense, funcionando como diferencial de manejo especialmente em períodos de calor extremo (Monteiro *et al.*, 2016; Oliveira *et al.*, 2018).

## 2.4 Características dos grupos das cultivares avaliadas

### 2.4.1 Crespa

O grupo alface crespa é caracterizado por apresentar folhas de bordas onduladas e delicadas, que conferem aparência volumosa e tornam esse grupo bastante valorizado pelo fácil manuseio e menor risco de danos pós-colheita. No mercado brasileiro, esse tipo de alface lidera em preferência, principalmente nas tonalidades verde-claras. Dentro desse conjunto de alfases crespas, encontra-se a tradicional Grand Rapids, que representa uma das referências do grupo pela ampla difusão no país (Figura 1) (Matos *et al.*, 2011).

**Figura 1:** Alface Grand Rapids pertencente ao grupo Crespa.



Fonte: Autor, 2025.

#### 2.4.2 Mimosa

O grupo alface mimosa distingue-se das demais por possuir folhas finamente recortadas, o que lhe confere um aspecto ornamental e muito apreciado no mercado. Além das variedades de coloração verde, esse grupo inclui grande parte das alfaces consideradas exóticas, com tons avermelhados ou arroxeados resultantes da presença de antocianinas, compostos associados a benefícios à saúde humana. Dentro desse conjunto de alfaces mimosas encontra-se, por exemplo, a Salad Bowl, uma das representantes do grupo (Figura 2) (Matos *et al.*, 2011).

**Figura 2:** Alface Salad Bowl pertencente ao grupo Mimosa.



Fonte: Autor, 2025.

#### 2.4.3 Americana

O grupo alface americana é reconhecida pela formação de cabeças compactas,

com folhas espessas e firmes que garantem a crocância típica desse grupo. Possui ciclo de cultivo mais longo e apresenta tonalidade verde-escura, características que contribuem para sua aceitação crescente no mercado. No Brasil, esse tipo de alface é o que mais vem ampliando o consumo nos últimos anos. Entre as cultivares que integram o grupo americano está a conhecida Grandes Lagos, frequentemente associada a esse padrão de folhas crocantes (Figura 3) (Matos *et al.*, 2011).

**Figura 3:** Alface Grandes Lagos pertencente ao grupo Americana.



Fonte: Autor, 2025.

## 2.5 Características agronômicas e papel das cultivares em ambientes quentes

As cultivares de alface apresentam ampla variabilidade genética e morfológica, fatores que determinam diferenças importantes quanto à adaptação a ambientes quentes. A cultivar Grand Rapids TBR, pertencente ao grupo crespada, caracteriza-se por folhas soltas, recortadas e de arquitetura aberta, o que favorece maior ventilação e reduz o acúmulo de calor entre as folhas. Essa estrutura confere à cultivar maior tolerância ao estresse térmico, permitindo melhor desempenho em ambientes de elevada luminosidade e temperatura. Sua capacidade de dissipar calor torna-a uma opção interessante para cultivos realizados no verão (Taiz *et al.*, 2017; Zhao *et al.*, 2022).

A cultivar americana Grandes Lagos possui características morfológicas distintas, com folhas mais espessas e formação de cabeça compacta (Matos *et al.*, 2011). Embora apresente excelente qualidade comercial, sua estrutura interna pouco ventilada dificulta a dissipação de calor, aumentando a sensibilidade a temperaturas elevadas. Sob condições de calor intenso, essa cultivar tende a apresentar maior estresse térmico, menor

desenvolvimento e maior risco de distúrbios fisiológicos. Por isso, a avaliação de seu desempenho sob cobertura morta torna-se relevante para verificar sua capacidade de adaptação no verão amapaense (Pereira *et al.*, 2024).

A cultivar Mimosa (Salad Bowl) apresenta folhas soltas e delicadas, com arquitetura leve que favorece maior circulação de ar e melhor troca térmica com o ambiente. Essa característica propicia maior tolerância ao calor e estabilidade no desenvolvimento foliar. Em ambientes quentes, cultivares de folhas soltas tendem a apresentar comportamento mais adaptado, mantendo o crescimento mesmo em condições de temperatura elevada. As diferenças entre esses grupos, quando associadas ao manejo adotado, influenciam diretamente características agrônômicas como número de folhas, diâmetro da planta e acúmulo de biomassa, justificando a avaliação comparativa das cultivares no contexto do verão amapaense (Matos *et al.*, 2011; Han *et al.*, 2014; ).

### **3 OBJETIVOS**

#### **3.1 Geral**

Avaliar a eficiência do uso da cobertura morta na produtividade de cultivares de alface em altas temperaturas no verão do Cerrado amapaense.

#### **3.2 Específicos**

- i. Comparar a produtividade das diferentes cultivares de alface sob condições de solo com e sem cobertura morta na estação de verão do Amapá;
- ii. Produzir informações técnicas para incentivar o cultivo de alface no Amapá;
- iii. Analisar as características agrônômicas das cultivares de alface em função da aplicação de cobertura morta;
- iv. Divulgar os resultados da pesquisa em eventos científicos e junto aos agricultores em feiras agrícolas.

