



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO OESTE DO PARÁ
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE JURUTI
CURSO DE BACHARELADO EM AGRONOMIA**

**EVELLY REGINA ANDRADE DA SILVA
RONAN NATANAEL DOS SANTOS VIEIRA**

**EFICIÊNCIA DO USO DA ÁGUA EM CULTIVO DE ALFACE COM
DIFERENTES DOSES DE BIOMASSA DE COBERTURA COM E SEM
RESTRIÇÃO HÍDRICA**

**JURUTI - PARÁ
2023**

**EVELLY REGINA ANDRADE DA SILVA
RONAN NATANAEL DOS SANTOS VIEIRA**

**EFICIÊNCIA DO USO DA ÁGUA EM CULTIVO DE ALFACE COM
DIFERENTES DOSES DE BIOMASSA DE COBERTURA COM E SEM
RESTRIÇÃO HÍDRICA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito para a obtenção do grau de Bacharel em Agronomia, no Campus Universitário de Juruti, na Universidade Federal do Oeste do Pará.

Área de concentração: Ciências Agrárias

Orientador(a): Prof Dr. Gustavo Ferreira de Oliveira

Coorientador: Prof Dr. Michelly Rios Arévalo

**JURUTI - PARÁ
2023**

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema Integrado de Bibliotecas (SIBI) da UFOPA Catalogação de Publicação na Fonte. UFOPA
- Biblioteca Campus Juruti

Silva, Evelly Regina Andrade da. Vieira, Ronan Natanael dos Santos

Eficiência do uso da água em cultivo da alface com diferentes doses de biomassa de cobertura com e sem restrição hídrica / Evelly Regina Andrade da Silva; Ronan Natanael Dos Santos Vieira. - Juruti, 2023.

43fl.: il.

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC). Universidade Federal do Oeste do Pará-UFOPA. Campus Universitário de Juruti, Bacharel em Agronomia.

Orientador: Gustavo Ferreira de Oliveira.

Coorientador: Michelly Rios Arévalo.

1. Déficit hídrico. 2. Lactuca sativa. 3. Panicum spp. I. Oliveira, Gustavo Ferreira de. II. Arévalo, Michelly Rios. III. Título.

**EVELLY REGINA ANDRADE DA SILVA
RONAN NATANAEL DOS SANTOS VIEIRA**


**EFICIÊNCIA DO USO DA ÁGUA EM CULTIVO DE ALFACE COM
DIFERENTES DOSES DE BIOMASSA DE COBERTURA COM E SEM
RESTRIÇÃO HÍDRICA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito para a obtenção do grau de Bacharel em Agronomia, no Campus Universitário de Juruti, na Universidade Federal do Oeste do Pará.


Conceito: Aprovado

Data de aprovação: 16/11/2023


Banca Examinadora:

Documento assinado digitalmente
 **GUSTAVO FERREIRA DE OLIVEIRA**
Data: 17/11/2023 08:18:54-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Gustavo Ferreira de Oliveira (Orientador)
Universidade Federal do Oeste do Pará, Campus Universitário de Juruti.

Documento assinado digitalmente
 **ANDREA HENTZ DE MELLO**
Data: 17/11/2023 08:43:32-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profa. Dra. Andréa Hentz de Mello (Membro Externo)
Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará.

Documento assinado digitalmente
 **RENAN NAVROSKI**
Data: 17/11/2023 08:23:03-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Renan Navroski (Membro Interno)
Universidade Federal do Oeste do Pará, Campus Universitário de Juruti.

**JURUTI - PARÁ
2023**

*Entrega o teu caminho ao senhor, confia Nele e o mais Ele fará (Salmos 37:5).
O sucesso nasce do querer, da determinação e persistência em se chegar a um objetivo.
Mesmo não atingindo o alvo, quem busca e vence obstáculos, no mínimo fará coisas
admiráveis! (José de Alencar)*

AGRADECIMENTOS

Evelly Silva

Primeiramente à Deus por nos ter dado saúde, força e muita perseverança para que pudéssemos superar todos os obstáculos vivenciados neste percurso. Sem Ele nós não somos nada.

Aos meus familiares, principalmente minha mãe Jercilene Andrade, que foi meu porto seguro e fez o possível e impossível para que eu conseguisse cursar a universidade.

Ao meu namorado Rodrigo Rodrigues, minha madrinha Gerciane Andrade e toda minha Família Andrade por todo o apoio e incentivo necessário me dado durante essa longa caminhada. Se venci todas as dificuldades encontrada nesses anos foi graças a eles que não me deixaram desanimar e desistir.

Ao meu orientador Prof. Dr. Gustavo Ferreira que embarcou comigo nesse desafio. Agradeço muito de coração por ter acreditado em mim e por ser o grande incentivador dessa realização. Obrigado não somente pela sua orientação, mas também pelos ensinamentos, e principalmente, a disponibilidade, prestatividade, paciência e dedicação durante esses meses de atividades, sem sua orientação não teríamos conseguido vencer mais essa etapa. Não tenho palavras para agradecer toda a sua bondade.

Ao coorientador Prof Dr. Michelly Arévalo, também somos gratos por todo o apoio nos dados durante a execução do experimento, sem sua orientação também não teríamos conseguido chegar até aqui.

A todos os professores que passaram durante a minha formação, em nome da Prof. Dr. Celeste Rossi, quero agradecer por todo os ensinamentos e contribuições dada durante essa caminhada. Vocês foram a ponte para que hoje eu pudesse estar finalizando mais essa etapa.

À Universidade Federal do Oeste do Pará, Campus Universitário de Juruti pela oferta do curso de Agronomia.

Ao Programa de Fomento a Trabalhos de Conclusão de Curso de Agronomia – CJUR (PRO-TCC AGRO-CJUR 2023), Edital 04/2023 pelo financiamento do trabalho.

AGRADECIMENTOS

Ronan Vieira

À minha amada mãe Almira e aos meus irmãos Marcos e Alessandra por todo apoio e incentivo.

À minha esposa Andreza e aos meus amados filhos Carlos, Suzana, Rodolfo e Rômulo que são as razões por todos os meus esforços.

Às minhas colegas de turma Alessandra, Marcia, Ana Paula e Glaucia por me ajudarem quando precisei.

Aos meus amigos de trabalho Vanessa, Solimar, Taelen, Elian, Paulo, João e Oliva por sempre me apoiarem.

Meu orientador Professor Dr. Gustavo Ferreira de Oliveira por ser um dos meus maiores incentivadores.

Aos meus Professores Michelly Arévalo, Celeste Rossi, Dayse Vieira, Renan Navroski que contribuem para minha formação.

À Universidade Federal do Oeste do Pará, Campus Universitário de Juruti pela oferta do curso de Agronomia.

Ao Programa de Fomento a Trabalhos de Conclusão de Curso de Agronomia – CJUR (PRO-TCC AGRO-CJUR 2023), Edital 04/2023 pelo financiamento do trabalho.

RESUMO

As hortaliças principalmente a alface tem alta demanda no seu processo produtivo, e precisam de atenção em relação ao déficit hídrico. O objetivo deste trabalho foi avaliar a eficiência do uso da água em função da adição de fitomassa de planta de cobertura com e sem restrição hídrica no cultivo de alface, em Juruti-Pará. O estudo foi conduzido nos meses de agosto a outubro de 2023 na casa de vegetação do CJUR/UFOPA, em Juruti, PA. Os tratamentos consistiram em um fatorial 3x2, onde foram três 3 diferentes coberturas de fitomassa da cultura *Braquiaria* spp, sendo: 0 Mg ha⁻¹ (testemunha), 5 Mg ha⁻¹ e 10 Mg ha⁻¹; e dois tipos de restrição hídrica (com restrição e sem restrição), com 4 repetições, em delineamento inteiramente casualizado. Foi utilizado como substrato um solo com fertilidade conhecida para cultivo da cultura da Alface. O transplântio ocorreu em agosto de 2023. Os parâmetros avaliados foram: altura da planta, número de folhas, comprimento da raiz, massa seca parte aérea e raiz, diâmetro foliar. O primeiro período de restrição hídrica ocorreu aos 15 dia após o transplântio e foi estendido por 10 dias. A segunda restrição aconteceu aos 30 DAT, e teve duração de três dias. A eficiência da utilização da água foi determinada pela relação entre o consumo de água e a massa seca da planta. Os resultados foram submetidos à teste de homogeneidade de variância e normalidade, e análise de variância. A comparação dos tratamentos para os fatores qualitativos foi realizada pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. A eficiência do uso da água foi maior nos tratamentos com fitomassa de cobertura de 5Mg/ha⁻¹. Os tratamentos sem restrição hídrica apresentaram o melhor desenvolvimento para os parâmetros avaliados para cultura de alface.

Palavras-chave: Déficit hídrico, *Lactuca sativa*, *Panicum* spp.

ABSTRACT

Vegetables, especially lettuce, are those that require the most water in their production, and need attention in relation to water deficit. The objective of this work was to evaluate the efficiency of water use due to the addition of cover crop phytomass with and without water restriction in lettuce cultivation, in Juruti-Pará. The study was conducted from August to October 2023 in the CJUR/UFOPA greenhouse, in Juruti, PA. The treatments consisted of a 3x2 factorial, where there were three different phytomass coverages of the *Brachiaria* spp crop, being: 0 Mg ha⁻¹ (control), 5 Mg ha⁻¹ and 10 Mg ha⁻¹, and two types of water restriction (with restriction and without restriction), with 4 replications, in a completely randomized design. A soil with known fertility was used as substrate for the cultivation of lettuce. Transplanting took place in August 2023. The parameters evaluated were: plant height, number of leaves, root length, shoot and root dry mass, leaf diameter. The first period of water restriction occurred on the 15th day after transplanting and was extended for 10 days. The second restriction took place at 30 DAT, and lasted three days. Water use efficiency was determined by the relationship between water consumption and plant dry mass. The results were subjected to homogeneity of variance and normality tests, and analysis of variance. Comparison of treatments for qualitative factors was performed using the Tukey test at 5% probability. Water use efficiency was higher in treatments with phytomass coverage of 5Mg/ha⁻¹. Treatments without water restriction showed the best development for the parameters evaluated for lettuce cultivation.

