

UNIVERSIDADE CATÓLICA DE MOÇAMBIQUE
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS

Licenciatura em Agronomia

**Avaliação Comparativa do Potencial Produtivo de duas variedades de Alface
(*Lactuca sativa* L.) em Sistemas de Cultivo Hidropónico e no Solo no Distrito
de Cuamba na Província de Niassa**

Felício José Aine Anaja

Cuamba, Outubro de 2024

**AVALIAÇÃO COMPARATIVA DO POTENCIAL PRODUTIVO DE DUAS
VARIEDADES DE ALFACE (*LACTUCA SATIVA* L.) EM SISTEMAS DE
CULTIVO HIDROPÓNICO E NO SOLO NO DISTRITO DE CUAMBA NA
PROVÍNCIA DE NIASSA**

ESTUDANTE:

FELICÍO JOSÉ AINE ANAJA

O presente trabalho de Monografia é submetido a Universidade Católica de Moçambique, Faculdade de Ciências Agronómicas de Cuamba, como condição parcial para obtenção de grau de Licenciatura em Agronomia

Supervisor : Mestre Samuel Mussava

Co-Supervisor : Mestre Miquitaio Rego

Cuamba, Outubro de 2024

**AVALIAÇÃO COMPARATIVA DO POTENCIAL PRODUTIVO DE DUAS
VARIETADES DE ALFACE (*Lactuca sativa* L.) EM SISTEMAS DE
CULTIVO HIDROPÓNICO E NO SOLO NO DISTRITO DE CUAMBA NA
PROVÍNCIA DE NIASSA**

FELÍCIO JOSÉ AINE ANAJA

O presente trabalho é submetido a Universidade Católica de Moçambique, Faculdade de Ciências Agronómicas, como requisito para obtenção do grau de Licenciatura em Agronomia.

Aprovação do Júri:

O presente trabalho foi sujeito a avaliação do júri no dia 17 de Dezembro de 2024, tendo sido aprovado com a classificação final de 16 valores.

Júri Examinador:

Presidente: Suico Albino Cipriano

Eng.º. Suico Albino Cipriano, MSc (UCM-FCA)

Oponente: Miguelito José Rego

Eng.º. Miguelito Rego, MSc (UCM-FCA)

Supervisor: Samuel Mussava

Eng.º. Samuel Mussava, MSc (UCM-FCA)

Cuamba, Janeiro de 2025

DECLARAÇÃO DE HONRA

Felício José Aine Anaja, declaro por minha honra que o presente trabalho para efeito de obtenção de grau acadêmico de Licenciatura em agronomia, com o tema de avaliação comparativa do potencial produtivo de duas variedades de alface (*lactuca sativa* L.) Em sistemas de cultivo hidropônico e no solo no distrito de cuamba na província de niassa. É fruto do meu desempenho e de trabalho ardo com base nas referências citadas, nas instruções transmitidas pelo meu supervisor.

Cuamba, Outubro de 2024

Felício José Aine Anaja

DEDICATÓRIA

O presente trabalho, dedico a toda minha família, em especial a minha mãe Sandra Alima Bonifácio, meu avô Bonifácio Tanhanha, meu primo Dinho, sem esquecer-me do meu tio, Anssumane Farge, dos meus irmãos, Dula selemane e Assane Selemane e a minha Avô Fatima de Farge, aos meus meus colegas que tornaram em meus amigos, Albino Manuel, Domingos Fabião Gomes, Graciete Eugénio Abílio Zacarias, Guedes Jeremias Afonso, Santos Ernesto Cavalo. Pois estes contribuíram bastante para que este sonho se tornasse em realidade.

AGRADECIMENTOS

A deus, por ter iluminado meu caminho e por me ter possibilitado a honra de puder realizar este trabalho, de suma importância na minha vida.

A minha mãe Sandra Alima Bonifácio, pelo apoio moral e financeiro incondicional.

O meu avô Bonifácio Tanhanha, pelo apoio moral e financeiro incondicional.

A todos colaboradores da Faculdade de Ciências Agrônomicas da UCM, em Cuamba, em particular aos docentes que contribuíram ao longo do meu percurso académico.

Ao meu supervisor Mestre Samuel Mussava, Co-supervisor por ter trabalhado comigo durante toda execução do projecto e o trabalho, dando força, orientação e encorajamento.

A toda minha família, irmãos, primos, sobrinhos, tios, entre outros.

A todos os colegas da faculdade que estivemos nesta conquista durante esse todo tempo de formação.

Resumo

A agricultura no Distrito de Cuamba enfrenta desafios como a variabilidade na qualidade do solo, as flutuações climáticas e a disponibilidade limitada de recursos hídricos. Esses fatores podem afetar significativamente a produtividade das culturas agrícolas. O cultivo hidropônico surge como uma alternativa promissora para superar algumas dessas limitações, proporcionando um ambiente controlado e otimizado para o crescimento das plantas. No entanto, é necessário avaliar a eficácia desse método em comparação com o cultivo tradicional no solo, especialmente no contexto específico de Cuamba. Por esse motivo fez com que, se conduzisse um ensaio, ou seja um estudo experimental com o objectivo de avaliação comparativa do potencial produtivo de duas variedades de alface (*Lactuca sativa* L.) em sistemas de cultivo hidropônico e no solo no distrito de Cuamba na província de Niassa. O delineamento utilizado, Delineamento de Blocos Completamente Casualizados fatorial (DBCC). O presente trabalho foi constituído por 2 blocos e 4 tratamentos e com 4 repetições. Durante o estudo foram colhidos dados referentes altura da planta, peso da planta, número de folhas, comprimento foliar da planta, largura foliar da planta, comprimento do sistema radicular e diâmetro da planta. Os dados obtidos foram submetidos ao pacote estatístico SISVAR e ao teste de Tukey a 5% de significância. Os resultados obtidos durante o processamento de dados, de acordo com a variância em estudo, o sistema de cultivo hidropônico apresentou efeitos significativos em relação o sistema de cultivo convencional, nalgumas variáveis estudadas tais como: altura da planta, peso da planta, comprimento foliar da planta, comprimento do sistema radicular e diâmetro da planta, em relação as variedades, a alface crespa mostrou maior desempenho ambos sistemas. Os sistemas de cultivo apresentaram resultados diferentes no que concerne ao potencial produtivo.

Palavras chaves: Produtividade de alface, cultivo hidropônico vs solo, variedades de alface.

Abstract

Agriculture in the Cuamba District faces challenges such as variability in soil quality, climate fluctuations, and limited availability of water resources. These factors can significantly impact crop productivity. Hydroponic cultivation emerges as a promising alternative to overcome some of these limitations, providing a controlled and optimized environment for plant growth. However, it is necessary to evaluate the effectiveness of this method compared to traditional soil cultivation, especially in the specific context of Cuamba. For this reason, an experiment was conducted—a comparative study aimed at evaluating the productive potential of two lettuce varieties (*Lactuca sativa* L.) in hydroponic and soil cultivation systems in the Cuamba district, Niassa province. The design used was a Completely Randomized Block Design (CRBD) factorial. The study consisted of 2 blocks and 4 treatments with 4 repetitions. During the study, data were collected on plant height, plant weight, number of leaves, leaf length, leaf width, root system length, and plant diameter. The data obtained were analyzed using the SISVAR statistical package and Tukey's test at a 5% significance level. The results obtained during data processing showed that, according to the variance in the study, the hydroponic cultivation system had significant effects compared to the conventional cultivation system in some of the variables studied, such as plant height, plant weight, leaf length, root system length, and plant diameter. Regarding the varieties, curly lettuce showed better performance in both systems. The cultivation systems presented different results concerning productive potential.

Keywords: Lettuce productivity, hydroponic cultivation vs. soil, lettuce varieties.

Lista de Abreviaturas

UCM-Universidade católica de moçambique

FCA- Faculdade de ciências agronômicas

SISVAR-Sistema de análise de variância

ANOVA- Analise de variância

DBCC- Delineamento de blocos completamente casualizados

CV- Coeficiente de variação

Pr- Probabilidade

pH- Potencial hidrogeniônico

NFT- Técnica de fluxo laminar de nutrient

Lista de tabela

Tabela 1: Codificação dos tratamentos;

Tabela 2: Diluição recomendada para 500litros de solução para alface;

Tabela 3: Percentagem de micro e macronutrientes presentes na água para cada fertilizante;

Tabela 4: Variedades;

Tabela 5 : Sistemas de Cultivo.