### **4. MATERIAL E MÉTODOS**

#### **4.1 Caracterização da área e clima**

O experimento foi conduzido no município de Porto Grande, localizado na região central do estado do Amapá, em zona equatorial, durante os meses de agosto e setembro de 2025. A área experimental situa-se nas coordenadas 00°42'48" N e 51°24'48" W, a aproximadamente 60 m de altitude. O clima da região é classificado como Ami, segundo a classificação de Köppen, caracterizando-se por elevadas temperaturas e alta umidade relativa do ar ao longo do ano (Alvares *et al.*, 2013). O solo predominante na área é o Latossolo Amarelo, de textura franco-argilosa, com baixa fertilidade natural e elevada acidez, condição típica da região central do estado do Amapá.

O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental do Campus Agrícola Porto Grande, do Instituto Federal do Amapá (IFAP), em ambiente protegido. A instalação ocorreu em uma casa de vegetação com estrutura metálica em arco, coberta com plástico agrícola de 200 micras e laterais em sombrite de 50%, com dimensões de 8 m × 10 m (Figura 4).

**Figura 4:** Casa de vegetação com sombrite e plástico agrícola.



Fonte: Autor, 2025.

De acordo com as informações climatológicas mais recentes disponibilizadas pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), a região central do Amapá apresenta precipitação anual em torno de 2.526 mm, caracterizada por forte concentração de chuvas entre fevereiro e maio, período que responde por aproximadamente 1.454 mm do total anual. Entre agosto e novembro, ocorre a fase de menor pluviosidade, com valores próximos de 203. mm. As condições atmosféricas da área são marcadas por umidade relativa média de cerca de 81% e temperatura média anual de aproximadamente 27,4 °C, com variações típicas entre 24°C e 32,00

°C ao longo do ano (INMET, 2022).

#### 4.2 Condução do experimento

O experimento foi conduzido entre 21 de agosto e 19 de setembro de 2025, em ambiente com condições edafoclimáticas típicas do bioma Cerrado. A condução seguiu o delineamento experimental para a avaliação da cultura da alface, assegurando padronização das práticas de manejo ao longo da execução.

Antes da instalação do cultivo, foi realizada a análise química do solo na camada de 0–20 cm, obtendo-se os seguintes valores: pH 5,20 em água (1;2,5); Matéria Orgânica do Solo (MOS) de 15,69 g/kg; Fósforo de 1 mg/dm<sup>3</sup>; Potássio de 0,03 cmolc/dm<sup>3</sup>; Ca<sup>2+</sup> + Mg<sup>2+</sup> de 0,20 cmolc/dm<sup>3</sup>; Alumínio trocável de 0,80 cmolc/dm<sup>3</sup>; H<sup>+</sup> + Al<sup>3+</sup> de 3,70 cmolc/dm<sup>3</sup>; Soma de bases de 0,20 cmolc/dm<sup>3</sup>; CTC a pH 7,00 de 3,90 cmolc/dm<sup>3</sup>; Saturação por bases (V%) de 5,00% e Saturação por alumínio (m) de 80,00%. Esses resultados evidenciaram elevada acidez, baixa disponibilidade de cátions básicos e predominância de alumínio trocável, características típicas de solos altamente intemperizados do Cerrado.

Com base nessas condições, procedeu-se à correção da acidez do solo e à adubação, conforme as recomendações presentes no manual Recomendações de Calagem e Adubação para o Estado do Pará (EMBRAPA, 2020). A calagem foi realizada pela distribuição uniforme do calcário sobre a área, seguida de incorporação por revolvimento da camada superficial. A adubação da cultura incluiu a adubação de base, realizada antes do transplante, e duas adubações de cobertura aplicadas ao longo do ciclo. Em todas as etapas, os fertilizantes foram aplicados em covas, garantindo melhor direcionamento dos nutrientes ao sistema radicular e maior eficiência na absorção pelas plantas.

Durante o ciclo da cultura, o controle de plantas daninhas foi realizado manualmente, por meio de capinas semanais. A irrigação foi realizada manualmente com o uso de regadores, sendo a quantidade de água e a frequência de irrigação definidas com base em observações práticas ao longo do experimento. As parcelas foram irrigadas até a umidificação da superfície e das camadas mais profundas do solo, garantindo adequado suprimento hídrico às plantas. Os horários de irrigação priorizados foram o início da manhã e o final da tarde, visando reduzir perdas por evaporação e aumentar a eficiência do uso da água, motivo pelo qual a irrigação não foi realizada nos horários de maior insolação.

### 4.3 Produção de mudas

As mudas de alface foram produzidas em ambiente protegido, em bandejas de polietileno com 128 células, preenchidas com substrato composto por 50% de terra preta, 25% de areia lavada e 25% de serragem curtida. Foram semeadas três sementes por célula e, após o desbaste, manteve-se uma plântula vigorosa por célula (Figura 5). Inicialmente, foram semeadas sementes de cinco cultivares de alface, sendo selecionadas três cultivares com melhor desempenho e adaptação à região de estudo (Grand Rapids TBR, Grandes Lagos Americana, Salad Bowl mimosa). A seleção das mudas seguiu o mesmo critério para todas as cultivares, priorizando-se aquelas mais vigorosas e com bom estado fitossanitário. O transplântio ocorreu aos 30 dias após a semeadura, quando as mudas apresentavam quatro folhas definitivas.