Keywords: Water deficit, *Lactuca sativa*, *Panicum* spp.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Caule da alface.....	16
Figura 2 - Temperatura máxima, média e mínima dentro da casa de vegetação e precipitação no período de desenvolvimento da alface.	21
Figura 3 - Representação das unidades experimentais para cultivo alface em casa de vegetação.	22
Figura 4 - Unidades experimentais.....	22
Figura 5 - Efeito da restrição hídrica na eficiência do uso da água da alface.	25
Figura 6 - Efeito da fitomassa de cobertura na eficiência do uso da água da alface.	26
Figura 7 - Sintomas de queimação nas bordas das folhas	28

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Caracterização física e química do substrato. Dados não publicados.	23
Tabela 2 - Efeito da interação entre cobertura e restrição hídrica no número de folhas de alface.....	28
Tabela 3 - Efeito da interação entre cobertura e restrição hídrica no comprimento da raiz (cm) de alface.	29
Tabela 4 - Efeito da interação entre cobertura e restrição hídrica no diâmetro foliar (mm) de alface.....	30
Tabela 5 - Efeito da interação entre cobertura e restrição hídrica na Massa Fresca da Folha e Raiz (g) de alface.	31
Tabela 6 - Efeito da interação entre cobertura e restrição hídrica na Massa Seca da Folha e Raiz (g) de alface.	33

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	14
2.1 Eficiência do uso da água no cultivo de hortaliças	14
2.2 Desenvolvimento da alface à disponibilidade hídrica	16
2.3 Efeito de diferentes quantidades de cobertura no desenvolvimento de hortaliças	17
3 OBJETIVO GERAL	20
3.1 Objetivos específicos	20
4 MATERIAL E MÉTODOS	21
6 RESULTADOS E DISCUSSÃO	25
7 CONCLUSÃO	35
REFERÊNCIAS	36
ANEXOS	42

1 INTRODUÇÃO

A água é um recurso natural de caráter finito, de grande importância para sociedade, além de ser essencial nos mais diferentes setores da economia e para existência da vida no planeta. Para a atividade agrícola a falta desse recurso afeta o desenvolvimento dos vegetais, acarretando em perdas significativas na produtividade das culturas (ROTOPASTYC, 2018; EMBRAPA, 2022).

Porém, a agricultura é uma das atividades que mais consomem água doce no planeta, segundo o Fundo das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentos (FAO). O setor agropecuário utiliza cerca de 70% de água em suas cadeias de produção, tais como plantio de grãos, cereais, hortaliças entre outros, até os processos de transformação de *comodities* em produtos mais elaborados, e no Brasil esse valor sobe para 72% (LEAL, 2022).

Deste modo, o uso dos recursos hídricos de forma eficiente e racional atualmente, é um dos grandes desafios enfrentados em relação as mudanças climáticas, como por exemplo, o aumento temperatura do ar e escassez de água, os quais geram uma necessidade elevada de consumo da água para as culturas e para produção de alimentos. Nesse contexto, é essencial buscar maneiras de diminuir a evapotranspiração, sobretudo no cultivo de hortaliças, devido ao elevado consumo hídrico (CANUTO et al., 2019).

As hortaliças principalmente as folhosas como a alface (*Lactuca sativa* L.) são as que mais necessitam da utilização da água em suas produções, assim são culturas que precisam de uma maior atenção em relação ao déficit hídrico (EMBRAPA, 2015). Portanto, a elaboração de alternativas que ajudem as plantas a enfrentar longos períodos de estiagem são importantes para manter a produção de pequenos e grandes produtores (CASSIMIRO et al., 2020; SILVA et al., 2020b).

Para a utilização conservacionista da água na produção de hortaliças o aumento da eficiência de uso da água (EUA), classificado como produtividade da água, é uma alternativa importante para combater o problema de escassez de água e com isso reduzir as dificuldades de déficit hídrico e baixas produtividades da alface (SILVA et al., 2020a).

O estudo da EUA analisa a relação entre a produção de biomassa da cultura pela quantidade de água aplicada no manejo do vegetal, o entendimento dessa técnica é muito importante para aplicação na agricultura irrigada, porque auxilia na melhor utilização da água para os agricultores, evitando perdas deste recurso (LEITE et al., 2022).

A EUA na olericultura é uma importante opção para diminuir as perdas de água e manter a produtividades das hortaliças como a alface, pois, essa atividade requer um manejo intenso

em pequenas áreas, além de exigir uso elevado de água devido ao ciclo curto das culturas, alto revolvimento do solo o que influencia na infiltração e disponibilidade de água para as hortaliças (SANTOS et al., 2022).

Alguns fatores afetam a EUA, como disponibilidade de água, capacidade de armazenamento de água no solo, o que está relacionado ao tipo de manejo adotado, e as suas características, o que pode favorecer ou não a infiltração de água, e a ausência de cobertura do solo (STEFANOSKI et al., 2013).

A presença de cobertura do solo diminui as perdas de água por evaporação, atua na sua retenção no solo, aumenta a matéria orgânica, atividade da fauna do solo, ciclagem de nutrientes, atenua o impacto das gotas de água da chuva e a erosão. Segundo Freire; Lima (2022) a cobertura do solo aumentou a umidade do solo e diminuiu a temperatura nas camadas superficiais, o que reduziu o processo de evaporação e quantitativo de aplicação de água na produção de alface.

A proteção com a cobertura do solo aumenta a EUA, deste modo, essa técnica torna-se eficaz e econômica na questão da perda acelerada da água e na manutenção de uma umidade efetiva do solo, deixando-o mais úmido por um considerável período de tempo, auxiliando no uso mais regular de água. Além disso, a palhada das culturas remanescentes pode ser utilizada como cobertura do solo, como no caso do milho (*Zea mays*), braquiária (*Brachiaria spp.*) e *Panicum spp.* (JARDIM; ARAÚJO, 2017).

A cobertura morta com capim braquiária reduz a perda de água por evaporação, mantém a umidade, diminui o volume diário de água na irrigação, melhora a fertilidade, eleva os níveis matéria orgânica, ciclagem de nutrientes, regular a temperatura do solo e aumenta a atividade dos microrganismos do solo (VOLPATO et al., 2021).

A cultura da alface necessita de uma quantidade expressiva de água para seu desenvolvimento, desta forma, a água é essencial para que haja uma boa produção da mesma, para isso é necessário o uso mais eficaz e sustentável da água. Então, utilizar diferentes tipos de coberturas do solo é uma alternativa econômica e viável para evitar o desperdício deste recurso.

Diante deste contexto, esta pesquisa justifica-se pelo fato de que há a necessidade de buscar alternativas viáveis, de baixo custo, e que possam suprir as necessidades nutricionais e hídricas da alface. Portanto, este trabalho tem como hipótese que a utilização de cobertura melhora a eficiência do uso da água e minimiza o efeito da restrição hídrica no cultivo de alface com diferentes doses de fitomassa de cobertura do solo.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Eficiência do uso da água no cultivo de hortaliças

O uso da água na agricultura representa cerca de 70% do total de água consumida no mundo (RODRIGUES, 2018). De toda água doce no planeta, aproximadamente 2,5%, apenas 0,3% se encontra na porção superficial presente nos rios e lagos, 0,9% compõe a umidade do solo e dos pântanos, 68% nas geleiras e 29,9% nas águas subterrâneas (SILVA et al., 2020b). O uso excessivo da água, acrescido da irracionalidade, acarreta redução do volume dos aquíferos, e por consequência a escassez da água potável.

A irrigação é uma ferramenta indispensável na produção de hortaliças, principalmente em regiões com longos períodos de estiagem. Esta técnica disponibiliza água, favorece o equilíbrio térmico e absorção de nutrientes, ideais para o desenvolvimento da planta (OLIVEIRA FILHO et al., 2018).

Entretanto, a falta de informação em relação ao manejo correto da irrigação, deixa os irrigantes distantes do tão sonhado uso racional da água, sendo frequente seu uso em excesso, o que acarreta elevação dos custos, sem incremento algum na produção (MAROUELLI et al., 2011).

Dentre as hortaliças de grande importância, a alface (*Lactuca sativa* L.), é a principal hortaliça folhosa comercializada no Brasil, no qual se destaca como o maior produtor da América do Sul (MAGALHÃES et al., 2015). Essencialmente seu cultivo ocorre em condições irrigadas, o que demanda por um grande volume de água.

Muito embora o Brasil seja o país detentor de maior disponibilidade de água doce do planeta, o uso da água de forma inadequada, especificamente na região semiárida do nordeste brasileiro, pode gerar conflitos, tanto para fins agrícolas, quanto urbanos e industriais (MAROUELLI et al., 2011).

Muitas tecnologias têm sido empregadas com a intenção de melhorar a eficiência do uso da água, a exemplo do cultivo de alface em ambientes protegidos, com diferente manejo de cobertura do solo, podendo ser empregado desde materiais orgânicos, a exemplo de cobertura morta com resíduos de gramíneas ou leguminosas, como a utilização de polímeros ou plásticos, conhecidos também por mulching, com a finalidade de conservar a água no solo (ZIECH et al., 2014).

A racionalização do uso da água é alcançada não apenas por sistemas de irrigação eficientes (MAROUELLI et al., 2011), mas também por uma série de fatores que contribuam para conservação da água no sistema solo-planta-atmosfera. Nesse sentido, canteiros econômicos podem ser construídos com substratos formados por solo e resíduos orgânicos,

visando aumentar o armazenamento e conseqüentemente a disponibilidade de água para o cultivo de hortaliças.

Técnicas que poupam água podem oferecer manutenção ou até aumentos significativos de produtividade, além de aumentar a eficiência do uso de água que é definida como sendo a produção comercial por unidade de água efetivamente utilizada pela cultura na forma de evapotranspiração (JENSEN, 2007).

Deste modo, as mudanças climáticas podem impactar a olericultura brasileira, com redução da produtividade e da eficiência produtiva dos cultivos. Com ocorrência de fortes impactos negativos sentidos pela cadeia produtiva de hortaliças (OLIVEIRA FILHO et al., 2018).

As hortaliças mais prejudicadas em decorrência de qualquer limitação hídrica são aquelas mais exigentes em água como as folhosas, alface, brócolis e couve-flor, exatamente aquelas mais cultivadas próximas aos grandes centros. Essas hortaliças demandam irrigações frequentes e são produzidas perto das cidades, nos chamados cinturões verdes, porque são muito perecíveis (EMBRAPA, 2015).

Portanto, a produção de hortaliças está relacionada ao suprimento adicional de água por meio da irrigação, pelo fato que estas culturas são sensíveis ao estresse hídrico (RIBEIRO; ARRIEL; FERNANDES, 2020). As práticas tradicionais de irrigação estão relacionadas com necessidade de água da cultura, a qual é definida pelo processo da evapotranspiração, e na eficiência da aplicação da água (MAROUELLI et al., 2011). Com a falta da água para o uso na agricultura, as alternativas desenvolvidas para reduzir a quantidade de água aplicada nas culturas são necessárias, sem que ocorra problemas no seu rendimento.

O desenvolvimento das hortaliças é sensível às condições do ambiente e para avaliar as respostas desses cultivos em relação ao meio em que estas estão sendo manejadas, são utilizados indicadores de eficiência (PEREIRA; CORDERY; IACOVIDES, 2012). Um dos indicadores mais utilizados do uso racional da água é a eficiência do uso da água (EUA) que é definida pela razão entre a produção de biomassa ou produção comercial pela quantidade de água aplicada ou evapotranspirada (KUMAR et al., 2017).