Lista de Figuras

Figura 1 : Bancada hidropônica.....	55
Figura 2 : Alface crespa.....	56
Figura 3 : Alface romana.....	57

Apêndices

Apêndice 1 : Pré-projecto (protocolo de ensaio).....	59
Apêndice 2 : Esquema de ensaio.....	61
Apêndice 3 : Cronograma de actividade.....	61
Apêndice 4 : Dados brutos.....	64
Apêndice 5 : Análise da Variância altura da planta.....	67
Apêndice 6 : Análise da Variância peso da planta.....	67
Apêndice 7 : Análise da Variância Número de folhas.....	68
Apêndice 8 : Análise de Variância comprimento foliar da planta.....	68
Apêndice 9 : Análise da Variância largura foliar da planta.....	69
Apêndice 10 : Análise da Variância comprimento do sistema radicular.....	69
Apêndice 11 : Análise da Variância diâmetro da planta.....	70

Índice

CAPITULO I: INTRODUÇÃO.....	16
1.1. Introdução	16
1.2. Problematização.....	16
1.3. Justificativa	17
1.4. Objectivos	18
Geral:	18
Específicos:	18
1.5. Hipóteses.....	18
CAPITULO II: REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	19
2.1. Origem da Alface.....	19
2.1.2. Variedades de Alface	19
2.1.2.1. Alface Crespa	19
2.1.2.2. Alface Romana.....	20
2.2. Produção no Mundo	20
2.3. Produção de Alface em Moçambique	20
2.4. Classificação Botânica	21
2.5. Solo.....	21
2.6. Plantio	22
2.6.1. Fotoperíodo.....	22
2.7. Sistema radicular	22
2.8. Clima.....	22
2.9. Adubação	23
2.10. Doenças e Pragas.....	23

2.10.1. Doenças.....	23
2.10.1.1. Controlo	24
2.10.2. Pragas.....	24
2.10.2.1 Controlo	25
2.11. Rendimento.....	25
2.12. Sistemas de Cultivo.....	25
2.12.1. Sistema de Cultivo convencional.....	26
2.12.2. Vantagens de Cultivo convencional.....	26
2.12.3. Desvantagens de Cultivo convencional.....	27
2.12.4. Fatores que influenciam cultivo convencional.....	27
2.12.5. Sistema Hidropônico.....	27
2.12.6. Vantagens do Sistema Hidropônico.....	28
2.12.7. Desvantagens do Sistema Hidropônico.....	29
2.12.8. Sistemas de cultivo.....	29
2.12.9. Técnica de fluxo laminar de nutrientes (NFT).....	30
2.13. Fatores que influenciam o Sistema Hidropônico.....	30
2.14. Qualidade da Água para Composição de Soluções Nutritivas.....	30
2.15. Características das Soluções Nutritivas.....	31
CAPITULO III: MATÉRIAS E MÉTODOS.....	32
3.1. Local de estudo.....	32
3.2. Material de estudo.....	33
3.2.1. Delineamento experimental.....	34
3.2.2. Condução do ensaio.....	34
3.2.2.1. Preparação do terreno.....	34
3.2.2.2. Sementeira.....	35

3.2.3. Transplante.....	35
3.2.4. Preparação da solução nutritiva.....	35
3.2.5 Estufa.....	37
3.2.5.1. Parâmetros de qualidade de água	37
3.2.6 . Escarificação.....	37
3.2.7. Segurança do local.....	37
3.2.8 Parâmetros de medição	38
3.2.8.1. Altura da planta	38
3.2.8.2. Peso por planta em gramas (g)	38
3.2.8.3. Número de folhas por planta	38
3.2.8.4. Comprimento foliar da planta.....	38
3.2.8.4 . Largura foliar da planta.....	38
3.2.8.5. Comprimento do sistema radicular	39
3.2.8.6 . Diâmetro da planta	39
3.2.9. Análise de dados.....	39
3.2.9.1. Constrangimentos.....	39
CAPÍTULO IV: ANÁLISE E DISCUSSÕES.....	40
4.1. Variável Altura da Planta (ALT).....	41
4.2. Variável Peso da planta.....	41
4.3. Variável Número de Folhas (N F).....	42
4.4. Variável Comprimento foliar da planta (CF).....	42
4.5. Variável Largura foliar da planta (LF).....	43
4.6. Variável Comprimento do Sistema Radicular (CSR).....	44
4.7. Variável diametro da planta (DP).....	44
4.8. Análise de sistema hidropônico e solo.	45

CAPÍTULO V: CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	47
5.1. Conclusão.....	47
5.2 . Recomendações	47
Referênciasbibliográficas	48

CAPÍTULO I: INTRODUÇÃO

1.1. Introdução

A alface (*Lactuca sativa* L.) é uma das hortaliças mais consumidas no mundo, destacando-se por seu valor nutricional e sua versatilidade na alimentação. Este vegetal é rico em vitaminas, minerais e fibras, essenciais para uma dieta equilibrada (Silva et al., 2018). A produção de alface pode ser realizada em diferentes sistemas de cultivo, sendo os mais comuns o cultivo no solo e o cultivo hidropônico. O cultivo hidropônico tem ganhado popularidade devido às suas vantagens, como o uso eficiente de água e nutrientes, a ausência de doenças do solo e o potencial para produzir colheitas em menor tempo (Jones, 2005). No Distrito de Cuamba, na Província de Niassa, a produção agrícola é uma atividade vital para a subsistência e a economia local, tornando-se fundamental investigar métodos que possam melhorar a eficiência e a produtividade dos cultivos. Portanto, a avaliação comparativa entre sistemas de cultivo hidropônico e no solo para diferentes variedades de alface se torna uma questão de grande relevância.

1.2. Problematização

A agricultura no Distrito de Cuamba enfrenta desafios como a variabilidade na qualidade do solo, as flutuações climáticas e a disponibilidade limitada de recursos hídricos. Esses fatores podem afetar significativamente a produtividade das culturas agrícolas (Lopes & Oliveira, 2017). O cultivo hidropônico surge como uma alternativa promissora para superar algumas dessas limitações, proporcionando um ambiente controlado e otimizado para o crescimento das plantas. No entanto, é necessário avaliar a eficácia desse método em comparação com o cultivo tradicional no solo, especialmente no contexto específico de Cuamba. A problemática central deste estudo reside na identificação do sistema de cultivo que oferece maior potencial produtivo em duas variedades de alface. Portanto surge a seguinte questão: **Qual sistema apresenta melhor desempenho em termos de rendimento, qualidade e custo-benefício?**

1.3. Justificativa

O estudo baseia-se na necessidade de desenvolver práticas agrícolas mais eficientes e sustentáveis que possam ser implementadas pelos agricultores locais em Cuamba. A agricultura hidropônica, embora requeira investimentos iniciais mais altos, oferece diversos benefícios que podem compensar esses custos, como a redução do uso de pesticidas, o menor consumo de água e a possibilidade de cultivo em áreas não adequadas para a agricultura tradicional (Savvas & Gruda, 2018). Além disso, compreender o desempenho de diferentes variedades de alface em sistemas de cultivo distintos pode auxiliar na escolha das melhores práticas para maximizar a produção e a qualidade das colheitas. Este estudo, ao fornecer dados comparativos entre os sistemas de cultivo hidropônico e no solo, poderá contribuir significativamente para a melhoria das técnicas agrícolas locais, promovendo a segurança alimentar e o desenvolvimento sustentável na região (Tesi, 2017). A adoção de práticas agrícolas mais avançadas e adaptadas às condições locais pode resultar em benefícios econômicos e ambientais a longo prazo, fortalecendo a resiliência da comunidade agrícola de Cuamba.

1.4. Objectivos

Geral:

- ✓ Avaliação comparativa do desempenho produtivo de duas variedades de alface em dois sistemas de cultivo.