**Figura 5:** Mudanças de cultivares de alface em bandejas de polietileno



Fonte: Autor, 2025.

### 4.4 Delineamento experimental e implantação

O experimento foi conduzido em delineamento em blocos casualizados, em esquema fatorial  $3 \times 2$ , arranjados em parcelas subdivididas envolvendo três cultivares de alface (Grand Rapids TBR, Grandes Lagos Americana, Salad Bowl mimosa) e duas condições de solo (com e sem cobertura morta) (Figura 6). A cobertura foi preparada a partir de capim-mombaça coletado na área experimental, posteriormente triturado mecanicamente e submetido à desidratação por cinco dias em ambiente protegido. Durante esse período, o material permaneceu sobre lona e foi revolvido diariamente, assegurando secagem uniforme e evitando a proliferação de microrganismos

indesejáveis. Após a secagem, o capim-mombaça foi aplicado sobre as parcelas em camada uniforme de aproximadamente 5 cm de espessura, garantindo condições adequadas de proteção do solo.

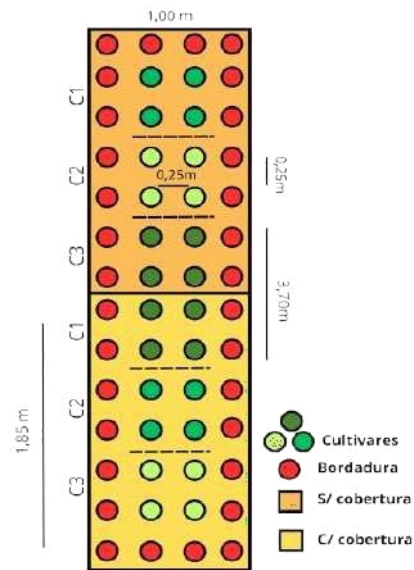
**Figura 6:** Canteiro representativo do bloco de parcelas subdivididas.



Fonte: Autor, 2025.

As parcelas experimentais foram estabelecidas em canteiros (blocos) medindo 3,7 m  $\times$  1,0 m, os quais foram divididos em duas parcelas, cada uma com 1,85 m  $\times$  1,0 m (totalizando 1,85 m<sup>2</sup> de área por parcela). No total, foram utilizados três canteiros, cada um com 0,20 m de altura. Cada parcela foi composta por quatro plantas de cada cultivar em cada tratamento, implantadas em espaçamento de 0,25 m entre linhas e entre plantas. Para garantir o isolamento experimental, plantas de bordadura foram estabelecidas nas extremidades das parcelas, de modo que as quatro plantas centrais constituíram a área útil e foram utilizadas para as avaliações. Considerando o arranjo experimental adotado, cada canteiro conteve 56 plantas, totalizando 168 plantas no experimento, assegurando número suficiente de unidades experimentais para representar adequadamente as condições avaliadas (Figura 7).