Para potencializar o uso da água e reduzir deficiências provocadas pelo aumento da demanda social em relação à oferta ambiental, é importante compreender como o solo afeta essa relação do uso eficiente da água. O solo é um armazenador temporário de água, o qual disponibiliza para as plantas de acordo com suas necessidades. Durante o ciclo de desenvolvimento das culturas, cerca de 98% do volume de água passa pelas plantas, o restante evapora para atmosfera pelo processo de transpiração (REICHARDT; TIMM, 2004).

Para que a cultura obtenha bom desenvolvimento em relação a eficiência do uso da água se que a mesma apresente problemas de produtividade, é indicado a escolha de variedades de plantas adaptem-se as características edafoclimáticas da região onde a mesma é manejada (O'NEILL; SHANAHAN; SCHEPERS, 2006).

2.2 Desenvolvimento da alface à disponibilidade hídrica

A alface (*Lactuca sativa* L.) pertence à família Asteraceae, gênero *Lactuca*, no qual estão identificadas mais de 100 espécies. É uma planta de ciclo anual, herbácea, muito delicada, possui folhas grandes e de consistência variada que muda de acordo com a espécie (FILGUEIRA, 2008).

Possui caule diminuto ao qual se prendem as folhas, as quais são amplas e crescem em roseta, em volta do caule (Figura 1). As folhas podem ser lisas ou crespas e a coloração varia de verde-clara, verde-escura ou roxa. Podem ser repolhudas com formação de cabeça ou solta, sem formação de cabeça, o que depende de a espécie para tais características serem atingida (FILGUEIRA, 2008).

Figura 1 - Caule da alface.



Fonte: Mundo Ecologia (2018).

O sistema radicular é muito ramificado e superficial, o que faz com que seja explorado apenas os primeiros 25 cm de solo, quando a cultura é transplantada. No sistema de semeadura direta a raiz pivotante pode atingir até 60 cm de profundidade. Para se ter um ciclo vegetativo de sucesso a alface necessita de condições ambientais, com temperaturas amenas e dias curtos (FILGUEIRA, 2008).

A temperatura ideal para o desenvolvimento da cultura está entre 15,5 °C e 18,3 °C, apesar de tolerar faixas entre 26,6 °C a 29,4 °C, por um determinado período, desde que as

temperaturas noturnas sejam baixas (SANDERS, 1999). Segundo Bernardo; Soares; Mantovani (2006), é importante conhecer o comportamento de cada cultura em função das diferentes quantidades de água fornecida, da determinação das fases de seu desenvolvimento e do maior consumo de água. Devido haver períodos críticos, em que a falta ou excesso de água ocasionaria queda da produção.

De acordo com Filgueira (2008), a cultura da alface é bastante exigente em água, necessitando que seja feito um manejo adequado de irrigação. O desenvolvimento vegetativo da cultura é diretamente afetado pela umidade do solo, tornando necessário uma frequência maior de água e menor intensidade ao longo do seu ciclo (SANTOS; PEREIRA, 2004). Sabe-se que o déficit hídrico é um dos principais fatores abióticos que interferem na produção das hortaliças e ocorre quando a perda de água pela planta excede a capacidade de absorção pela raiz, provocando danos ao crescimento e desenvolvimento da planta (BRITO et al., 2012; FERNANDES et al., 2015).

Para se obter uma produtividade viável economicamente é necessário se adotar um manejo correto da irrigação que seria aquele em que, se aplica água no solo no momento oportuno e em quantidade suficiente para suprir às necessidades hídricas da cultura, sem falta ou desperdício (CARDOSO, 2011).

2.3 Efeito de diferentes quantidades de coberturas no desenvolvimento de hortaliças

A superfície do solo, com ou sem cobertura vegetal, é a principal trocadora e armazenadora de energia térmica nos ecossistemas terrestres. É devido à intensidade da radiação solar na superfície do solo que ele aquece e esfria ao longo do dia e do ano, causando mudanças térmicas nas camadas subjacentes.

Segundo Bergamaschi; Guadagnin (1993), a amplitude de variação da temperatura do solo é significativamente reduzida nos primeiros centímetros de profundidade. No entanto, o calor armazenado perto da superfície do solo tem um grande efeito na evaporação. Diante do exposto, Freitas et al. (2004) relataram que solos sem cobertura morta perderam três vezes mais água por evaporação do que solos com cobertura morta.

A cobertura do solo vem sendo uma alternativa bastante utilizada em cultivo de hortaliças, pois, desempenham um papel importante na agricultura visto que modificam as variações de temperatura no interior do solo principalmente perto da superfície, podendo alterar consideravelmente o ambiente para o desenvolvimento da flora e da fauna do solo (GASPARIM et al., 2005).

A prática de cobertura do solo consiste em depositar na superfície uma camada protetora formada por materiais que podem ser de origem vegetal ou materiais sintéticos (SAMPAIO; ARAÚJO, 2001). Segundo Queiroga et al. (2002), pode-se utilizar tanto a cobertura usando filme de polietileno como também restos de culturas, sendo que as mais comuns são palhas, capim, bagaço, cascas, serragem entre outras.

A utilização da prática de cobertura do solo com plásticos e restos vegetais proporciona diversos benefícios dentre os quais podemos mencionar a melhora na temperatura do solo, conservação da umidade, controle de plantas invasoras, e menor evaporação da água do solo. Diante disso, adotando essa prática se tem maior infiltração de água, o que vai contribuir com economia de água de irrigação e, conseqüentemente, se tem a diminuição do custo de produção (BRANCO et al., 2010; GASPARIM et al., 2005).

De acordo com Souza et al. (2016) o uso de cobertura na superfície do solo afeta positivamente as qualidades físicas, químicas e biológicas do solo, além de contribuir com a diminuição da erosão visto que a superfície do solo protegida pela cobertura não sofrerá o impacto direto das gotas de chuva e a conseqüente desagregação, o que dará ótimas condições para o crescimento radicular dos vegetais

Diversos resultados positivos vêm sendo mostrado na literatura ao longo do tempo, que a eficiência do uso de cobertura do solo em hortaliças é positiva quando comparados ao solo descoberto (SEDIYAMA et al., 2010).

Gastl Filho et al. (2021), ao avaliarem o efeito da cobertura morta sobre a produção de alface crespa, concluíram que todas as características que foram avaliadas tiveram influência do uso de cobertura e que sempre foram superiores relacionados aos tratamentos em que não se usou a cobertura morta.

Cerqueira et al. (2020), Urbano Júnior; Oliveira Neto (2021), e Freitas et al. (2021) também tiveram resposta positiva ao usarem cobertura morta na avaliação do uso eficiente da água e no manejo de plantas daninhas no cultivo de alface. Os autores concluíram que a cobertura do solo com papel reciclado controlou as plantas invasoras, diminuiu a temperatura do solo e a aplicação de água. O uso de cobertura também afetou positivamente a produtividade e a eficiência do uso da água na cultura.

Carvalho et al. (2005) avaliaram o efeito de quatro tipos de cobertura do solo (palha de arroz, palha de café, *Brachiaria brizantha*, serragem) sobre a produtividade da alface cv. 'Regina 2000' e verificaram que todas as coberturas utilizadas controlaram a infestação das plantas daninhas, enquanto no tratamento em que o solo estava descoberto, a grande infestação provocou a redução da produtividade da cultura.

Diante do exposto, o uso da cobertura morta no solo é prática de baixo custo e de fácil execução, pois diferentes materiais, que são de fácil aquisição, podem ser usados, estando disponíveis até na própria propriedade (SEDIYAMA; SANTOS; LIMA, 2014).

3 OBJETIVO GERAL

O objetivo deste trabalho foi avaliar a eficiência do uso da água em função da adição de fitomassa de planta de cobertura com períodos de restrição hídrica no cultivo de alface, em Juruti-Pará.

3.1 Objetivos específicos

Determinar a eficiência do uso da água na cultura da alface, conforme a dose de fitomassa de cobertura, com e sem restrição hídrica.

Verificar o efeito da adição de fitomassa de cobertura, e restrição hídrica sobre o desenvolvimento da alface.

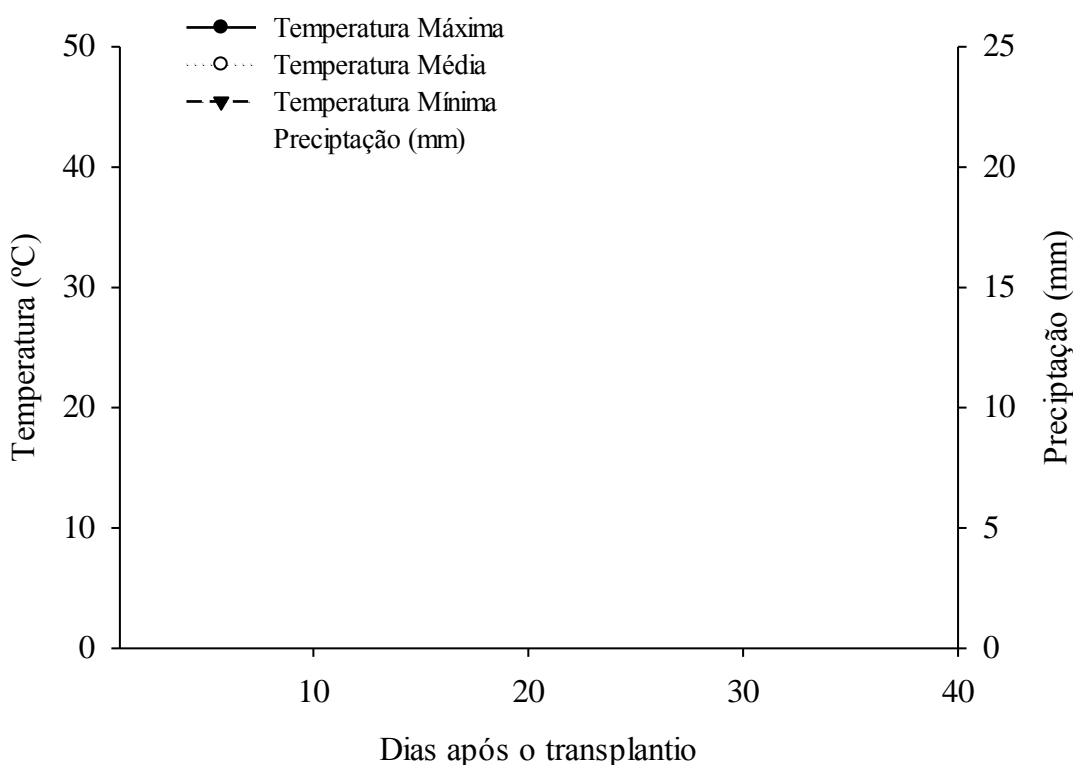
4 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido nos meses de agosto a outubro de 2023 na casa de vegetação do Campus Universitário de Juruti (CJUR) da Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA), no município de Juruti, Pará, (56° 05' 32" O e 02° 09' 08" S), situado a 36 metros de altitude (IBGE, 2022).