Específicos:

- ✓ Determinar o desenvolvimento das plantas de alface. (Altura da planta, peso por planta, número de folhas, comprimento foliar da planta, largura foliar da planta, comprimento do sistema radicular e diâmetro da planta), em ambiente hidropónico e solo;
- ✓ Comparar o rendimento e a qualidade das plantas de alface em cada sistema de cultivo;
- ✓ Identificar os fatores que influenciam o potencial produtivo das plantas de alface em cada sistema de cultivo.

1.5. Hipóteses

Hipótese nula: Não há diferença significativa na produtividade das duas variedades de alface entre os sistemas de cultivo hidropónico e cultivo no solo.

Hipótese alternativa: Existe diferença significativa na produtividade das duas variedades de alface entre os sistemas de cultivo hidropónico e no solo.

CAPÍTULO II. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Origem da Alface

A alface (*Lactuca sativa* L.), Originária do mediterrâneo oriental, tem evidências de cultivo que remontam a cerca de 4.500 anos a.c, como indicado por pinturas em tumbas egípcias. O que torna um banco de genes primário significativo. (Křístková et al, 2008).

2.1.2. Variedades de Alface

Os tipos de variedade de alface podem ser agrupados considerando os aspectos das folhas e a formação ou não de cabeça, sendo elas, as repolhudas folhas lisas, repolhudas folhas crespas, folha solta lisa, folha solta crespa, e romana. (Soares, 2002 & Filgueira, 1982).

A facilidade de acesso á informação na internet aumentou a procura por folhas que atendem aos gostos do consumidor, ampliando o leque de opções disponíveis. No entanto, as variedades de alface estão sujeitas a condições climáticas específicas para se desenvolverem. Um consumidor em uma região tropical, por exemplo, não teria acesso a variedades que não se adaptassem a temperatura e chuvas intensas. Portanto, procura crescente por diferentes tipos de alface impulsionou o desenvolvimento de novas variedades, abrindo portas para a produção de opções inovadoras para o consumidor em regiões onde antes era impossível. (Henz & Suinaga, 2009).

A seguir são destacadas as características dos tipos de variedades que foram utilizados no trabalho.

2.1.2.1. Alface Crespa

A alface crespa é uma variedade que agrada tanto aos produtores quanto aos consumidores, pois se destaca por sua resistência e durabilidade. Ela se adapta bem ao processamento, mantém a qualidade após a colheita e resiste ao transporte. Por essas características, são bastante utilizadas por redes de fast food, que apreciam sua crocância, textura cor e sabor. As características da alface crespa verde são: folhas grandes e crespas, textura macia, mas consistente, sem formação de cabeça, podendo ter coloração verde ou roxa. (Henz & Suinaga, 2009).

2.1.2.2. Alface Romana

A alface romana é considerada uma variedade das mais exóticas, pois apresenta as folhas roxas ou verde, portanto, seu cultivo pode ser interessante visando atender aos consumidores mais sofisticados. As características da alface romana são de folhas tipicamente alongadas, duras, com nervuras claras e com a cabeça alongada na forma de cone. (Henz & Suinaga, 2009).

2.2. Produção no Mundo

A alface (*Lactuca sativa* L.) é uma das hortaliças mais consumidas em todo mundo, principalmente in natura na forma de salada devido ao seu sabor e qualidade nutricional (Costa, 2012).

Além de ser um ingrediente culinário, possui outros usos menos comuns, como a produção de cigarros sem nicotina, feitos com suas folhas secas. O óleo extraído das sementes é comestível e a planta também serve como matéria prima para medicamentos indutoras de sono e sedativos, que são elaborados a partir do latex seco presente nas hastes e outros tecidos. (Ryder 2002).

2.3. Produção de Alface em Moçambique

Em moçambique a cultura de alface (*Lactuca sativa* L.), apesar de ser produzida e comercializada em todo o país, enfrenta desafios que resultam em baixos rendimentos qualidade inferior do produto final, entre os principais fatores que contibuem para essa situação podemos destacar:

- **Baixo nível tecnológico:** A falta do acesso a tecnologias modernas limita a produtividade e eficiência do agricultores;
- **Manejo inadequado da fertilidade do solo:** A utilização de práticas agrícolas inadequadas, como o uso excessivo de monocultura e a falta de rotação de culturas, leva a degradação do solo e a redução da sua fertilidade;
- **Falta de variedades adaptadas:** A ausência de variedades da alface (*Lacuca sativa* L.) que se adaptam as condições climáticas e as pragas locais impedem o aumento da produção;

- **Condições climáticas desafiadoras:** As altas temperaturas e a luminosidade intensa podem afetar o desenvolvimento da cultura, prejudicando o crescimento e a produção.

Dados de Varennes (2003) revelam que apenas 5 % a 10% dos agricultores familiares em Moçambique utilizam sementes melhoradas e praticas de manejo adequadas, como adubação com fertilidades sinteticos, em 2008, a média de uso de fertilizantes sinteticos por agricultor familiar foi apenas de 5,3 kg por hectare.

Alem disso, o acesso e incentivos financeiros e mercados para comercialização da produção é limitado, oque dificulta a rentabilidade da actividade agrícola.

A superação desses desafios exige investimentos em pesquisa, extensão rural e politicas públicas que promovam a adoção de práticas agrícolas sustentáveis e o acesso a tecnologias e recursos para os agricultores familiares. (Lopes et al, 2023).

2.4.Classificação Botânica

A alface pertencente à família Asteraceae, é uma planta herbácea, delicada, com caule diminuto, não ramificado, ao qual se prendem as folhas. Estas folhas são grandes, lisas ou crespas, agrupando-se ou não, em forma de uma “cabeça” (Filgueira, 2000). Ela é fonte de vitaminas e sais minerais, destacando-se seu elevado teor de vitamina A, além de conter vitaminas B1 e B2, vitaminas C, cálcio e ferro, e presenta baixo custo de produção. (Fernandes et al, 2002).

Segundo, (Yagami 2010):

Reino: *Plantae*, **Divisão:** *Magnoliophyta*, **Classe:** *Magnoliopsida*, **Ordem:** *Asterales*, **Familia:** *Asteraceae*, **Genero:** *Lactuca*, **Especie:** *L. Sativa*.

2.5. Solo

É recomendado o cultivo da alface (*lactuca sativa* L.) em solos de textura média, que sejam ricos em matéria orgânica e contenham nutrientes disponiveis em quantidade adequada, para obter maiores rendimentos, é essencial utilizar insumos que contribuam para aprimorar as condições fisicas , químicas e biológicas do solo. Aprimoramentos nas características químicas e fisicas do

solo podem resultar em incrementos na produção, os quais podem ser alcançados ao introduzir doses graduais de compostos orgânicos. (Souza et al, 2012).

2.6. Plantio

O plantio da alface (*Lactuca sativa* L.) pode ser realizado durante todo ano. A germinação leva de 4 a 6 dias.

A alface se adequa em solos areno-argiloso, ricos em matéria orgânica. Quando as mudas apresentarem de 2 a 3 folhas e atingirem de 8 a 10 cm de altura, devem ser transplantadas para canteiros bem adubados. O plantio deve ser feito de forma que o colo da planta fique acima do nível do solo, com o espaçamento mínimo de 30 cm entre as mudas. É importante utilizar apenas mudas bem desenvolvidas, fortes e saudáveis.

Outro cuidado importante é evitar o plantio de mudas com raízes enoveladas ou dobradas, pois isso pode prejudicar o desenvolvimento da planta. Além disso, o plantio em grande profundidade também deve ser evitado. (Herrmann et al., 2019).

2.6.1. Fotoperíodo

A alface é uma cultura sensível às condições climáticas. No inverno, ela precisa de dias curtos para se manter na fase vegetativa (Robinson et al., 1983). Dias curtos e temperaturas amenas favorecem o desenvolvimento da planta, e todas as variedades produzem melhor sob essas condições. A alface também resiste a baixas temperaturas e se desenvolve melhor com dias longos e temperaturas elevadas. (Filgueira, 2000).

2.7. Sistema radicular

A alface possui um sistema radicular pivotante, que pode alcançar até 60 cm de profundidade. Suas raízes se ramificam e exploram o solo de 15 a 30 cm de profundidade. (Santos, 2002).