**Figura 7:** Croqui representativo do bloco de parcelas subdivididas.

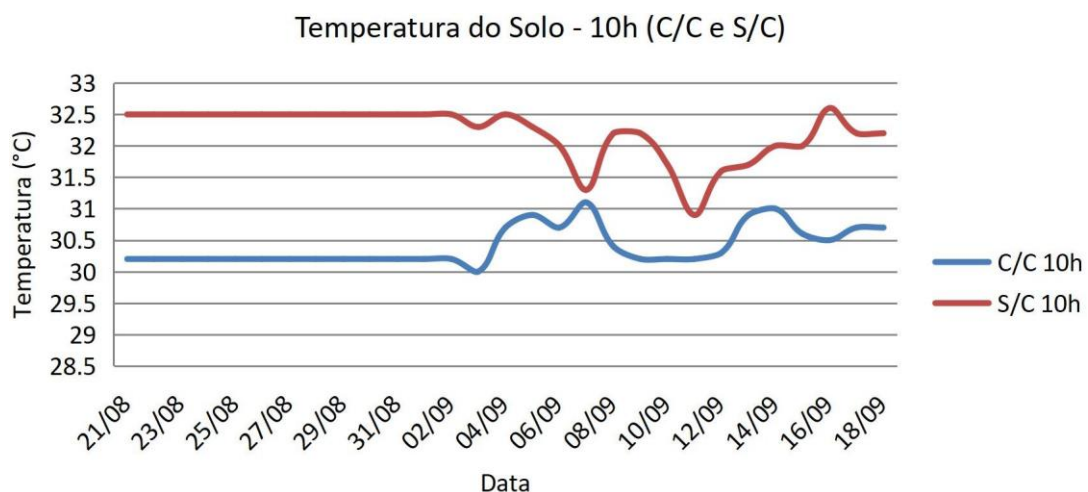


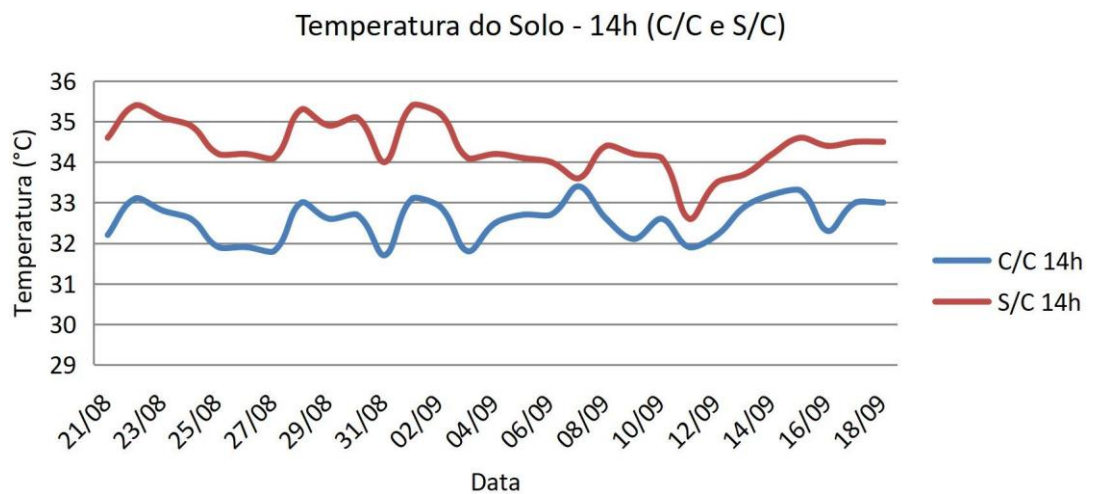
Fonte: Autor, 2025.

#### 4.5 Temperatura do solo

A temperatura do solo foi monitorada nos canteiros experimentais por meio de medições diretas utilizando um termômetro digital, inserido a 2 cm de profundidade no solo. As coletas foram realizadas diariamente nos horários de 10 h da manhã e 14 h da tarde, permitindo caracterizar a variação térmica do solo ao longo do dia nas parcelas com e sem cobertura (Figura 7A e B). Em cada parcela, as medições foram efetuadas em dois pontos distintos, sendo um localizado na borda e outro no centro da parcela, assegurando a representação das condições térmicas tanto nas extremidades quanto na área central.

**Figura 8:** Temperatura (°C) do solo das parcelas às 10 horas da manhã e 14 horas da tarde.





Fonte: Autor, 2025.

#### 4.6 Variáveis avaliadas

As avaliações das variáveis foram realizadas ao final do ciclo da cultura, abrangendo parâmetros referentes ao caule, às folhas e ao sistema radicular. Para o caule, foram determinadas as medidas de diâmetro, utilizando-se paquímetro digital, e de comprimento, por meio de régua graduada, após a remoção do solo e palha aderido às plantas. Nas folhas, o número de folhas comerciais e não comerciais foi obtido por contagem direta, considerando-se como comerciais aquelas adequadas ao consumo. A massa fresca das folhas foi determinada imediatamente após a colheita, por meio de balança digital de precisão. Em seguida, as amostras foram submetidas à secagem em estufa de circulação forçada, a 65 °C, por 72 horas, para obtenção da massa seca.

A avaliação do sistema radicular incluiu a mensuração do comprimento das raízes, realizada com régua graduada após a remoção cuidadosa do solo remanescente. As massas fresca e seca das raízes foram determinadas pelos mesmos procedimentos aplicados às folhas, consistindo na pesagem inicial em balança digital e na posterior secagem das amostras em estufa até peso constante. As massas fresca e seca do caule também foram obtidas conforme os mesmos procedimentos de pesagem e secagem. Todas as análises foram realizadas no Laboratório de Solos e Produção Vegetal do Instituto Federal do Amapá (IFAP), seguindo protocolos padronizados, de modo a assegurar precisão, reprodutibilidade e rigor metodológico.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância apresentada na Tabela 1 revelou que a cobertura do solo promoveu efeitos significativos sobre variáveis relacionadas ao crescimento vegetativo da alface, como altura de planta, número de folhas comerciais e massa fresca e seca das folhas. Esses resultados indicam que o uso de cobertura favoreceu a expressão morfológica das plantas, aumentando a expansão foliar e a acumulação de biomassa, como relatado também por Meneses *et al.*, 2016 e Terassi *et al.*, 2024. Estudos mostram que a presença de cobertura reduz a amplitude térmica do solo, diminui a perda de água por evaporação e limita a emergência de plantas daninhas, criando condições microclimáticas mais favoráveis ao desenvolvimento da alface (Borges *et al.*, 2014; Paixão *et al.*, 2016). Tais efeitos positivos já foram observados por Tosta *et al.* (2010), que relata aumentos expressivos na massa fresca de folhas e maior crescimento vegetativo de alface sob cultivos com cobertura do solo com palha e plásticos.

**Tabela 1:** Análise de variância (ANOVA) de cultivares de alface com e sem cobertura do solo em avaliadas delineamentos em blocos casualizados com parcelas subdivididas em Porto Grande, Amapá – 2025.