O clima da região segundo a classificação de Köppen-Geiger, é caracterizado como Am, apresentando condições de clima tropical de monção, com temperatura média de 24°C em grande parte do ano, com umidade e precipitação elevada (KOTTEK et al., 2006; IMAZON, 2019).

As temperaturas mínima, média e máxima da casa de vegetação foram coletadas com auxílio do termo-higrômetro digital posicionado no centro da casa de vegetação, os dados de precipitação (Figura 2) avaliados durante os 40 dias de condução do experimento foram coletados através da Estação Meteorológica – UFOPA, Campus Juruti-PA.

Figura 2 - Temperatura máxima, média e mínima dentro da casa de vegetação e precipitação no período de desenvolvimento da alface.



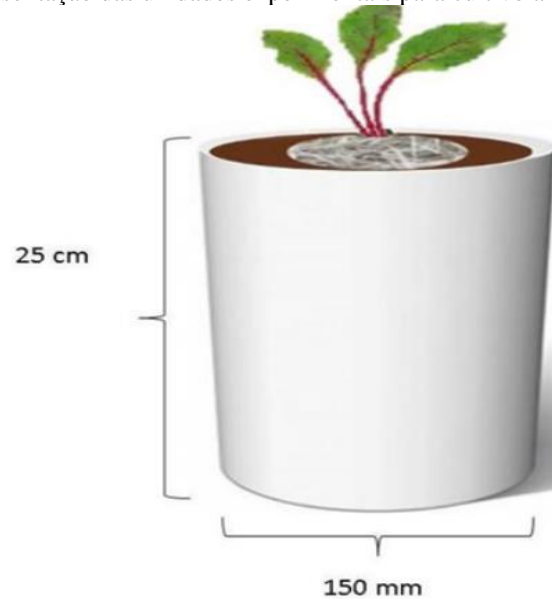
Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Os tratamentos consistiram em um fatorial 3x2, onde foram três 3 diferentes coberturas de fitomassa de *Brachiaria* spp, sendo: 0 Mg ha⁻¹ (testemunha), 5 Mg ha⁻¹ e 10 Mg ha⁻¹; e dois

tipos de restrição hídrica (com restrição e sem restrição), com 4 repetições, em delineamento inteiramente casualizado.

As unidades experimentais foram constituídas por vasos de PVC (diâmetro 150 mm e 25 cm de altura), onde foi deixado em cada vaso uma margem superior de 4 cm sem preenchimento de substrato para manter a fitomassa das plantas de cobertura (Figura 3).

Figura 3 - Representação das unidades experimentais para cultivo alface em casa de vegetação.



Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Na montagem das unidades experimentais, a porção inferior do tubo, foi adicionada areia grossa e brita para auxílio da drenagem, e pratos plásticos arredondados como suporte ao conjunto. A fitomassa de cobertura foi aplicada sobre o substrato com uma tela plástica fixada com grampos metálicos com o objetivo de evitar perdas da cobertura durante o manuseio do experimento (Figura 4).

Figura 4 - Unidades experimentais.



Fonte: Autores (2023).

A fitomassa de cobertura morta de *Brachiaria* spp. foi proveniente da área experimental do CJUR/UFOPA. O material foi acondicionado em sacos de papel pardo e seco em estufa à 65 °C por 72 horas (MELO, 2022). O material foi fragmentado com tamanho entre 5 e 10 cm, e foram quantificados a partir da área do vaso, em quantidades equivalentes de 5 e 10 Mg/ha⁻¹ de massa seca.

Foi utilizado como substrato um solo com fertilidade conhecida para cultivo da cultura na proporção 4:1 (4 partes de solo com fertilidade conhecida; 1 esterco bovino) as amostras foram enviadas para o laboratório de análises químicas no estado do Rio de Janeiro para caracterizar a composição física e química do mesmo (Tabela 1).

Tabela 1 - Caracterização física e química do substrato. Dados não publicados.

Atributos ⁽¹⁾	Camada
	0-20 cm
Argila (g kg ⁻¹)	518
Areia + Silte (g kg ⁻¹)	482
pH (H ₂ O)	4,8
M.O (dag/dm ³)	5,6
P (mg/dm ³)	14,6
K ⁺ (mg/dm ³)	18
Na (mg/dm ³)	-
Ca (cmolc/dm ³)	0,2
Mg (cmolc/dm ³)	0,1
H+Al (cmolc/dm ³)	8,6
CTC (cmolc/dm ³)	8,9
V (%)	4
Cu (mg/dm ³)	0,1
Zn (mg/dm ³)	0,3

⁽¹⁾ A análise do solo foi determinada de acordo com Labominas (2023). Argila, Areia e Silte: método da pipeta; pH(H₂O) na proporção de 1:2,5 v/v; M.O: Matéria Orgânica: Oxi-Red; P: Fósforo extraído por Mehlich-1; K⁺: potássio extraído por Mehlich-1; Na: extraído por Mehlich-1; Ca²⁺: Cálcio extraído por KCl 1 mol L⁻¹; Mg²⁺: Magnésio extraído por KCl 1 mol L⁻¹; H+Al foi extraído por uma solução de acetato de cálcio 1,0 mol L⁻¹; CTC: Capacidade de Troca Catiônica; V: saturação por bases; Cu: Cobre extraído por Mehlich-1 (HCl 0,05 mol L⁻¹ + H₂SO₄ 0,125 mol L⁻¹); Zn: Zinco extraído por Mehlich-1 (HCl 0,05 mol L⁻¹ + H₂SO₄ 0,125 mol L⁻¹).

A cultura utilizada no estudo foi a Alface crespa (*Lactuca sativa* L.), as mudas foram doadas por um produtor local. O transplante ocorreu em agosto de 2023, foram transplantadas 3 mudas por vaso, assim que as mudas apresentaram de 3 a 4 folhas, ocorreu o raleio, e aos 14 dias foi selecionado uma planta por vaso.

Os parâmetros avaliados foram: altura da planta (cm), número de folhas por planta, comprimento da raiz (cm), massa seca parte aérea e raiz (g), diâmetro foliar (cm). A altura das plantas foi medida com régua graduada e paquímetro digital, compreendendo a medida da base da planta até a folha de altura maior.

A reposição da água evapotranspirada foi realizada diariamente para manter o conjunto em capacidade de vaso. Uma vez por semana foi realizado a pesagem de todas as unidades experimentais, em balança eletrônica com capacidade de 20 kg, e nos demais dias a água evapotranspirada foi repostada, mediante a média de massa perdida durante o dia. A quantidade de água (ml/vaso) foi mensurada e registrada.

O primeiro período de restrição hídrica ocorreu aos 15 dia após o transplântio (DAT) e foi estendido por 10 dias. A segunda restrição no fornecimento de água aconteceu aos 30 DAT, e teve duração de três dias (MELO, 2022).

A eficiência da utilização da água foi determinada pela relação entre o consumo de água e a massa seca da planta (SILVA; SILVA; KLAR, 2013), conforme a equação:

$$EUA = \frac{ETc}{MST}$$

Em que: EUA é a eficiência do uso da água em (ml/g);

ETc é o consumo de água total do vaso (ml);

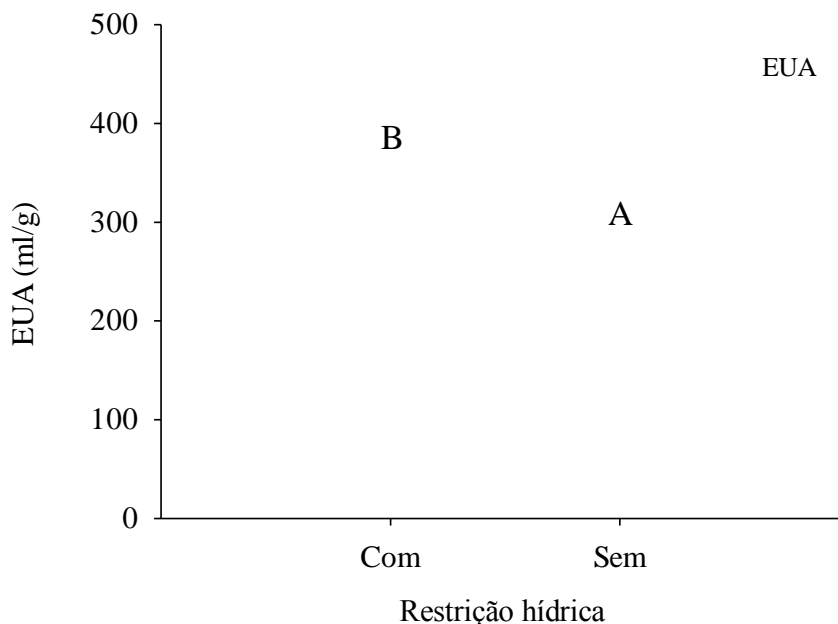
MST é a fitomassa seca total (g).

Os resultados obtidos foram submetidos à teste de homogeneidade de variância e normalidade, e análise de variância. A comparação dos tratamentos para os fatores qualitativos foi realizada pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. Todos os testes foram executados no programa Sigmaplot 12.5.

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Eficiência do uso da água (EUA) foi maior no tratamento sem restrição hídrica em comparação ao com restrição. Deste modo, o período com restrição hídrica aumentou a necessidade de consumo de água para cultura da alface completar seu ciclo, o que diminuiu o EUA para planta (Figura 5). Foi observado que o menor gasto de água para a produção de biomassa da cultura foi obtido para o tratamento sem restrição hídrica, com valor médio da EUA de 252 ml/g e 319 ml/g para o tratamento com restrição hídrica respectivamente.

Figura 5 - Efeito da restrição hídrica na eficiência do uso da água da alface.