2.8. Clima

A alface é uma planta típica de inverno, tolerante a geadas leves, com o ciclo de vida anual. A alface completa sua fase vegetativa quando atinge o máximo desenvolvimento de suas folhas.

Por ser uma hortaliça do ciclo curto e crescimento rápido, a alface exige condições climáticas favoráveis, além de água e nutrientes em abundância para que corra um rápido aumento de massa fresca. (Lima&Junior, 2008).

A temperatura ideal para o cultivo da maioria das variedades de alface fica entre 15 e 20°C. Temperaturas médias abaixo de 7°C prejudicam o desenvolvimento das folhas, que ficam menores. Temperaturas muito altas, acima de 33°C, levam à formação de repolhos frouxos e à floração, além de produzirem substâncias que deixam as folhas amargas, comprometendo a qualidade da alface. (Lopes & Simões, 2008).

2.9. Adubação

O cultivo de alface exige grande quantidade de nutrientes devido ao seu ciclo de vida curto. Para suprir essa demanda, a aplicação de adubos orgânicos é fundamental.

O uso de material orgânico no solo traz benefícios como melhora na aeração, densidade, estrutura e capacidade de troca catiônica, o que contribui para o aumento da adoção da adubação orgânica no cultivo de hortaliças nos últimos anos. Essa prática também impacta positivamente a produtividade. (Santana et al., 2012).

2.10. Doenças e Pragas

A cultura de alface é susceptível a diversas doenças, causadas por fungos, bactérias, nematóides e vírus. Apesar de existirem métodos de controle, muitos ainda não são totalmente eficazes.

Para combater essas doenças, é fundamental o uso de práticas culturais adequadas e a utilização de variedades resistentes. Em alguns casos, o uso racional de defensivos agrícolas se torna necessário para o manejo das doenças que afetam a produção da alface. (Silva et al., 2023)

2.10.1. Doenças

As principais doenças que acometem a planta são causadas por fungos, como a podridão branca, a rizotomia e o mildio (*Bremia latucae*). Além disso, a planta pode sofrer com a murchidão das plântulas, causada pelo fungo *Phytophthora* ssp. Esse fungo pode causar podridões no sistema radicular e infecções nas folhas das plantas adultas.

As plantas também podem ser infectadas por bactérias como a *Pseudomonas chicorri* (doenças de vemis), *Pseudomonas marginalis* pv. *Marginalis*, *Xanthomonas campestris* pv. *Vitians*, *Erwinia carotovora* subsp. *Caratovora* e *Rhizomanas*. A bactéria *Suberifacies* (suberose radicular) também pode causar problemas. (Almeida 2006).

2.10.1.1. Controle

Alfaces de qualidade superior se destacam pela boa formação das plantas e pela ausência de danos, sejam eles físicos ou causados por doenças. Essa característica é fundamental para preservar a aparência das folhas durante a colheita, garantindo assim o valor comercial do produto.

O produtor, para combater patógenos e insetos, utiliza agrotóxicos, visando evitar danos diretos ou indiretos à planta. No entanto, a falta de atenção aos cuidados a aplicação e ao período de carência, o intervalo de segurança entre a aplicação e a colheita, pode resultar em riscos à saúde dos consumidores. Isso ocorre devido à presença de resíduos de agrotóxicos nas folhas, especialmente preocupante no caso da alface, pois é consumida crua e sua parte comestível recebe, na maioria das vezes, a aplicação direta desses produtos químicos. (Lopes et al, 2010).

2.10.2. Pragas

A alface é alvo de diversas pragas que causam danos tanto às raízes quanto às folhas, A maioria dos insetos que atacam a alface se alimentam sugando ou mastigando as folhas, causando danos principalmente na parte aérea da planta.

A espécies sugadoras se destacam entre as demais, especialmente aqueles que pertencem às ordens Diptera (*Agromyzidae*), Hemiptera (*Aphilidae* e *Aleyrodidae*), e Thysanoptera(*Thripidae*). As espécies mastigadoras, por sua vez, são encontradas nas ordens Coleoptera (*Chrysomelidae*) e Orthoptera (*Gryllotalpidae* e *Gryllidae*), além de formas imaturas de Lepidoptera (*Noctuidae*).

O ataque das espécies sugadoras causam anomalias sistêmicas nas plantas, como o enfezamento, caracterizado por filíolos enrolados ou arqueados, Essas anomalias são resultados da introdução de substâncias tóxicas durante a alimentação, além disso, A alimentação desses insetos é uma das

principais vias de transmissão de vírus no campo. Os insectos mastigadores, por sua vez, são responsáveis pela redução da área fotossintética, o que leva, conseqüentemente, a depreciação comercial. (Villar 2022).

2.10.2.1 Controle

Para controlar as lagartas, é recomendado o uso de armadilhas com feromônios sexuais para monitorar a presença de mariposas nas bordas da plantação. Essa medida permite iniciar o controle da praga com a liberação de parasitoides de ovos do gênero *Trichogramma*. Além disso, o uso de produtos biológicos à base de *Bacillus* e produtos químicos registrados pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Essas práticas de controle devem ser aplicadas no início da infestação, quando as lagartas estão no primeiro e segundo estágio de desenvolvimento.

Parahortas domésticas ou orgânicas de pequeno porte, recomenda-se o uso de métodos alternativos, como uma mistura de 5 gramas de sal de cozinha (uma colher de chá) em 20 mililitros de vinagre (uma colher de sopa) diluídos em 1 litro de água. Adicione 2,5 mililitros (meia colher de chá) de detergente líquido. Aplique a solução nas plantas afetadas a cada 5 a 7 dias. (Villar 2022).

2.11. Rendimento

O rendimento da alface é determinada pelo peso total das plantas em uma área específica. A produtividade média é de 90.000 pés o 25.000 kg por hectare. (Oliveira, 2008, p.3).

A produtividade média na África gira em torno de 20 toneladas por hectare. (Almeida, 2006, p. 160).

2.12. Sistemas de Cultivo

Nos primórdios de agricultura, o preparo do solo era uma tarefa árdua, realizada de forma rudimentar e que demandava muito tempo e esforço. A partir da invenção do arado de ferro, em 1760 na Escócia, o processo evoluiu. O arado, ao remover ervas daninhas e restos de plantações, permitiu que o solo se desenvolvesse, abrindo caminho para o uso de implementos cada vez

maiores e tratores mais potentes. Essa evolução possibilitou o preparo de áreas maiores com menor esforço físico. (Ido et al 2009).

Um sistema de cultivo consiste em práticas de manejo específicos para uma determinada espécie vegetal, com o objetivo de otimizar a produção por meio da combinação lógica e organizada de atividades e operações. No caso da produção animal, esse processo é conhecido como sistema de criação. (Silva 2023).

2.12.1. Sistema de Cultivo convencional

A agricultura convencional, é a forma dominante de manejo agrícola no mundo, teve início com a Revolução Verde no final da década de 1960. Essa revolução trouxe consigo novas tecnologias, como variedades de grãos aprimorados (especialmente trigo e arroz), o uso de agroquímicos (fertilizantes e agrotóxicos), métodos de irrigação inovadoras e a mecanização do campo. (Marques 2023).

Este modelo de agricultura busca produzir em grande escala, com custos baixos e alta rentabilidade, atendendo às demandas do mercado interno e externo. No entanto, ele também é responsável por diversos problemas ambientais e sociais, como a degradação do solo, a contaminação da água, a perda da biodiversidade, a concentração de terras nas mãos de poucos, o êxodo rural, a dependência dos pequenos produtores e os riscos à saúde humana e animal. (Marques 2023).

No cultivo convencional, a produção de alface é realizada por produtores especializados em folhosas, que cultivam a planta de forma contínua na mesma área durante ano. No entanto, a maioria dos produtores dessas culturas são pequenos, com apenas alguns canteiros de alface, além de outras espécies de hortaliças. É importante destacar que o custo da alface em cultivo convencional é relativamente baixo quando comparado com outras hortaliças. (Henz & Suinaga, 2009).