Fontes de Variação	GL	Quadrados Médios										
		AP	CR	DC	NFC	NFNC	MFF	MSF	MFC	MSC	MFR	MSR
Blocos	2	0,14	11,03	1,82	24,12	8,77	471,68	1,24	27,74	0,03	10,36	15,76
Cobertura	1	516,54*	239,98 ns	339,99 ns	979,03*	13,78 ns	47262,64*	95,24*	1493,87*	1,55 ns	50,11 ns	21,60 ns
Erro a	2	26,26	64,15	47,52	47,16	5,28	906,46	4,43	79,65	0,10	55,64	8,32
Cultivares	2	150,72**	2,10 ns	4,46 ns	30,12*	13,72*	1000,50 ns	0,19 ns	366,57*	0,54*	4,88 ns	0,27 ns
Cob X Cult	2	64,79**	12,85*	3,18 ns	60,12**	5,16 ns	105,88 ns	0,16 ns	233,33 ns	0,25 ns	0,91 ns	1,16 ns
Erro b	8	7,07	2,5478	2,99	4,61	1,67	246,47	0,63	53,20	0,06	2,36	1,21
CV a		59,92	59,39	62,90	59,93	60,16	43,95	53,77	83,86	78,13	193,45	194,03
CV b		31,09	11,83	15,80	18,74	33,92	22,92	20,37	68,54	61,25	39,86	74,05
Média		8,55	13,48	10,95	11,45	3,81	68,48	3,91	10,64	0,40	3,85	1,48

GL = graus de liberdade; AP = altura da planta; CR = comprimento da raiz; DC = diâmetro do caule; NFC = número de folhas comerciais; NFNC = número de folhas não comerciais; MFF = massa fresca das folhas; MSF = massa seca das folhas; MFC = massa fresca do caule; MSC = massa seca do caule; MFR = massa fresca da raiz; MSR = massa seca da raiz; ns: Não significativo a 5% de probabilidade pelo teste F. \*\*: Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F

Na pesquisa conduzida por Carvalho *et al.* (2005) foi verificado que o uso de cobertura morta promoveu maior desenvolvimento da alface, especialmente na altura de plantas e na quantidade de folhas, resultado atribuído ao ambiente mais úmido e termicamente estável que favorece processos como expansão celular e fotossíntese. O estudo evidenciou ainda que o crescimento da parte aérea é sensível às mudanças no microclima do solo, mostrando que a fisiologia da cultura responde de forma marcada à melhoria das condições hídricas e térmicas, fator que impacta diretamente o acúmulo de biomassa e o vigor das plantas.

A interação significativa entre cobertura do solo e cultivar, observada para altura das plantas, número de folhas comerciais e comprimento de raiz, indica que cada material responde de forma distinta ao ambiente modificado pelo manejo. Essa resposta diferenciada está relacionada à capacidade fisiológica de cada cultivar em aproveitar condições favoráveis, como maior umidade, menor oscilação térmica e melhor estrutura física do solo, que influenciam diretamente processos como absorção de água, manutenção do turgor e emissão de novas folhas (Gheshm; Brown, 2018).

Nessa perspectiva, Branco *et al.* (2010), ao avaliarem sistemas de cultivo orgânico com uso de coberturas vegetais, observaram que a presença da cobertura resultou em ambiente edáfico mais estável, permitindo maior desenvolvimento radicular e melhor desempenho da parte aérea. Os autores destacaram que a modificação do microclima promoveu aumento do vigor das plantas, maior produção de biomassa e maior regularidade no crescimento, demonstrando que práticas baseadas em cobertura influenciam de maneira expressiva o funcionamento fisiológico das hortaliças e favorecem seu desenvolvimento em condições de campo.

Embora diversas variáveis aéreas tenham apresentado diferenças significativas, algumas características radiculares, como massa fresca e massa seca de raízes, não responderam de forma significativa à presença de cobertura. Esse comportamento sugere que os principais efeitos da cobertura no presente estudo concentram-se no desenvolvimento das partes aéreas, sobretudo na expansão foliar e no acúmulo de água nas folhas, sem repercussões evidentes sobre a alocação de biomassa radicular. Em consonância com esse padrão, Meneses *et al.* (2016) relataram que diferentes tipos de cobertura do solo elegeram a produção aérea da alface, mas não resultaram em aumento relevante da massa radicular, indicando que o sistema radicular da cultura nem sempre responde proporcionalmente às mudanças no microclima do solo. Considerando que a

alface geralmente apresenta sistema radicular superficial e de pouca profundidade, é plausível que coberturas que não alterem drasticamente a estrutura física ou o regime hídrico profundo do solo não induzam incremento radicular significativo, mesmo quando há ganhos expressivos na parte aérea (Cronn-Moursie, 2014).

Outro aspecto metodológico relevante refere-se aos coeficientes de variação elevados observados nas parcelas principais, indicando maior heterogeneidade experimental. Essa variabilidade é comum em experimentos conduzidos em campo, sobretudo em regiões de clima quente e úmido, onde oscilações microambientais podem afetar o desempenho vegetal. Branco *et al.* (2010) destacam que diferenças locais de temperatura, umidade e fertilidade dentro de uma mesma área experimental podem aumentar substancialmente a variabilidade entre parcelas, elevando os valores de CV mesmo em estudos conduzidos com rigor metodológico. Da mesma

forma, Sediyaama *et al.* (2014) ressaltam que hortaliças folhosas apresentam grande sensibilidade às condições microclimáticas, o que contribui para maior flutuação nos dados.