Médias seguidas de letras minúsculas dentro da restrição hídrica diferem pelo Teste de Tukey ($P \leq 0,05$). Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

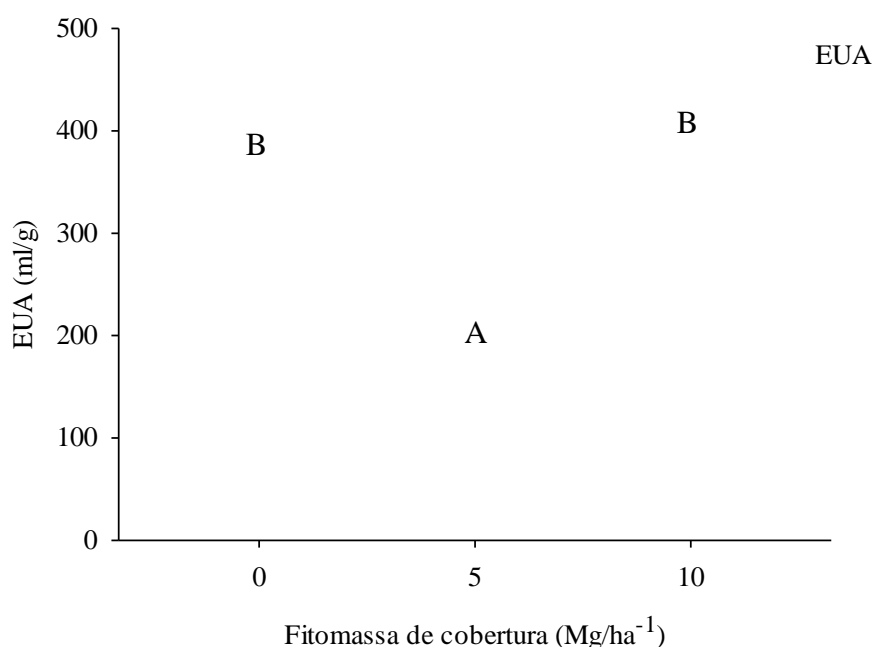
A EUA é um importante indicador da qualidade do desenvolvimento das culturas, pode ser utilizado como parâmetro para produção de água na agricultura, pois determina a quantidade de água utilizada durante o ciclo da planta, a qual é baseado na produção da fitomassa da mesma (LI et al., 2018).

Segundo Lima et al. (2018), o manejo para ser eficiente deve apresentar menor uso de água nas irrigações sem afetar o desenvolvimento e produção das culturas, resultado este que foi observado no presente estudo para os tratamentos sem restrição. Além disso, a alface é um tipo de hortaliça exigente em água, e sua produtividade aumentará com a quantidade de água aplicada, pois, quando a necessidade da cultura é suprida, ocorre a produção de folhas tenras e suculentas (CANUTO et al., 2019).

A EUA auxilia no conhecimento da resposta da cultura as condições de umidade do solo e demanda evaporativa, essas respostas são elementos básicos para um manejo adequado para irrigação da hortaliça e demais culturas agrícolas.

A cobertura do solo contribuiu para o aumento da EUA na cultura da alface, a fitomassa de cobertura de 5 Mg/ha⁻¹ reduziu a evaporação da água, e elevou o uso eficiente da água, isto é, auxiliou na redução do consumo de água no cultivo da hortaliça. Resultado diferente foi observado para cobertura com 10 Mg/ha⁻¹, onde houve maior consumo de água em comparação a testemunha, no entanto, não houve resultado significativo em comparação a fitomassa de 0 Mg/ha⁻¹ (Figura 6).

Figura 6 - Efeito da fitomassa de cobertura na eficiência do uso da água da alface.



Médias seguidas de letras minúsculas dentro de cada dose de fitomassa de cobertura diferem pelo Teste de Tukey ($P \leq 0,05$). Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

A cobertura do solo para o cultivo de alface apresenta benefícios para o desenvolvimento da hortaliça, tais como diminuição da temperatura superficial do solo, ciclagem de nutriente, infiltração de água, bem como disponibilidade de matéria orgânica para o sistema solo planta, e assim reduz a evapotranspiração, tornando possível um manejo mais eficiente de água e utilizando a quantidade necessária para uma boa produção sem desperdícios (DONEDA et al., 2012; NESPOLI et al., 2017).

Segundo Melo (2022) o uso de cobertura do solo no cultivo de alface apresentou níveis produtivos significativos em comparação ao tratamento testemunha sem cobertura, o que melhorou a produção e a qualidade da cultura. Porém, a utilização de cobertura morta com

objetivo de alcançar níveis produtivos satisfatórios da cultura e que apresente retorno financeiro, deve ser viável para os produtores, principalmente em relação a oferta da mesma na propriedade, pois novas alternativas de cobertura, são importantes para o uso na região de cultivo.

A escolha em relação ao tipo de cobertura morta é importante no manejo e no desenvolvimento de alface, no Brasil os resíduos da cultura do milho (*Zea Mays*) são comumente utilizados como cobertura morta da hortaliça, pois apresenta fácil disponibilidade em grande parte das propriedades (VENDRUSCOLO et al., 2023). No entanto, no presente estudo foi utilizada cobertura morta de *Brachiaria* spp, devido à falta de oferta de resíduo de milho no município de Juruti.

A *Brachiaria* spp apresenta características diferentes do milho, o que pode explicar o resultado de maior consumo de água no tratamento com fitomassa de 10 Mg/ha⁻¹, em regiões tropicais, o excesso de cobertura morta com alta relação C/N pode gerar problemas quando a cultura é plantada logo após a adição da cobertura (LOURENÇO et al., 2001; VENDRUSCOLO et al., 2017), outra explicação pode estar relacionada a quantidade fitomassa de cobertura.

O excesso e/ou ausência de cobertura são fatores que contribuem para uma baixa produtividade da cultura e problemas de fitossanidade. A falta de cobertura deixa a superfície do solo exposta, com isso a temperatura eleva e aumenta a evapotranspiração contribuindo para perda de água devido ao calor (VENDRUSCOLO et al., 2017).

A cobertura em maior quantidade pode criar um microclima propício para proliferação de pragas e doenças e dificultar a infiltração de água no solo, e com isso aumentar a umidade do solo, o que pode ter sido prejudicial para o desenvolvimento da cultura, pois, diminui aeração e causa a falta de oxigênio, deste modo, prejudica o desenvolvimento radicular e crescimento da alface (BIO, 2022).

A cobertura do solo é uma alternativa importante para os agricultores, principalmente em períodos de estiagem onde há escassez hídrica, pois permite a produção sem que haja grandes perdas na produção, sobretudo nas culturas folhosas como alface que é uma planta exigente na questão de manejo hídrico. Portanto, a cobertura auxilia para o aumento da EUA e torna-se uma possibilidade de manejo em períodos de estiagens.

Todos os parâmetros morfológicos avaliados da alface apresentaram resultados significativos para interação entre fitomassa de cobertura e período com e sem restrição hídrica. Observou-se que o número de folhas foi maior nos tratamentos sem restrição hídrica, e para

fitomassa de cobertura houve resultado significativo para a testemunha e tratamento com cobertura de 5 Mg/ha⁻¹ (Tabela 2).

Tabela 2 - Efeito da interação entre cobertura e restrição hídrica no número de folhas de alface.

Restrição hídrica	Cobertura Mg ha ⁻¹		
	0	5	10
Com	17,5 Ba	18,5 Ba	15,7 Aa
Sem	25,5 Aa	23,2 Aa	16,0 Ab
C.V	12,5%		
DMS	4,4		

Letra maiúscula na coluna compara restrição hídrica e minúscula na linha compara coberturas. Médias seguidas por letras diferentes diferem pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$). C.V: Coeficiente de variação, DMS: Diferença mínima significativa. Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Nas condições em que foi conduzido o experimento a variação de temperatura influenciou diretamente a expressão dos parâmetros morfológicos avaliados. Segundo Santos et al. (2009), o número de folhas é uma variável que pode ser influenciada pelo ambiente. A temperatura do ar da casa de vegetação apresentou média de 30,3 °C durante todo o experimento. As temperaturas máximas e mínimas atingiram em torno de 37,2°C e 25,1°C, durante a condução do estudo ocorreu apenas quatro dias de precipitação (Figura 2).

Segundo Beninni; Takahashi; Neves, (2003) variedades de alface mais sensíveis a temperaturas altas podem causar um quadro fisiológico denominado “tipburn” (queimadura nas pontas), em que a sensibilidade prejudica a absorção de cálcio pela planta, causando sintomas de queimação nas bordas das folhas e afetam o desenvolvimento das folhas, o que foi possível observar durante o experimento (Figura 7).

Figura 7 - Sintomas de queimação nas bordas das folhas



Fonte: Fonte: Autores (2023).

A alface crespa cultivada em temperaturas mais amenas tem rendimentos mais altos e melhor qualidade do que a alface cultivada em temperaturas mais elevadas (RESENDE; YURI; COSTA, 2018). As temperaturas que foram alcançadas durante o experimento estão dentro das faixas em que a cultura consegue se desenvolver, mesmo sendo consideradas sensíveis, porém com desenvolvimento inferior comparada com cultivares cultivadas em temperaturas ideais.

Para o parâmetro número de folhas, foi observado que os tratamentos com restrição hídrica apresentaram uma quantidade menor de números de folhas em comparação aos tratamentos sem restrição (Tabela 2).

Urbano Júnior; Oliveira Neto (2021), ao avaliarem as respostas morfológicas de quatro variedades de alface sob deficiência hídrica, concluíram que a deficiência influencia nas respostas das características morfológicas da cultura. Ainda de acordo com os autores a seca moderada nos primeiros dias de desenvolvimento da alface diminuiu o número de folhas. Esses resultados obtidos corroboram com os apresentados nesse trabalho.

Fátima et al. (2018), ao avaliarem o crescimento e as trocas gasosas de plantas de alface sob estresse hídrico e adubação com fósforo, chegaram também a resultados semelhantes aos dos autores acima citados. No trabalho deles também houve a diminuição do número de folhas nos tratamentos com restrição hídrica.

Segundo Peloso; Tatagiba; Amaral, (2017), a diminuição no crescimento em número de folha está associada com a redução do turgor das células, que influencia a divisão e expansão celular, provocando assim mudanças na anatomia, fisiologia e bioquímica das plantas. Foi possível constatar durante a condução do experimento, que o uso de cobertura de 5 Mg/ha⁻¹ foi importante para manter a produção de números de folhas nos tratamentos com restrição, demonstrando assim que pode ser uma alternativa para período de estiagem.

Para o comprimento da raiz, houve diferença significativa para o tratamento sem restrição hídrica, a fitomassa de Cobertura 5 Mg ha⁻¹ apresentou melhor resposta para esse parâmetro morfológico (Tabela 3).

Tabela 3 - Efeito da interação entre cobertura e restrição hídrica no comprimento da raiz (cm) de alface.

Restrição hídrica	Cobertura Mg ha ⁻¹		
	0	5	10
Com	26,6 Aa	25,6 Ba	24,8 Aa
Sem	24,8 Ab	32,2Aa	23,5 Ab
C.V	7,7%		
DMS	3,6		

Letra maiúscula na coluna compara restrição hídrica e minúscula na linha compara coberturas. Médias seguidas por letras diferentes diferem pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$). C.V: Coeficiente de variação, DMS: Diferença mínima significativa. Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

O sistema radicular também é sensível a temperaturas elevadas o que afeta o seu desenvolvimento, desde modo, a presença de cobertura do solo, viva ou morta, desempenha importante papel na amplitude térmica, o que beneficia o bom desenvolvimento do sistema radicular da planta.