2.12.2. Vantagens de Cultivo convencional

- **Melhora a aeração** e a infiltração de água no solo;
- **Elimina ervas daninhas** de forma eficiente;

- **Eleva o nível de nutrientes no solo** impulsionado pela actividade de microorganismo;
- **Nivelamento a superfície do solo** , facilitando a colheita, o cultivo e a sementeira;
- **Enriquece o solo com corretivos** , fertilizantes e matéria organica, promovendo a decomposição de adubos organicos e restos vegetais. (Jacto 2024).

2.12.3. Desvantagens de Cultivo convencional

- **Revolvimento excessivo do solo**, reduz a fertilidade da terra;
- **Dificuldades no controlo da erosão** , especialmente em terrenos inclinados o que aumenta a necessidade de compactação do solo;
- **Aumento do tempo dedicado a preparação do solo**, anecesidade de capinar com frequência, além de outros cuidados;
- **Compactação do solo**, dificultando a infiltração de água e crescimento das raizes a longo prazo;
- **Maior uso de implementos**, gerando gastos extras com combustivel e maquinaria. (Jacto 2024).

2.12.4. Fatores que influenciam cultivo convencional

Uso intensivo de agroquímicos, como fertilizantes e pestecidas, para maximizar a produção, mecanização intensiva, visando aumentar a eficiência e a produtividade, pragas e doenças, pragas podem se mover de uma plantaçao para outra, especialmente se não houver medidas de controle adequadas, além disso, animais silvestres podem servir como vetores de doenças, utilização de praticas de irrigação intensiva, para garantir o suprimento de água, foco na maximização do rendimento e na rentabilidade, muitas vezes em detrimento da sustentabilidade ambiental e social.(Jacto 2024 & Salomão 1990).

2.12.5. Sistema Hidropônico

A hidroponia, tecnica de cultivo de plantas sem solo, tem raizes profundas na história, remontando a civilizações antigas como a Babilônia, com seus famosos jardins suspensos, e o Egipto, com suas culturas na água.

No século XVII, o inglês Francis Bacon, um dos pioneiros da ciência, dedicou-se ao estudo da hidroponia. Ele observou que as plantas, para se desenvolverem, necessitam apenas de um base para suas raízes se fixarem, obtendo os nutrientes de que precisam através da água.

Apesar de suas origens antigas, a hidroponia só começou a evoluir significativamente no século XX. O pesquisador William Frederick Gericke, da Universidade da Califórnia, considerado o "pai da hidroponia moderna", desenvolveu um sistema de cultivo que permitiu o crescimento de plantas em larga escala, impulsionando a técnica para uma nova era de desenvolvimento científico. (Carijo & Makishima 2000).

O termo hidroponia vem das palavras gregas **hydro** = água e **ponos** = trabalho, significando, assim, "**trabalho da água**". A hidroponia é um método de cultivo de plantas sem a utilização do solo. Onde as raízes das plantas recebem uma solução nutritiva balanceada que fornece todos os nutrientes necessários para o desenvolvimento das plantas. Esse método de cultivo é amplamente utilizado em estufas e em ambientes controlados, onde as condições de crescimento das plantas podem ser otimizadas. (Carijo & Makishima 2000).

2.12.6. Vantagens do Sistema Hidropônico

- **A hidroponia é uma técnica de cultivo que utiliza menos água do que a agricultura tradicional**, pois a água é reutilizada no sistema. Isso é especialmente útil em regiões com escassez de água;
- **As plantas cultivadas no sistema hidropônico crescem mais rápido**, pois recebem os nutrientes diretamente, o que permite colheitas mais frequentes;
- **A nutrição das plantas é otimizada**, pois elas recebem uma solução equilibrada, sem precisar absorver nutrientes no solo. Esse método resulta em alimentos mais nutritivos;
- **Eficiência espacial**, a montagem vertical ou em prateleiras dos sistemas hidropônicos permite o cultivo em áreas reduzidas, ideal para ambientes urbanos com espaço limitado;
- **Controle preciso**, O ambiente controlado dos sistemas hidropônicos garante o ajuste preciso de fatores como nutrientes, pH, luz e umidade, otimizando as condições para o crescimento ideal das plantas;

- **Redução de Pesticidas e Herbicidas**, a ausência de solo nos sistemas hidroponicos diminuiu o risco de pragas e doença relacionados ao solo, resultado em uma menor necessidade de utilizar pesticidas e herbicidas. (Neto & Bareto 2012).

2.12.7. Desvantagens do Sistema Hidropônico

- **Custos**, a montagem inicial de um sistema hidropônico pode ser mais cara do que os métodos tradicionais de cultivo, pois exigem equipamentos e materiais específicos;
- **Complexidade**, cultivar em sistemas hidropônicos demanda um conhecimento mais aprofundado sobre fatores como nutrientes, pH, e equilíbrio da solução nutritiva;
- **Falhas**, interrupções no sistema, como problemas na circulação da água ou falta de nutrientes, podem prejudicar as plantas rapidamente;
- **Monitoramento regular**, é fundamental monitorar os níveis de nutrients, pH e outras condições de forma constante para garantir o crescimento saudável das plantas;
- **Dependencia energética**, a maioria dos sistemas hidrôponicos necessita de energia para manter a circulação da água e, em alguns casos, para fornecer iluminação artificial. (Neto& Bareto 2012).

2.12.8. Sistemas de cultivo

Os sistemas de cultivo hidropônico se diferenciam em relação a forma de sustentação da planta, que pode ser por meio liquido ou substrato, ao reaproveitamento da solução nutritiva, que pode ser circulante ou não, e ao fornecimento da solução nutritiva que pode ser continuo ou interminente(UFRB, 2007).

Os sistemas hidropônicos se dividem em abertos e fechados, com diferentes métodos de reaproveitamento da solução nutritiva. Nos sistemas abertos, a solução é aplicada uma única vez e descartado após o uso, similar a fertirrigação. Já nos sistemas fechados, a solução nutritiva é recuperada e reutilizada, sendo sua composição ajustada periodicamente com adição de água ou nutrientes minerais. (Neto & Bareto 2012).

2.12.9. Técnica de fluxo laminar de nutrientes (NFT).

A técnica de cultivo (NFT), criada por Allen Cooper em 1965, consiste na circulação de uma fina camada de solução nutritiva sobre as raízes das plantas, que ficam suspensas em um leito. Essa técnica é considerada uma alternativa eficiente para o cultivo de plantas, especialmente em ambientes controlados. (Furlani, 1999;). A técnica de cultivo (NFT) é a mais utilizada atualmente nos sistemas de produção hidropônica comercial que não usam substratos sólidos. O sistema NFT consiste em um leito (bancada) suspenso a uma altura de 0,7 a 1,0 metros do solo. O leito pode ser feito de diversos materiais, como telhas de cimento, fibrocimento e tubos de PVC, entre outros. As bancadas são inclinadas entre 3% e 5% para garantir a circulação da solução nutritiva. Os canais, que podem ser preenchidos com brita ou argila expandida para sustentar as plantas. (Zanotelli & Molino, 1997).

A irrigação no sistema NFT, é realizada a partir de um reservatório que contém a solução nutritiva. Essa solução é bombeada por tubulações até o início dos canais, localizados na parte mais alta do sistema. Em seguida, a solução desce pelos tubos até o final dos canais, onde é coletada e retorna ao reservatório por um sistema de drenagem. A irrigação é controlada por um temporizador, funcionando intermitentemente por 15 minutos, parando também 15 minutos, permitindo, assim, melhor oxigenação do sistema radicular. (Cometti et al 2019).

2.13. Fatores que influenciam o Sistema Hidropônico

A eficiência e sucesso de um sistema hidropônico podem ser influenciados por uma série de fatores, tais como o tipo de cultura que está sendo cultivada, o pH e a temperatura da solução nutritiva, a qualidade da água utilizada, a escolha do substrato ou método de sustentação das plantas, a circulação e aeração adequadas da solução nutritiva, bem como a intensidade e espectro da luz fornecida. (Cometti et al 2019).

2.14. Qualidade da Água para Composição de Soluções Nutritivas

Na formulação de soluções para o cultivo de plantas exige atenção especial a qualidade da água, principalmente em relação a concentração de sólidos em suspensão e substâncias dissolvidas. (Marouelli et al. 2001). Esses parâmetros físicos são cruciais, pois podem causar problemas nos

sistema de irrigação e conseqüentemente, afetar o desenvolvimento das plantas. Assim a importância da análise da água para garantir a saúde e o bom crescimento das plantas (Trani et al. 2011).