Os resultados da Tabela 2 demonstram que a cobertura vegetal com capim proporcionou melhorias consistentes no desenvolvimento da parte aérea, especialmente na expansão foliar e no acúmulo de biomassa fresca. Esse comportamento é fisiologicamente esperado, já que coberturas orgânicas reduzem a amplitude térmica, conservam a umidade e estabilizam as condições do solo, fatores que favorecem o aumento do turgor e a continuidade dos processos de alongamento celular (Bragagnolo; Mielniczuk, 1990). Assim, o ambiente superficial mais úmido e menos sujeito a estresses térmicos possibilita que a planta direcione energia para o crescimento foliar.

**Tabela 2:** Médias de altura de plantas, comprimento da raiz e números de folhas comerciais em cultivares de alface sob cobertura e sem cobertura em Porto Grande, Amapá - 2025.

Tratamentos	Altura de Plantas			Comprimento da Raiz			Numero de Folhas		
	Grands Rapids	Grandes Lagos	Salad Bowl	Grands Rapids	Grandes Lagos	Salad Bowl	Grands Rapids	Grandes Lagos	Salad Bowl
Cobertura	22,74 Aa	6,31 Ca	12,66 Ba	19,34 Aa	16,03 Aa	16,03 Aa	16,25 Ba	15,25	25,00 Aa
S/ Cobertura	5,25 Ab	1,95 Aa	2,36 Ab	8,75 Ab	9,70 Aa	11,05 Aa	3,83 Ab	5,33 Ab	3,08 Ab
Média	13,99	4,13	7,51	14,04	12,86	13,54	10,04	10,29	14,04

Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas na horizontal e minúsculas na vertical não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Essas constatações dialogam diretamente com os resultados obtidos por Carvalho *et al.* (2005), que observaram maior produção comercial de alface sob cobertura vegetal. No estudo, a palhada elevou a retenção hídrica do solo e reduziu a variação térmica diária, gerando condições que estimularam o acúmulo de massa fresca. A semelhança entre esses achados e os efeitos observados com o uso de capim reforça que coberturas orgânicas atuam como reguladoras microclimáticas eficientes no cultivo de alface.

Em contraste com a resposta vigorosa da parte aérea, as variáveis relacionadas ao sistema radicular apresentaram menor sensibilidade à cobertura. Isso pode ser explicado pelas características morfofisiológicas da alface, cujo sistema radicular é superficial e pouco profundo, apresentando baixa plasticidade diante de alterações moderadas no ambiente edáfico (Filgueira, 2008). Dessa forma, mesmo quando a cobertura melhora as condições superficiais do solo, a estrutura radicular tende a permanecer relativamente estável.

A literatura reforça essa interpretação. Em avaliação do desenvolvimento radicular de alfaces submetidas a diferentes tipos de solo, Cronn-Moore *et al.* (2014) constataram que a variação ambiental nem sempre resulta em incrementos expressivos na massa ou profundidade das raízes, indicando que a espécie apresenta limitações fisiológicas para aumentar a exploração radicular em curto prazo. Isso ajuda a explicar por que os ganhos observados foram mais marcantes na porção aérea do que nas raízes.

Outro aspecto relevante é a dinâmica lenta de decomposição da palhada vegetal. Alterações estruturais mais profundas no solo, como melhora da agregação ou aumento da matéria orgânica, ocorrem de forma gradual e são percebidas de maneira mais clara ao longo de ciclos sucessivos de cultivo (Bragagnolo; Mielniczuk, 1990). Em cultivos de ciclo curto, como a alface, é comum que os efeitos visíveis da cobertura se concentrem nos parâmetros da parte aérea, enquanto impactos radiculares mais duradouros demandam maior tempo de exposição.

A elevação da massa fresca das folhas sob cobertura é consistente com relatos que apontam o mulching orgânico como agente de conservação de água e moderação térmica do solo, condições que aumentam o conteúdo hídrico foliar e promovem expansão celular (Bragagnolo; Mielniczuk, 1990). Esses mecanismos explicam o aumento expressivo da massa fresca observado na tabela, dado que a retenção de umidade superficial tende a reduzir limitações hídricas transientes e favorecer taxas fotossintéticas mais sustentadas (Tabela 3) (Carvalho *et al.*, 2005).

**Tabela 3:** Médias de massa fresca das folhas, massa seca das folhas e massa fresca do caule em cultivares de alface sob cobertura e sem cobertura em Porto Grande, Amapá - 2025.

Tratamentos	Massa fresca das folhas	Massa seca das folhas	Massa fresca do caule
Cobertura	119,73 a	6,21 a	19,75 a
Sem Cobertura	17,24 b	1,61 b	1,53 b
Média	68,48	3,91	10,64

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste aplicado.

O aumento concomitante da massa seca das folhas indica que o ganho não foi exclusivamente hídrico, mas envolveu também acúmulo de matéria orgânica assimilada, o que sinaliza maior produção real de biomassa. Estudos em sistemas orgânicos mostram que coberturas vegetais podem incrementar a produtividade aérea por melhorar o microambiente para fotossíntese e crescimento, refletindo-se tanto na fração fresca quanto na fração seca (Branco *et al.*, 2010).

A resposta vigorosa da massa fresca do caule corrobora a ideia de que o mulching favoreceu o estado turgor e o crescimento de órgãos de sustentação, condicionando uma maior conformação da planta. Em levantamentos sobre uso de mulches, a maior turgidez e maior diâmetro/biomassa caulinar foram relatados como efeitos indiretos da conservação hídrica superficial e da redução de estresses térmicos (Lamont, 2005).