Em trabalho avaliando o desenvolvimento de alface cv. Salad bowl em função do espaçamento e diferentes coberturas vegetais, Campos; Assis; Livramento, (2023), encontraram que a utilização de cobertura vegetal diminuiu a amplitude térmica do solo e desempenhou ganhos no volume de raízes.

A temperatura elevada na superfície do solo apresenta de forma direta efeitos no desenvolvimento da planta, conseqüentemente influenciando no crescimento do sistema radicular, isso pode ser explicado pelas reações químicas que ocorrem, desta forma, as temperaturas altas também afetam a faixa de absorção de nutrientes pela cultura, pois ocasionam a morte de raízes e radicelas (TAIZ et al., 2017).

Com a cobertura vegetal a umidade do solo é mantida por um período maior de tempo, proporcionando assim um controle térmico para o desenvolvimento da planta, pois, essa proteção evita um contato direto dos raios solares, isso ajuda que as raízes permaneçam em condições de estabilidade térmica, assim aumentando os níveis de produtividade da hortaliça (MADEIRA et al., 2021).

O resultado para o diâmetro foliar mostrou a eficiência da fitomassa de cobertura de 5 Mg ha⁻¹ nos tratamentos com restrição hídrica, nos demais tratamentos não foi observado resultados significativos (Tabela 4).

Tabela 4 - Efeito da interação entre cobertura e restrição hídrica no diâmetro foliar (mm) de alface.

Restrição hídrica	Cobertura Mg ha ⁻¹		
	0	5	10
Com	20,0 Bb	23,0 Aa	21,0 Bab
Sem	23,6 Aa	23,2 Aa	23,7 Aa
C.V	6,3%		
DMS	2,5		

Letra maiúscula na coluna compara restrição hídrica e minúscula na linha compara coberturas. Médias seguidas por letras diferentes diferem pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$). C.V: Coeficiente de variação, DMS: Diferença mínima significativa. Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

A cobertura é importante para o desenvolvimento foliar de alface, pois beneficia a planta a manter a umidade e atenuar a evapotranspiração, deste modo, diminuindo as perdas de água, o que melhora o desenvolvimento da cultura. As irrigações para a cultura da alface devem ser realizadas de forma frequente e abundante devido a sua ampla área foliar que remete a evapotranspiração intensa, e a cobertura morta mantém a umidade ao longo do ciclo da cultura

o que proporciona boa produção, a hortaliça é uma espécie exigente em água, assim a necessidade aumenta de acordo com o estágio de desenvolvimento (FILGUEIRA, 2012; URBANO JÚNIOR; OLIVEIRA NETO, 2021).

O manejo das culturas agrícolas e não agrícolas necessitam de quantidades de água suficiente para desenvolvimento de todas as fases, a ausência ou falta de água no solo gera déficit hídrico, sendo algo negativo ao crescimento e o desenvolvimento das culturas, pois a taxa de assimilação de CO₂ conflita-se com a conservação da água pela planta o que influencia no diâmetro foliar de alface (FAVARATO; GUARÇONI; SIQUEIRA, 2017).

Na cultura da alface a disposição de fornecimento de água deve ser realizada de maneira constante e de forma abundante, para que o solo mantenha umidade acima de 80% ao longo do ciclo, devido a sua ampla área foliar que remete a evapotranspiração intensa, o que afeta a produção de biomassa e seu desenvolvimento, onde o déficit hídrico ou a excesso de água podem provocar redução da produção (DOTTO; FERNANDES; FILHO, 2015).

A massa fresca da folha e raiz apresentaram resultados significativos para período sem restrição como melhor resposta ao desenvolvimento da planta, tanto para massa fresca da raiz e folha e para fitomassa de cobertura os tratamentos com 5 e 10 Mg ha⁻¹ desempenharam melhor resposta aos parâmetros avaliados (Tabela 5).

Tabela 5 - Efeito da interação entre cobertura e restrição hídrica na Massa Fresca da Folha e Raiz (g) de alface.

Massa Fresca da Folha (g)			
	Cobertura Mg ha ⁻¹		
Restrição hídrica	0	5	10
Com	25,6 Bc	33,8 Bb	40,2 Aa
Sem	35,7 Ab	54,7 Aa	19,4 Bc
C.V	6,5%		
DMS	4,1		
Massa Fresca da Raiz (g)			
	Cobertura Mg ha ⁻¹		
Restrição hídrica	0	5	10
Com	21,7 Bb	23,1 Bb	33,7 Aa
Sem	35,1 Ab	63,3 Aa	27,3 Bc
C.V	3,3%		
DMS	2,0		

Letra maiúscula na coluna compara restrição hídrica e minúscula na linha compara coberturas. Médias seguidas por letras diferentes diferem pelo teste de Tukey (P≤0,05). C.V: Coeficiente de variação, DMS: Diferença mínima significativa. Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

A alface é exigente em água, o manejo como o uso de cobertura é de grande importância, a fitomassa morta sobre o solo disponibiliza condições para uma produção de biomassa que apresente a planta um bom desenvolvimento. O crescimento da parte aérea da cultura depende

além de luz e gás carbônico, também necessita de água e nutrientes em quantidade suficiente para o bom desenvolvimento da cultura, deste modo, o manejo adequado do solo é importante para que a planta desempenhe suas características de forma desejável.

Diferentes coberturas sobre o solo em manejo para o cultivo de alface como capim braquiária, atuam como uma barreira entre as folhas mais baixas e o solo, o que reduz os índices de apodrecimento e com isso aumento do acúmulo de biomassa tanto fresca quanto seca nas folhas e raízes das plantas, o que favorece o aumento da produção da hortaliça (GASTL FILHO et al., 2020a).

A fitomassa de cobertura morta com braquiária apresenta a capacidade de redução da temperatura, pois proporciona maior teor de umidade do solo, em torno de 84,7% e 87,08%, assim os parâmetros de crescimento e produtividade como biomassa fresca das folhas e raízes são afetados positivamente pela ação da cobertura do capim (LOPES LONGHINI et al., 2019)

A braquiária apresenta como fitomassa de cobertura morta partículas em torno de 5cm^3 , o que preenche uma considerável área sobre o solo e planta, quanto menor o tamanho da partícula vegetal, maior sua área superficial específica e maior a superfície de contato, essas características favorecem a interceptação e a alta refletividade de radiação solar, a aplicação de cobertura na superfície do solo tem sido utilizada para preservar a umidade e temperatura do solo, o que favorece também a atividade microbiana (TROEH; THOMPSON, 2007).

No entanto, Gastl Filho et al. (2020), não observaram diferença significativa entre o uso de braquiária e a testemunha sem cobertura, tal cobertura possui maior tamanho de partícula, isso contribuiu para lenta decomposição da matéria orgânica e menor liberação de nutrientes no solo.

Além disso a braquiária apresenta elevado teor de lignina, na sua composição encontra-se em torno de 21%, assim, desempenha mais resistência à decomposição de microrganismos, logo, os materiais vegetais que apresentam altas quantidades de lignina em sua composição química são decompostos de maneira mais lenta, o que influenciou negativamente a produção de biomassa fresca da folha e raiz para as condições do estudo (FUKUSHIMA et al., 2000).

Portanto, a utilização de cobertura vegetal pode ser uma alternativa viável e uma opção de manejo que pode auxiliar os agricultores em períodos de estiagem, principalmente no interior da Amazônia paraense que sofre com os problemas estiagem e secas prolongadas. Além disso é economicamente importante para produção de alface, pois eleva os atributos biométricos da cultura, mantem a umidade e temperatura do solo, e dependendo da cobertura disponível na região de plantio pode ser recomendada como manejo para o cultivo de alface.

Para massa seca das folhas, houve resultado significativo para a restrição hídrica, onde os tratamentos sem restrição apresentaram os melhores resultados. Para cobertura com restrição a fitomassa de braquiária de 5 e 10 Mg ha⁻¹ desempenharam melhor desenvolvimento em comparação a testemunha sem cobertura. Para massa seca da raiz, os tratamentos sem restrição na testemunha e 5 Mg ha⁻¹ apresentaram melhor desenvolvimento (Tabela 6).

Tabela 6 - Efeito da interação entre cobertura e restrição hídrica na Massa Seca da Folha e Raiz (g) de alface.

Massa Seca da Folha (g)			
	Cobertura Mg ha ⁻¹		
Restrição hídrica	0	5	10
Com	3,3 Ba	4,1 Ba	3,7 Aa
Sem	5,0 Ab	6,4 Aa	1,9 Bc
C.V	17,7%		
DMS	1,3		
Massa Seca da Raiz (g)			
	Cobertura Mg ha ⁻¹		
Restrição hídrica	0	5	10
Com	1,7 Bc	4,9 Bb	6,8 Aa
Sem	10,6 Ab	14,3 Aa	6,5 Ac
C.V	10,1%		
DMS	1,3		

Letra maiúscula na coluna compara restrição hídrica e minúscula na linha compara coberturas. Médias seguidas por letras diferentes diferem pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$). C.V: Coeficiente de variação, DMS: Diferença mínima significativa. Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Assim como na massa fresca os valores se mantiveram semelhantes estatisticamente, mostrando que o uso de água é fundamental para o desenvolvimento da cultura, o período de sem restrição apresentou a melhor resposta em comparação ao com restrição, onde proporcionou um maior desenvolvimento de biomassa, apenas para cobertura de 10 Mg ha⁻¹ no período com restrição foi maior em relação ao sem restrição, mostrando assim a importância da cobertura em período de estresse hídrico e estiagem.

A fitomassa de cobertura de braquiária de 5 Mg ha⁻¹ mostrou na maioria dos fatores avaliados o melhor desempenho, auxiliando o desenvolvimento produtivo da cultura. A restrição hídrica, assim como o excesso de irrigação, afeta diretamente o desenvolvimento da biomassa seca da raiz e folha da hortaliça, desta forma, os parâmetros de desenvolvimento são influenciados pelo manejo do solo e água, bem como no uso de fitomassa de cobertura, o que pode proporcionar ou não características de uma planta de qualidade (BOUTILLIER; THOMSON, 2011; DOTTO; FERNANDES; FILHO, 2015; VOLPATO et al., 2021).

A alface é sensível ao estresse hídrico, como pode ser observado pelos resultados do presente estudo, quando ocorre a restrição de água, a planta apresenta um gasto energético

acima do normal, o que afeta seu desenvolvimento, principalmente da biomassa da cultura, o que impede a planta de absorver os nutrientes que necessita e também uma menor capacidade de realizar suas funções, como fotossíntese, assim ocasionando severos problemas na produtividade e qualidade (FAVARATO; GUARÇONI; SIQUEIRA, 2017; LOPES LONGHINI et al., 2019).

A cultura da alface assim como outras hortaliças folhosas necessitam da utilização de muita água para completar seus ciclos, isso ocorre devido as suas características morfológicas. Para uma boa produção de biomassa é necessário um manejo racional de água, para que não haja desperdício de recurso hídrico.