A faixa de pH para uma água a ser utilizada na formulação de uma solução nutritiva deve estar entre 7,0 a 7,5, assim como a condutividade elétrica (CE, em mS cm⁻¹) não deve ultrapassar 0,5, com tolerância máxima de 1,2. A concentração de sólidos solúveis totais de 480 mg L⁻¹ e máximos de 40 mg L⁻¹ de Na, 70 mg L⁻¹ de Cl, 1, mg L⁻¹ de NO₂⁻ e 100 mg L⁻¹ de SO₄⁻. Em relação aos macronutrientes, a água de boa qualidade não deve conter concentrações, em mg L⁻¹, superiores a: 80 de Ca, 50 de Mg, 100 de K e 10 mg L⁻¹ de NO₃⁻. Para micronutrientes, valores de 0,2 mg L⁻¹ de Fe, Mn, Cu são aceitáveis, além de 1,0 para Zn, 0,5 para Be 0,01 para Mo. (Cometti et al, 2019).

2.15. Características das Soluções Nutritivas

Compreender as características das soluções nutritivas é crucial para o desenvolvimento das plantas, principalmente a concentração, o pH e a temperatura da solução. Para entender o comportamento de uma planta crescendo em uma solução nutritiva, é fundamental conhecer essas características, o que permite manipulá-las e obter os resultados desejados, tanto em pesquisas quanto na produção comercial em sistemas hidroponicos. (Cometti et al 2019)

As primeiras soluções nutritivas usadas para o cultivo comercial de hortaliças eram, atualmente, considerados muito concentradas. No entanto, com o sistema NFT (Técnica de fluxo laminar de nutrientes), é possível reduzir consideravelmente a concentração das soluções. Enquanto as primeiras soluções utilizavam uma condutividade elétrica (CE) de 2,5 a 3,0 Ms cm⁻¹ para o cultivo de alface, atualmente, é comum a utilização de CE em torno de 1,0 a 1,5 mS cm⁻¹. (Cometti, 2003).

A concentração da solução na produção agrícola é especialmente importante em ambientes tropicais. Concentrações altas, em conjunto com temperatura elevadas, podem causar queima das bordas de hortaliças folhosas ou deficiência de cálcio. Por outro lado, concentrações baixas podem resultar da redução de sólidos solúveis em hortaliças de frutos, comprometendo a qualidade comercial do produto. (Cometti et al, 2018).

CAPÍTULO III: MATÉRIAS E MÉTODOS

3.1. Local de estudo

O estudo teve lugar no distrito de Cuamba, localizado na província de Niassa, Moçambique, abrange uma área de 5.363km² e possui coordenadas geográficas de -14,805527 de latitude e 36,540527 de longitude. A região faz fronteira com os distritos de metarica (norte), Mandimba (noroeste), Mecanhelas (oeste), Mutuali (leste) e Gurue (sul). A população estimada de 187.459. segundo o censo populacional de 2007.

Cuamba se enquadra na Zona Agroecológica 7, caracterizado por uma altitude média, abrangendo áreas como a Zambezia, Nampula, Tete, Niassa e Cabo Delgado. A altitude varia de 200 metros na bacia do baixo Zambeze até 1000 metros acima do nível do mar, incluindo as zonas altas de Tsangano e Angónia. A precipitação anual na região varia entre 1000mm e 1400mm, com uma temperatura média anual de 26 °C. (Bofana & Costa, 2017; INE, 2012; MAE, 2005).

A região de Cuamba, localizada em altitudes que variam de 200 a 500 metros acima do nível do mar, apresenta um relevo ondulado, frequentemente interrompido por formações rochosas. Essa área é caracterizada por um planalto baixo que gradualmente se transforma em um relevo mais acidentado, com declives mais pronunciados, a partir da zona de transição para a zona lateral.

As condições geográficas e os solos, classificados como Leptosolos Êutricos, Lixissolos Férricos e Arenossolos Câmbicos, favorecem o desenvolvimento de diversas culturas a maioria das plantações é de sequeiro, com destaque para milho, sorgo, painço, feijão-prade, soja, gergelim e amendoim. Além dessas culturas tradicionais, essa região também produz tabaco, algodão, como demonstra o calendário de culturas. Além das culturas, os agricultores dessa região também têm os seus alimentos e rendimentos através do gado, cabras, galinhas, patos, porcos, ovelhas e pombas (Lukanu et al., 2004).

3.2. Material de estudo

O material experimental usado, são sementes certificadas da cultura de alface nas duas variedades, 1 pacote de 30g para cada variedade, denominadas, alface crespa, "Filó" e alface romana, "Ariadne". (Feltrin sementes). Adquirida em uma das lojas de comercialização de produtos agrícolas em Maputo. Ambas submetidas no sistema convencional, (tradicional) e no sistema hidropônico. A escolha das variedades foi baseada pela maior disponibilidade na região e no relato de uso de pequenos produtores no distrito de Cuamba. Mas também, foram usados outros materiais auxiliares para a devida execução, que são:

- **Ureia**; adquirida em uma das lojas de comercialização de produtos agrícolas de Cuamba, o uso da ureia é essencial para estimular o crescimento das plantas, (sistema convencional);
- **Bomba submersa 620L/h**, foi adquirida em uma loja virtual de comercialização de produtos de aquário em Maputo, a bomba é essencial no transporte de nutrição para plantas no sistema hidropônico;
- **Tubos PVC**, foi adquirida em uma das lojas de comercialização de material de construção de Cuamba, os tubos pvc são essenciais para suportar o peso da água e das plantas no sistema hidropônico;
- **Copos descartáveis**, adquirida em uma das lojas de comercialização de louça de Cuamba, os copos descartáveis são indispensáveis na fixação das plantas.
- **Temporizador**, foi adquirida em uma das lojas de comercialização de material de construção em Cabo Delgado, o temporizador é essencial para o controle eficaz do sistema hidropônico;
- **Medidores pH e TDS**, essencial no controle do potencial hidrogeniônico e a quantidade de nutrição disponível na água (sistema hidropônico). Adquirida na loja virtual aliexpress;
- **Balde de 50 litros**, foi usado como reservatório para solução nutritiva. Adquirida em uma das lojas de comercialização de produtos de louça de Cuamba;
- **Nutriente hidropônico para folhosas**, foi usado o composto nutriplex, que contém os macro e micronutrientes essenciais para o crescimento das plantas, mas também foi usado nutrientes auxiliares para reforçar o crescimento que são, Nitrato de cálcio e Sulfato de

ferro para combater a queima de borda e deficiência de ferro. Produto adquirido na loja aliexpress;

- **Mangueira**, foi usado mangueira cristal 1/2, a mangueira ajuda transportar a solução nutritiva até as plantas. Adquirido em umas das lojas de comercialização de produtos de construção em Cuamba.

3.2.1. Delineamento experimental

Para o presente trabalho usou se um experimento fatorial em BCC, o O Delineamento de Blocos Completamente Casualizados, consiste em distribuir os diferentes tratamentos numa disposição espacial aleatória. O ensaio foi constituído por 2 blocos, 4 tratamentos, numa area de 7,68m² constituído por parcelas correspondidos a 3,84m².

Tabela 1: Codificação dos tratamentos

Código/tratamento Descrição		
T1	Hidrôponico	Alface Crespa
T2	Solo	Alface Crespa
T3	Hidrôponico	Alface Romana
T4	Solo	Alface Romana

3.2.2. Condução do ensaio

3.2.2.1. Preparação do terreno

O ensaio foi realizado no bairro de Mutxora, num terreno particular, no distrito de Cuamba. Em regime de irrigação. A preparação do campo no sistema convencional, teve inicio com a limpeza do terreno realizado semana antes do lançamento das plantulas. No sistema convencional o solo foi preparado manualmente, no dia 6 a 9 de Maio de 2024, usou se como materiais as seguintes ferramentas: enxada, ancinho, cordas, fitametrica e estacas.