As diferenças entre cultivares na massa fresca e massa seca do caule podem ser interpretadas sob a ótica de padrões de alocação de biomassa e dinâmica de crescimento. Filgueira (2000) descreve que variações morfológicas entre genótipos (ritmo de crescimento, morfologia da roseta, alocação entre caule e folhas) condicionam como a planta distribui assimilados, e que essas características determinam diferenças em componentes produtivos mesmo sob o mesmo manejo. Em outras palavras, cultivares com maior tendência de alocar recursos ao caule apresentaram médias de massa caulinar superiores, como observado na Tabela 4.

**Tabela 4:** Médias de massa fresca do caule, massa seca do caule e número de folhas não comerciais em cultivares de alface sob cobertura e sem cobertura em Porto Grande, Amapá - 2025.

Cultivares	Massa fresca do caule	Massa seca do caule	Número de folhas não comerciais
Grands Rapids	19,59 a	0,75 a	3,20 b
Grandes Lagos	5,16 b	0,17 b	2,70 b
Salad Bowl	7,16 b	0,29 b	5,54 a
Média	10,63	0,40	3,81

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste aplicado

A massa seca do caule fornece evidência de ganho estrutural, não apenas água retida, indicando que determinados cultivares depositaram mais matéria orgânica em órgãos de sustentação. Pesquisas que avaliaram resposta de hortaliças a coberturas relataram que, quando há aumento da eficiência fotossintética e melhor balanço hídrico superficial, parte da produção de assimilados é canalizada para tecidos de sustentação, elevando a massa seca de caule e folhas (Branco *et al.*, 2010). Portanto, a massa seca do caule observada confirma que a resposta foi fisiológica e de formação de biomassa, não apenas incremento hídrico.

O número de folhas não comerciais diferiu entre cultivares, o que está relacionado a diferenças no ritmo de emissão foliar e à estratégia de formação de lâminas (filogenia e fenologia). Nesse sentido, Carvalho *et al.* (2005) observaram variação entre cultivares quanto ao número de folhas e à proporção de folhas comerciais versus não comerciais em função do manejo; esses aspectos impactam diretamente a qualidade comercial e a eficiência de colheita. Assim, a variação no número de folhas não comerciais, registrada na Tabela 4, pode ser entendida como reflexo de padrões intrínsecos de emissão foliar moderados pelo ambiente promovido pela cobertura.

## 6 CONCLUSÕES

A cobertura morta do solo proporcionou condições mais favoráveis ao desenvolvimento da alface sob altas temperaturas, refletindo em maior acúmulo de biomassa aérea e melhor conformação das plantas. As respostas do sistema radicular foram menos expressivas, comportamento esperado para a cultura, sem prejuízo ao desempenho geral. As diferenças entre as cultivares evidenciaram a influência das características genéticas na adaptação ao ambiente modificado pela cobertura, reforçando a importância da associação entre manejo do solo e escolha de materiais adequados para o cultivo de alface no verão amapaense.

Os resultados obtidos indicam que o uso da cobertura vegetal constitui uma prática viável e aplicável às condições edafoclimáticas da região, podendo contribuir para a melhoria do desempenho produtivo da alface em sistemas de cultivo realizados durante períodos de elevada temperatura.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711–728, 2013.

ARAÚJO, W. F.; SOUZA, K. T.; ANDRADE JÚNIOR, A. S. Temperatura do solo e crescimento de hortaliças em função de sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 14, n. 8, p. 852–858, 2010.

BLANCO, F. F.; FOLEGATTI, M. V. Evapotranspiração e coeficientes de cultura da alface em ambiente protegido. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 11, n. 3, p. 330–338, 2007.

BORGES, W. L. B. *et al.* Supressão de plantas daninhas utilizando plantas de cobertura do solo. **Planta daninha**, v. 32, p. 755-763, 2014.

BRAGAGNOLO, N.; MIELNICZUK, J. Cobertura do solo por palha de trigo e seu relacionamento com a temperatura e umidade do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 14, p. 369–374, 1990.

BRANCO, R. B. F *et al.* Cultivo orgânico sequencial de hortaliças com dois sistemas de irrigação e duas coberturas de solo. **Horticultura Brasileira**, v. 28, p. 75-80, 2010.

BRZEZINSKI, C. R. *et al.* Produção de cultivares de alface americana sob dois sistemas de cultivo. **Revista Ceres**, v. 64, n. 1, p. 83-89, 2017.

CARDOSO, D. B. *et al.* Horticultura no Brasil: desafios e oportunidades na produção e sustentabilidade do tomate. **Revista Tema On-Line**, v. 2, n. 2, 2024.

CARVALHO, J. E. *et al.* Cobertura morta do solo no cultivo de alface cv. Regina 2000, em Ji-Paraná/RO. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 29, p. 935-939, 2005.

CRONN-MOORE, E.; *et al.* Root exudation and root development of lettuce (*Lactuca sativa* L. cv. Tizian) as affected by different soils. **Frontiers in Microbiology**, v. 5, p. 1-11, 2014.

- EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3. ed. Brasília: Embrapa, 2014.
- FERREIRA, R. L. F.; SILVA, J. A.; OLIVEIRA, F. A.; MEDEIROS, J. F. Cobertura do solo com resíduos vegetais no cultivo de hortaliças em regiões quentes. **Horticultura Brasileira**, v. 36, n. 2, p. 235–242, 2018.
- FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. Viçosa: UFV, 2008.
- FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 3. ed. Viçosa: UFV, 2013.
- GOMES, L. A. A.; MALUF, W. R.; CAMPOS, V. P. Desempenho agrônômico de cultivares de alface americana em diferentes épocas de cultivo. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 3, p. 558–564, 2011.
- GHESHM, R.; BROWN, R. N. Organic mulch effects on high tunnel lettuce in southern New England. **HortTechnology**, v. 28, n. 4, p. 485-491, 2018.
- HAN, Y. Y. et al. Screening and identification of lettuce germplasm for tolerance to high and low temperature. In: **XXIX International Horticultural Congress on Horticulture:Sustaining Lives, Livelihoods and Landscapes (IHC2014)**: 1127. 2014. p. 381-388.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **Censo Agropecuário 2017: resultados definitivos**. IBGE, 2017. Instituto Nacional De Meteorologia [INMET]. **Normais climatológicas 1991-2020**. Brasília: INMET, 2022.
- KIM, M. J.; MOON, Y.; TOU, J. C.; MOU, B.; WATERLAND, N. L. Nutritional value, bioactive compounds and health benefits of lettuce (*Lactuca sativa* L.). **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 49, p. 19–34, 2016.
- LAMONT, W. J. Plastic mulches for the production of vegetable crops. **HortTechnology**, v. 15, n. 3, p. 477–481, 2005.
- LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: Rima, 2006.
- MATOS, F. A. C. et al. Alface: saiba como cultivar hortaliças para colher bons

negócios. **Brasília: Plano Mídia, (Agricultura Familiar)**, 2011.

MENESES, N. B. *et al.* Crescimento e produtividade de alface sob diferentes tipos de cobertura do solo. **Revista Agro@ mbiente on-line**, v. 10, n. 2, p. 123-129, 2016.

MONTEIRO, R. O. C.; COSTA, C. C.; OLIVEIRA, F. A.; SOUSA, G. G. Uso de coberturamorta na produção de hortaliças em regiões tropicais. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 11, n. 3, p. 12–18, 2016.

OLIVEIRA, F. L. *et al.* Cobertura do solo com resíduos vegetais e seus efeitos sobre a produção de alface. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 11, n. 2, p. 87-96, 2016.

OLIVEIRA, F. A.; SILVA, M. L.; MEDEIROS, J. F.; FERREIRA, R. L. F. Manejo da irrigação e cobertura do solo na cultura da alface. **Irriga**, v. 23, n. 1, p. 1–15, 2018.

PAIXÃO, C. M. *et al.* Cultivo de alface, sobre diferentes coberturas de solo, em condições tropicais. **Agrarian**, v. 9, n. 31, p. 63-72, 2016.

PEREIRA, M. C. *et al.* Stability Evaluation for Heat Tolerance in Lettuce: Implications and Recommendations. **Plants**, v. 13, n. 11, p. 1546, 2024.

RESENDE, G. M.; COSTA, N. D.; DIAS, R. C. S. Cobertura do solo e cultivares na produção de alface em condições de clima quente. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 28, n. 3, p. 353–357, 2010.

RESENDE, G. M.; COSTA, N. D. Características agronômicas e adaptação climática de cultivares de alface. **Horticultura Brasileira**, v. 26, n. 1, p. 45–50, 2008.

RIBEIRO, R. S. *et al.* **Análise produtiva e sensorial da alface cultivadas em Sistemas convencional e hidropônico**, 2023.

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A. **Fundamentos do manejo do solo**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2014.

SANTOS, R. C. **Abordagens recentes sobre a influência do aumento da temperatura ambiental na produção de hortaliças: uma revisão**. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Ciências Agrárias) – Universidade Federal da Paraíba, Bananeiras, 2021.

SEDIYAMA, M. A. N.; SANTOS, I. C.; LIMA, P. C. Cultivo de hortaliças no sistema orgânico. In: SEDIYAMA, G. C. (Org.). **Horticultura Orgânica: princípios e práticas**. Viçosa: Editora UFV, 2014. p. 159-194.

SILVA, E. C.; NOGUEIRA, R. J. M. C.; AZEVEDO NETO, A. D. Fisiologia de plantas cultivadas sob estresse térmico. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 19, n. 4, p. 373–381, 2015.

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

TERASSI, D. S. *et al.* Impacto de diferentes tipos de coberturas no crescimento e desenvolvimento de alface irrigada. **IRRIGA**, v. 29, p. 317-329, 2024.

TOSTA, P. A. F *et al.* Utilização de coberturas de solo no cultivo de alface'Babá de Verão'em Cassilândia (MS). **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 5, n. 1, p. 85-89, 2010.

VILHENA, J. A. S.; SILVA, E. L. da; FREITAS, J. L. da S. **Climatologia do Amapá: quase um século de história**. Macapá: IEPA, 2017.

ZHAO, X. *et al.* Morphological and physiological response mechanism of lettuce (*Lactuca Sativa* L.) to consecutive heat stress. **Scientia Horticulturae**, v. 301, p. 111112, 2022.