Deste modo, o uso de coberturas, como fitomassa viva ou morta, são importantes para o bom crescimento da cultura e principalmente para que ela apresente seu potencial produtivo, portanto, o uso de palhadas e restos vegetais são recursos viáveis e de baixo custo para o produtor, tornando assim possível economizar água e aumentar a eficiência do uso da água na produção de hortaliças (FILGUEIRA, 2008; LOPES LONGHINI et al., 2019).

7 CONCLUSÃO

A eficiência do uso da água foi maior no tratamento de 5 Mg ha⁻¹ de fitomassa.

A alface apresenta o melhor desempenho sem períodos de restrição hídrica.

Mesmo com restrição hídrica as coberturas de fitomassa auxiliam no aumento da eficiência do uso da água.

REFERÊNCIAS

- BENINNI, E. R. Y.; TAKAHASHI, H. W.; NEVES, C. S. V. J. Manejo do cálcio em alface de cultivo hidropônico. **Horticultura Brasileira**, v. 21, n. 4, p. 605–610, dez. 2003.
- BERGAMASCHI, H.; GUADAGNIN, M. R. Modelos de ajuste para médias de temperatura do solo, em diferentes profundidades. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v. 1, n. 1, p. 95–99, 1993.
- BERNADO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. **Manual de Irrigação**. 8ª ed. Viçosa: Ed UFV, 2006.
- BIOTECNOLOGIA AGRÍCOLA. **Estresse hídrico – como a falta e o excesso de chuvas podem impactar na produtividade das lavouras**. Disponível em: <<https://c6bio.com.br/estresse-hidrico-como-a-falta-e-o-excesso-de-chuvas-podem-impactar-na-produtividade-das-lavouras/>>. Acesso em: 20 out. 2023.
- BOUTILLIER, R.; THOMSON, I. **Modelling and measuring the social licence to operate: fruits of a dialogue between theory and practice**. Queensland: International Mine Management, 2011.
- BRANCO, R. B. et al. Cultivo orgânico sequencial de hortaliças com dois sistemas de irrigação e duas coberturas de solo. **Horticultura Brasileira**, v. 28, n. 1, p. 75–80, mar. 2010.
- BRITO, M. E. B. et al. Comportamento fisiológico de combinações copa/porta-enxerto de citros sob estresse hídrico. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias - Brazilian Journal of Agricultural Sciences**, v. 7, n. 3, p. 857–865, dez. 2012.
- CANUTO, C. et al. Biochar e esterco bovino aumentam a eficiência no uso de água da alface. **Diversitas Journal**, v. 4, n. 3, p. 1082–1091, 3 out. 2019.
- CARDOSO, G. G. G. **Manejo da irrigação da alface em ambiente protegido**. Tese (Doutorado) —Botucatu: Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, 2011.
- CARVALHO, J. E. DE et al. Cobertura morta do solo no cultivo de alface cv. Regina 2000, em Ji-Paraná/RO. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 29, n. 5, p. 935–939, out. 2005.
- CASSIMIRO, C. A. L. et al. Produção de alface crespa, cv. Cristina no semiárido brasileiro com sistema de irrigação subsuperficial de baixo custo. **Revista Principia Divulgação Científica e Tecnológica do IFPB**, v. 1, n. 52, p. 70, nov. 2020.
- CERQUEIRA, D. et al. Eficiência da cobertura morta do solo na supressão de plantas daninhas e na produtividade da alface. Em: **Extensão Rural em Foco: Apoio à Agricultura Familiar, Empreendedorismo e Inovação - Volume 2**. Guarujá: Editora Científica Digital, 2020. p. 29–37.
- DONEDA, A. et al. Fitomassa e decomposição de resíduos de plantas de cobertura puras e consorciadas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 36, n. 6, p. 1714–1723, nov. 2012.

DOTTO, A.; FERNANDES, D.; FILHO, S. Desempenho produtivo de cultivares de alface americana na estação seca da Amazônia central. **Original Article Biosci. J**, v. 31, n. 2, p. 404–414, 2015.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Produção de hortaliças e crise hídrica**. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/2732320/producao--de-hortalicas--crise-hidrica>>. Acesso em: 9 jun. 2023.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **O desafio do uso da água na agricultura brasileira**. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/agua-na-agricultura/sobre-o-tema>>. Acesso em: 6 jun. 2023.

FÁTIMA, R. T. DE et al. CRESCIMENTO E TROCAS GASOSAS EM ALFACE CULTIVADA SOB REGIMES HÍDRICOS E ADUBAÇÃO FOSFATADA. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v. 12, n. 3, p. 2683–2691, 6 ago. 2018.

FAVARATO, L. F.; GUARÇONI, R. C.; SIQUEIRA, A. P. Produção de alface de primavera/verão sob diferentes sistemas de cultivo. **Revista Científica Intelletto**, v. 2, n. 1, p. 16–26, 2017.

FERNANDES, F. B. P. et al. Effect of soil management on water deficit, gas exchange and cowpea yield in the semi-arid region. **Revista Ciência Agronômica**, v. 46, n. 3, p. 506–515, 2015.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: Agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 3. ed. Viçosa: Editora UFV, 2008.

FREIRE, J. L. DE O.; LIMA, I. B. DE. Aspectos morfológicos e produtivos de alfaces adubadas com urina oxidada de vaca e uso de cobertura com fibra de coco. **Scientia Naturalis**, v. 4, n. 1, p. 118–130, set. 2022.

FREITAS, A. R. DE J. et al. Biodegradable mulch controls weeds and increases water use efficiency in lettuce crops. **Horticultura Brasileira**, v. 39, n. 3, p. 330–334, set. 2021.

FREITAS, P. S. L. DE et al. Efeito da cobertura de resíduo da cultura do milho na evaporação da água do solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 8, n. 1, p. 85–91, abr. 2004.

FUKUSHIMA, R. S. et al. Extração da lignina e emprego da mesma em curvas de calibração para a mensuração da lignina em produtos vegetais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 5, p. 1302–1311, out. 2000.

GASPARIM, E. et al. Temperatura no perfil do solo utilizando duas densidades de cobertura e solo nu. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 27, n. 1, p. 107–115, abr. 2005.

GASTL FILHO, J. et al. Orgânica em função da cobertura do solo. **Revista Agroecossistemas**, v. 12, p. 51–68, 2020.

GASTL FILHO, J. et al. Desempenho agrônomico de alface orgânica em função da cobertura do solo. **Revista Agroecossistemas**, v. 12, n. 2, p. 51, fev. 2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Cidades e estados: Juruti-PA**. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/pa/juruti.html>>. Acesso em: 10 jun. 2023.

INSTITUTO DO HOMEM E MEIO AMBIENTE DA AMAZÔNIA - IMAZON. **Relatório de viabilidade técnica para a criação de unidade de conservação no município de Juruti/Pa**. Belém: [s.n.]. Disponível em: <https://imazon.org.br/wp-content/uploads/2019/08/RELAT%C3%93RIO-DE-VIABILIDADE-T%C3%89CNICA_UC-Juruti.pdf>. Acesso em: 10 jun. 2023.

JARDIM, H. M. C.; ARAÚJO, F. F. Alterações na microbiologia do solo e cultivo de alface em função da cobertura do solo com palhadas. **Colloquium Agrariae**, v. 13, n. Especial, p. 22–29, dez. 2017.

JENSEN, M. E. Sustainable and productive irrigated agriculture. Em: HOFFMAN, G. J. et al. (Eds.). **Design and operation of farm irrigation systems**. 2^a ed. Saint Joseph: Asabe, 2007. p. 33–56.

KOTTEK, M. et al. World Map of the Köppen-Geiger climate classification updated. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 15, n. 3, p. 259–263, jul. 2006.

KUMAR, P. et al. Vegetable Grafting as a Tool to Improve Drought Resistance and Water Use Efficiency. **Frontiers in Plant Science**, v. 30, n. 8, p. 11–30, jun. 2017.

LEAL, A. M. **O uso da água na agricultura – PET Agronomia**. Disponível em: <<https://www.ufsm.br/pet/agronomia/2022/08/23/o-uso-da-agua-na-agricultura>>. Acesso em: 4 jun. 2023.

LEITE, K. N. et al. Resposta da alface à aplicação de doses, de biofertilizante e lâminas de irrigação. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 8, p. 34–48, 17 jun. 2022.

LI, X. et al. Deficit irrigation provokes more pronounced responses of maize photosynthesis and water productivity to elevated CO₂. **Agricultural Water Management**, v. 195, p. 71–83, jan. 2018.

LIMA, L. R. et al. Growth, water use and efficiency of forage cactus sorghum intercropping under different water depths. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 22, n. 2, p. 113–118, fev. 2018.

LOPES LONGHINI, K. et al. Avaliação do reaproveitamento de resíduos vegetais na produção de alface, visando o aumento de atributos biométricos. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 14, n. 4, 2019.

LOURENÇO, R. S. et al. Influência da cobertura morta na produtividade da erva-mate. **Bol. Pesq. Fl**, n. 43, p. 113–122, dez. 2001.

MADEIRA, N. R. et al. Sistemas de produção mandioquinha salsa (*Arracacia xanthorrhiza* Bancroft). **Hortaliças Brasília, Embrapa**, v. 1, p. 1–32, 2021.

MAGALHÃES, F. F. et al. Produção de Cultivares de Alface Tipo Crespa sob Diferentes Lâminas de Irrigação. **Water Resources and Irrigation Management**, v. 4, n. 1–3, p. 41–50, dez. 2015.

MAROUELLI, W. A. et al. Manejo da água de irrigação. Em: SOUSA, V. F. et al. (Eds.). **Irrigação e fertirrigação em fruteiras e hortaliças**. 1ª ed ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2011. p. 158–232.

MELO, L. C. **Eficiência do uso da água em cultivos sucessivos de hortaliças sob diferentes densidades do solo e quantidades de fitomassa de cobertura**. Dissertação (Mestrado), Universidade do Estado de Santa Catarina, Centro de Ciências Agroveterinárias, Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo—Lages: mar. 2022.

MUNDO ECOLOGIA. **Alface com Caule Longo e Poucas Folhas | Mundo Ecologia**. Disponível em: <<https://www.mundoecologia.com.br/plantas/alface-com-caule-longo-e-poucas-folhas/>>. Acesso em: 23 maio. 2023.

NESPOLI, A. et al. Consórcio de alface e milho verde sobre cobertura viva e morta em plantio direto. **Horticultura Brasileira**, v. 35, n. 3, p. 453–457, set. 2017.

OLIVEIRA FILHO, F. S. et al. Produção de hortaliças com o uso eficiente de água em propriedades rurais do Sítio Barrocas, Sousa-PB. **Revista Práxis: saberes da extensão**, v. 6, n. 13, p. 68, nov. 2018.