No sistema hidropônico a construção da estufa e a montagem de tubulações (Bancada), teve início com a limpeza do terreno, foi feita os furos nos tubos com o diâmetro de 5cm, acompanhado com a montagem da estrutura para suporte dos tubos PVC, na base de estacas/bambu, no dia 13 a 16 de Março de 2024, no dia 5 de Maio foi feita a cobertura definitiva da estufa hidroponica com rede. Usou se como material: enxada, alicate, catana, arame galvanizado, cola para PVC, paus, fita metrica e banbus.

3.2.2.2. Sementeira

Esta actividade foi realizada no dia 5 de Abril de 2024, foi feita o lançamento no alfobre. As sementes foram distribuidas em linhas que obedeceram um compasso de 15cm. O alfobre foi mantido húmido. Para montagem do alfobre, usou-se os seguintes materiais: enxada, ancinho, capim como cobertura para reduzir o contato direto ao sol, sendo esta retirada após a germinação que ocorreu a 5 dias após a sementeira, as plântulas permaneceram no alfobre durante 38 dias.

3.2.3. Transplante

O transplante foi realizado manualmente 38 dias após a sementeira, com plântulas apresentando em média 4 a 6 folhas. Sendo por sua vez baseada na qualidade (sanidade, vigorosidade), onde em cada covacho era colocado uma planta, obedecendo-se um compasso de 20cm x 20cm, em ambos sistemas. Porém no sistema hidropônico, cada planta foi submetida no copo descartavel modificado para facilitar a fixação da planta no PVC, o transplante foi realizado no dia 12 de Maio de 2024, no periodo de atarde.

3.2.4. Preparação da solução nutritiva

A água utilizada para solução foi proveniente do abastecimento (AdRN), Águas da Região do Norte. Após o preenchimento do reservatorio de 50 litros. O preparo da solução nutritiva foi realizado com mistura pronta de micro e macronutrientes da marca Nutriplex, contendo nitrato de cálcio e sulfato de ferro. A correção de pH e a condutividade da solução foram realizadas com adição de mais nutrientes, água, vinagre e soda na solução. No sistema convencional foi usado apenas ureia.

Tabela 2: Diluição recomendada para 500litros de solução para alface

Nutriplex	Nitrato de cálcio	Sulfato de ferro
700g	575g	20g

Tabela 3: Percentagem de micro e macronutrientes presentes na água para cada fertilizante

Fertilizantes			
Macro e micronutrientes	Nutriplex (%)	Nitrato de cálcio(%)	Sulfato de ferro(%)
N	8	15,5	-
P	-	-	-
K	-	-	-
Ca	-	19	-
P205	9	-	-
K20	34	-	-
Mg	2,5	-	-
B	0,03	-	-
Fe	0,2	-	6
Mn	0,04	-	-
S	1,3	-	-

3.2.5 Estufa

A estufa foi feita através de banbus e paus, coberta inteiramente por rede com as dimensões, 2,10 metros de largura, 3,30 metros de comprimento e 2,20 metros de altura. A estufa é composta por uma bancada, onde a bancada possui 6 tubos pvc, com a capacidade de 120 plantas com as dimensões, 68 centímetros do ponto alto, 60 centímetros do ponto baixo, a bancada possui 1,6 metros de largura e 2,4 metros de comprimento e o espaçamento entre planta é de 20 centímetros, A estufa possui o sistema hidropônico classificado como técnica de fluxo laminar de nutrientes (NFT), e ao lado da bancada possui um local onde se encontra a bomba submersível com a potência (260 L/h, 12watts), acompanhado com reservatório de 50 litros, o reservatório é utilizado para a solução nutritiva, a bomba por sua vez encontra-se ligada a um temporizador, sendo este acionado como timer, no qual a bomba fica ligada por 15 minutos e desliga automaticamente nos próximos 15 minutos, durante as 24 horas do dia, o planejamento do tempo da circulação da água leva em consideração o clima da região em que se encontra.

3.2.5.1. Parâmetros de qualidade de água

Para as análises da qualidade de água foram mensurados diariamente no período da manhã e tarde os seguintes parâmetros : pH, com auxílio de pHmetro digital (pHmeter AKSO®, RS,China, ± 0.01); e a condutividade elétrica dos sólidos dissolvidos, através de um condutímetro (TDS&EC, SP, Chona, $\pm 2\%$ FS).

3.2.6 . Escarificação

Esta actividade foi realizada no dia 19 de Maio e 3 Junho de 2024. Escarificação é uma técnica agrícola, que consiste no rompimento de camadas compactadas ou adensadas de solos, superficiais ou subsuperficiais. Actividade essa que foi necessária apenas no sistema convencional.

3.2.7. Segurança do local

Esta actividade ocorreu no dia 19 de Maio, foi feita uma protecção ao redor dos blocos na base de rede, para evitar o ataque de galinhas, no sistema convencional.

3.2.8 Parâmetros de medição

3.2.8.1. Altura da planta

No sistema hidropônico passados 30 dias e no sistema convencional passados 45 dias após o transplante do alfofre. Efetuou-se a medição da altura da planta, com uso de fita métrica medindo da superfície do colo ao ápice da planta, usou-se toda amostra de plantas ambos sistemas.

3.2.8.2. Peso por planta em gramas (g)

Neste parâmetro, foi usado todo universo de plantas presentes nas respectivas parcelas em cada sistema, no sistema hidropônico foram retiradas as plantas manualmente sem ajuda de nenhum instrumento, no sistema convencional foi feita por intermédio do uso de estaca e faca, de modo a não danificar o sistema radicular da planta, efetuou-se o processo de pesagem através de uma balança eletrônica. foi usado toda amostra de plantas ambos sistemas.

3.2.8.3. Número de folhas por planta

O número de folhas de cada planta obteve-se pelo processo de contagem das folhas de todas as plantas úteis, a contagem foi feita em ambos sistemas. foi usado toda amostra de plantas ambos sistemas.

3.2.8.4. Comprimento foliar da planta

O comprimento foliar da planta obteve-se pelo processo de medição, com o uso de fita métrica medindo a base onde a folha se une ao caule até na ponta da folha, a medição foi realizada em cada sistema. Usou-se toda amostra de plantas ambos sistemas.

3.2.8.4. Largura foliar da planta

A largura da folha da planta obteve-se pelo processo de medição, usou-se fita métrica onde foi posicionada a fita de um lado da folha até o outro lado, passando pelo ponto mais largo da folha, este procedimento foi realizado ambos sistemas, foi medido toda amostra de plantas.

3.2.8.5. Comprimento do sistema radicular

Neste parâmetro, o comprimento do sistema radicular foi medido com uma fita métrica, cuidadosamente foi desdobrado as raízes e em seguida foi medido o comprimento, no sistema convencional antes de passar pelo procedimento, a planta foi retirada com delicadeza por intermédio de estaca e faca , as raízes foram enxaguadas levemente em água para limpá-las, isso permitiu ver melhor o sistema radicular, no sistema hidropônico a planta foi retirado cuidadosamente para não danificar as raízes, foi usado toda amostra de plantas ambos sistemas.

3.2.8.6 . Diâmetro da planta

Para determinação do diâmetro foi medido toda amostra de plantas , foi necessario o uso de paquímetro para medir as plantas, foi feito o procedimento em ambos sistemas, usou-se toda amostra

3.2.9. Análise de dados

Os dados foram submetidos na análise do pacote estatístico SISVAR onde foi determinada análise de variância (ANOVA), depois fez-se ás comparações das médias dos tratamentos com base no teste de Tuckey a 5 % de significância. A escolha deste foi fundamental na hipótese e na objectividade do estudo. Médias e tabelas foram calculados e feitos com a ajuda do pacote Microsoft Excel.

3.2.9.1. Constrangimentos

No sistema convencional, houve ataque de galinhas nas parcelas, também surgiram infestantes como a erva daninha, houve uma disputa na absorção de nutrientes entre as plantas, no dia que se fez a adubação, no final do dia caiu chuva, que acabou lixiviando o adubo. No sistema hidropônico após duas semanas, apareceram algas, que resultou no acumulo de algas no reservatório e nos tubos pvc, provocando entupimentos.

CAPÍTULO IV: RESULTADOS, ANÁLISES E DISCUSSÕES

Neste capítulo apresentam-se os resultados obtidos no ensaio assim como as respectivas análises e discussões.