O'NEILL, P. M.; SHANAHAN, J. F.; SCHEPERS, J. S. Use of Chlorophyll Fluorescence Assessments to Differentiate Corn Hybrid Response To Variable Water Conditions. **Crop Science**, v. 46, n. 2, p. 681–687, mar. 2006.

PELOSO, A. F.; TATAGIBA, S. D.; AMARAL, J. F. T. Limitações do crescimento vegetativo em cafeeiro arábica promovido pelo déficit hídrico. **Revista Engenharia na Agricultura - REVENG**, v. 25, n. 2, p. 139–147, 8 maio 2017.

PEREIRA, L. S.; CORDERY, I.; IACOVIDES, I. Improved indicators of water use performance and productivity for sustainable water conservation and saving. **Agricultural Water Management**, v. 108, p. 39–51, maio 2012.

QUEIROGA, R. C. F. et al. Utilização de diferentes materiais como cobertura morta do solo no cultivo de pimentão. **Horticultura Brasileira**, v. 20, n. 3, p. 416–418, set. 2002.

REICHARDT, K.; TIMM, L. C. **Solo, planta e atmosfera: conceitos, processos e aplicações**. Barueri: Manole, 2004.

RESENDE, G. M. DE; YURI, J. E.; COSTA, N. D. **Cultivo de alface-crespa no Submédio do Vale do São Francisco**. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1092024/cultivo-de-alface-crespa-no-submedio-do-vale-do-sao-francisco>>. Acesso em: 21 out. 2023.

RIBEIRO, V. H. DE A.; ARRIEL, N. H. C.; FERNANDES, P. D. Tolerância de genótipos de gergelim ao estresse hídrico em cultivo com biofertilizante. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 9, p. 64637–64660, set. 2020.

RODRIGUES, L. N. **Água para produção de alimento**. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/42157533/artigo-agua-para-producao-de-alimento>>. Acesso em: 9 jun. 2023.

ROTOPASTYC. **A importância da água na agricultura**. Disponível em: <<https://rotoplastyc.com.br/a-importancia-da-agua-na-agricultura/>>. Acesso em: 6 jun. 2023.
SAMPAIO, R. A.; ARAÚJO, W. F. Importância da cobertura plástica do solo sobre o cultivo de hortaliças. **Agropecuária Técnica**, v. 22, n. 1, p. 2–13, 2001.

SANDERS, D. C. **Lettuce production**. Disponível em: <<http://www.ces.ncsu.edu/depts/hort/hil/hil-11.htm>>. Acesso em: 15 maio. 2023.

SANTOS, C. L. DOS et al. Desempenho de cultivares de alface tipo crespa sobaltas temperaturas em Cáceres-MT. **Agrarian**, v. 2, n. 3, p. 87–98, 2009.

SANTOS, S. R. DOS; PEREIRA, G. M. Comportamento da alface tipo americana sob diferentes tensões da água no solo, em ambiente protegido. **Engenharia Agrícola**, v. 24, n. 3, p. 569–577, dez. 2004.

SANTOS, V. P. et al. Erosão hídrica no cultivo da cebola influenciada pelo manejo do solo e cobertura por resíduo cultural. **Ciencia del Suelo**, v. 40, n. 2, p. 185–195, out. 2022.

SEDIYAMA, M. A. N. et al. Ocorrência de plantas daninhas no cultivo de beterraba com cobertura morta e adubação orgânica. **Planta Daninha**, v. 28, n. 4, p. 717–725, dez. 2010.

SEDIYAMA, M. A. N.; SANTOS, I. C. DOS; LIMA, P. C. DE. Cultivo de hortaliças no sistema orgânico. **Revista Ceres**, v. 61, n. suppl, p. 829–837, dez. 2014.

SILVA, A. O.; SILVA, Ê. F. DE F.; KLAR, A. E. Water Resources and Irrigation Management Eficiência de uso da água em cultivares de beterraba submetidas a diferentes tensões da água no solo. **Water Resources and Irrigation Management**, v. 2, n. 1, p. 27–36, jan. 2013.

SILVA, C. B. et al. Produtividade da alface cultivada em campo e ambiente protegido em resposta às lâminas de irrigação e níveis salinos. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 10, p. 109–143, out. 2020a.

SILVA, F. A. et al. Tecnologia para otimização do uso da água na produção de alface no semiárido baiano. **Revista Agrotecnologia, Ipameri**, v. 11, n. 2, p. 74–88, 2020b.

STEFANOSKI, D. C. et al. Uso e manejo do solo e seus impactos sobre a qualidade física. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 17, n. 12, p. 1301–1309, dez. 2013.

TAIZ, L. et al. **Fisiologia vegetal**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.

TROEH, F. R.; THOMPSON, L. M. **Solos e Fertilidade do Solo**. 6. ed. São Paulo: Andrei, 2007.

URBANO JÚNIOR, S. A.; OLIVEIRA NETO, S. S. Respostas morfológicas de cultivares de alface sob deficiência hídrica. **Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas**, v. 15, n. 3, p. 351–366, out. 2021.

VENDRUSCOLO, E. P. et al. Análise econômica da produção de alface crespa em cultivo sucessivo de plantas de cobertura em sistema de plantio direto. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias - Brazilian Journal of Agricultural Sciences**, v. 12, n. 4, p. 458–463, 30 dez. 2017.

VENDRUSCOLO, E. P. et al. Plantas de cobertura do solo para cultivo de alface em sucessão, sob sistema de plantio direto. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v. 16, n. 1, 23 set. 2023.

VOLPATO, T. et al. Efeito residual de diferentes coberturas em cultivares de alface / Residual effect of different toppings on lettuce cultivars. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 6, p. 61370–61379, 21 jun. 2021.

ZIECH, A. R. D. et al. Cultivo de alface em diferentes manejos de cobertura do solo e fontes de adubação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 18, n. 9, p. 948–954, set. 2014.

ANEXOS

Anexo I - Resultado da análise de variância para Interação fitomassa de cobertura x restrição hídrica ($p > 0,05$), para número de folhas.

Two Way Analysis of Variance

Data source: Número de folhas

Balanced Design

Dependent Variable: Número de folhas

Normality Test (Shapiro-Wilk) Passed (P = 0,965)

Equal Variance Test: Passed (P = 0,095)

Source of Variation	DF	SS	MS	F	P
Cobertura	2	165,083	82,542	13,694	<0,001
Restrição	1	96,000	96,000	15,926	<0,001
Cobertura x Restrição	2	60,250	30,125	4,998	0,019
Residual	18	108,500	6,028		
Total	23	429,833	18,688		

Anexo II - Resultado da análise de variância para Interação fitomassa de cobertura x restrição hídrica ($p > 0,05$), para comprimento da raiz.

Two Way Analysis of Variance

Data source: Comprimento de raiz

Balanced Design

Dependent Variable: C.R

Normality Test (Shapiro-Wilk) Passed (P = 0,058)

Equal Variance Test: Passed (P = 0,349)

Source of Variation	DF	SS	MS	F	P
Cobertura	2	93,880	46,940	11,382	<0,001
Restrição	1	8,284	8,284	2,009	0,173
Cobertura x Restrição	2	89,230	44,615	10,818	<0,001
Residual	18	74,233	4,124		
Total	23	265,626	11,549		

Anexo III - Resultado da análise de variância para Interação fitomassa de cobertura x restrição hídrica ($p > 0,05$), para diâmetro foliar.

Two Way Analysis of Variance

Data source: Diâmetro foliar

Balanced Design

Dependent Variable: Diâmetro foliar

Normality Test (Shapiro-Wilk) Passed (P = 0,092)

Equal Variance Test: Passed (P = 0,287)

Source of Variation	DF	SS	MS	F	P
Cobertura	2	6,916	3,458	1,719	0,207
Restrição	1	28,820	28,820	14,324	0,001
Cobertura x Restrição	2	12,166	6,083	3,023	0,074
Residual	18	36,218	2,012		
Total	23	84,120	3,657		

Anexo IV - Resultado da análise de variância para Interação fitomassa de cobertura x restrição hídrica ($p > 0,05$), para Massa fresca da folha.

Two Way Analysis of Variance

Data source: Massa fresca da folha

Balanced Design

Dependent Variable: Massa fresca da folha

Normality Test (Shapiro-Wilk) Passed (P = 0,680)

Equal Variance Test: Passed (P = 0,066)

Source of Variation	DF	SS	MS	F	P
---------------------	----	----	----	---	---

Cobertura	2	1050,042	525,021	98,932	<0,001
Restrição	1	70,589	70,589	13,302	0,002
Cobertura x Restrição	2	1867,498	933,749	175,951	<0,001
Residual	18	95,524	5,307		
Total	23	3083,653	134,072		

Anexo V - Resultado da análise de variância para Interação fitomassa de cobertura x restrição hídrica ($p>0,05$), para Massa fresca da raiz.

Two Way Analysis of Variance

Data source: Massa fresca da raiz

Balanced Design

Dependent Variable: Massa fresca da raiz

Normality Test (Shapiro-Wilk) Passed (P = 0,141)

Equal Variance Test: Passed (P = 0,735)

Source of Variation	DF	SS	MS	F	P
Cobertura	2	1025,212	512,606	389,785	<0,001
Restrição	1	1488,218	1488,218	1131,639	<0,001
Cobertura x Restrição	2	2183,889	1091,944	830,314	<0,001
Residual	18	23,672	1,315		
Total	23	4720,989	205,260		

Anexo VI - Resultado da análise de variância para Interação fitomassa de cobertura x restrição hídrica ($p>0,05$), para Massa seca da folha.

Two Way Analysis of Variance

Data source: Massa seca da folha

Balanced Design

Dependent Variable: Massa seca da folha

Normality Test (Shapiro-Wilk) Passed (P = 0,940)

Equal Variance Test: Passed (P = 0,261)

Source of Variation	DF	SS	MS	F	P
Cobertura	2	24,464	12,232	23,523	<0,001
Restrição	1	2,660	2,660	5,116	0,036
Cobertura x Restrição	2	19,774	9,887	19,014	<0,001
Residual	18	9,360	0,520		
Total	23	56,257	2,446		

Anexo VII - Resultado da análise de variância para Interação fitomassa de cobertura x restrição hídrica ($p>0,05$), para Massa seca da raiz.

Two Way Analysis of Variance

Data source: Massa seca da raiz

Balanced Design

Dependent Variable: Massa seca da raiz

Normality Test (Shapiro-Wilk) Passed (P = 0,777)

Equal Variance Test: Passed (P = 0,381)

Source of Variation	DF	SS	MS	F	P
Cobertura	2	55,539	27,770	48,124	<0,001
Restrição	1	216,787	216,787	375,685	<0,001
Cobertura x Restrição	2	118,452	59,226	102,637	<0,001
Residual	18	10,387	0,577		
Total	23	401,165	17,442		