Tabela 4: Variedades

Variedade	ALT	PESO	NF	CF
Crespa	22,02 a	128,4 b	14,07 b	19,72 a
Romana	22,17 b	111,3 a	13,47 a	20,17 b
Probabilidade	0,0	0,0	0,0	0,0
CV (%)	0,0	0,0	0,0	0,0

Variedade	LF	CSR	DP
Crespa	13,31 b	18,72 a	26,54 b
Romana	12,24 a	18,99 b	25,2 a
Probabilidade	0,0	0,0	0,0
CV (%)	0,0	0,0	0,0

ALT	Altura da planta
NF	Número de folhas
CF	Comprimento foliar da planta
LF	Largura foliar da planta
CSR	Comprimento do sistema radicular
DP	Diâmetro da planta

4.1. Variável Altura da Planta (ALT)

A análise de variância ao nível de 5% de significância detectou a existência de diferença significativa entre as variedades (Crespa e Romana). A variedade romana mostrou melhor desempenho com uma média de 22,27 cm.

Segundo Jardinaria (2012), afirma que a altura da planta varia de 10 a 30 cm, que vem reforçar que as alturas encontradas no presente estudo tiveram tanto a influencia nos sistemas de cultivo, sem deixar de lado a época da condução de ensaio sem esquecer as condições agro-ecológicas.

Um outro estudo realizado por Aviz et al, (2019), em Adaptação de cultivares de alface (*Lactuca sativa* L.) às condições climáticas do sudeste paraense, obteve variação de 11,73 a 38,40 cm de altura, resultados estes que vão ao encontro com os resultados obtidos neste estudo.

4.2. Variável Peso da planta

A análise de variância ao nível de 5% de significância detectou a existência de diferença significativa de peso entre as variedades (Crespa e Romana) , verificou-se que a variedade de alface crespa teve a melhor representatividade.

Segundo Yuri (2004), estudou o efeito de diferentes biofertilizantes líquidos na cultura de alface, testando diversas doses e intervalos de aplicação. Ele obteve um aumento de 350 g no peso por planta, porém é importante destacar que esses resultados foram obtidos em um estudo com doses maiores.

Diamante et al.(2013), avaliando ambientes de cultivo telas de sombreamento 30 e 50%, telas termo-refletoras 30 e 50% e campo aberto e quatro cultivares de alface tipo lisa, Elisa 105,75g/planta, Elizabeth 112,44g/planta, Regiane 163,94g/planta e Regina 177,75g/planta. Os resultados demonstraram variação na produção de plantas de alface entre os diferentes ambientes de cultivo.

De acordo com Yuri et al, (2006), a massa fresca é o principal fator que determina a escolha de uma variedade de alface. Isso se deve ao fator de que o consumidor geralmente adquire alface por unidade no mercado, preferindo plantas maiores e mais volumosas.

4.3. Variável Número de Folhas (N F)

Na interação entre as variedades de alface crespa e romana, verificou-se que a variedade de alface crespa teve a melhor representatividade apresentando uma média de 14,07 cm.

Estudo realizado por Junior (2005), cultivando alface da mesma cultura em três corações com diferentes tipos de cobertura morta, obteve 32,93 folhas por plantas, resultados estes que não vão ao encontro com os resultados obtidos encontrados neste estudo.

Um outro estudo realizado por Aviz et al, (2019), em Adaptação de cultivares de alface (*Lactuca sativa* L.) às condições climáticas do sudeste paraense, obteve variação de 14 a 28 folhas, resultados estes que vão ao encontro com os resultados obtidos encontrados neste estudo.

De acordo com Reghin (2002), o uso de espaçamento maiores, como 30x30 cm e 40x30 cm, reduz a competição entre plantas, levando a um aumento na produção de folhas por planta. Essa conclusão foi confirmada em um estudo com alfaces cultivadas em ambiente natural, onde se confirmo o aumento de espaçamento entre as plantas influencia o número das folhas.

4.4. Variável Comprimento foliar da planta (CF)

A análise de variância ao nível de 5% de significância detectou a existência de diferença significativa entre as variedades (Crespa e Romana), o resultado de variedade romana esteve melhor mostrando melhor desempenho com uma média de 20,17 cm, enquanto que a crespa obteve a média de 19,72 cm de comprimento foliar.

Aviz et al, (2019), obteve as médias de 11,73cm a 38,40cm. Em estudo, adaptação de cultivares de alface (*Lactuca sativa* L.) às condições climáticas do sudeste paraense.

Prado (2018), em produção de alface em saf de hortaliças, frutas e madeiras, obteve variação do comprimento de 9,95 a 15,03 cm resultados estes que não vão ao encontro com os resultados obtidos neste estudo.

Para Resh (2013), A disponibilidade de nutrientes essenciais, como nitrogênio, fósforo e potássio, pode afetar o crescimento das folhas. Um equilíbrio adequado é crucial para o desenvolvimento saudável da planta, a formulação nutricional impacta diretamente o crescimento e a morfologia das plantas em sistemas hidropônicos.

4.5. Variável Largura foliar da planta (LF)

A análise de variância ao nível de 5% de significância detectou a existência de diferença significativa entre as variedades (Crespa e Romana), Pois o valor de variedade crespa esteve acima da variedade romana.

Segundo Aviz et al, (2019), em estudo similar, obteve as medias 8,70cm a 10,46cm, resultado pode estar relacionado com as características genéticas, visto que são cultivares que possuem folhas com características diferentes. Isso também pode ser um indicativo de adaptação, pois as variedades expressaram sua característica genética. Para Pasqualetto et al, (1998), a materia orgânica aumenta a capacidade de retenção de nutrientes e água no solo, possibilitando melhor absorção pela planta, em concordância com relatos de Vale et al. (1995).

Um outro estudo realizado por Prado (2018), em Produção de alface em saf de hortaliças, frutas e madeira: um estudo de caso, obteve variação de largura foliar de 7,93 a 16,78 cm resultados estes que vão ao encontro com os resultados obtidos neste estudo

Segundo Cometti et al, (2018), A concentração da solução na produção agrícola é especialmente importante em ambientes tropicais. Concentrações altas, em conjunto com temperatura elevadas, podem causar queima das bordas de hortaliças folhosas ou deficiência de cálcio.

4.6. Variável Comprimento do Sistema Radicular (CSR)

A análise de variância ao nível de 5% de significância detectou a existência de diferença significativa entre as variedades (Crespa e Romana). A variedade romana esteve melhor mostrando lidença nos resultados com uma média de 18,99 cm.

De acordo com o Prado (2018), em produção de alface em saf de hortaliças, frutas e madeiras , obeteve como media maior de 9,5 cm a 3,48 cm.

Segundo Souza et al, (2020), Para o estudo, Análise do crescimento de alface sob diferentes sistemas de cultivo, as medias variaram entre 11,64cm a 12,94cm para o culltivo no solo, e 20,80cm, para o cultivo hidropônico.

De acordo com Primavesi (2016), a proteção dos solos tropicais contra o impacto das chuvas e o aquecimento solar é essencial. Isso impede a formação de camadas densas ou crostas superficiais que prejudicam o crescimento das raízes. Para tanto, recomenda-se o uso de cobertura morta, composta por resto de culturas picadas ou mulch.

4.7. Variável diâmetro da planta (DP)

Os resultados encontrados neste estudo, o diametro variou de 25,2 para 26,54 cm, estes resultados estão de acordo com um estudo realizado por Rissard (2024), segundo qual no seu estudo, Avaliação agrônômica de linhagens de alface em cultivo hidropônico no sistema NFT (nutrient film technique) obteve o diametro da planta de 20,2 a 25,5 cm, resultados estes que vão de acordo com este estudo.

Um outro estudo realizado por Dias, (2022) no sistema hidropônico obteve variação do diametro de 18,11 a 24,31 cm.

O diametro da planta pode variar de 10 a 30 cm. O aumento do diametro da planta pode estar relacionao directamente pela quantidade de nutrientes particularmente o nitrogenio presente na solucao nutritiva , o nitrogenio e responsvel pelo desenvolvimento vegetativo raído e vigoroso, directamente correlacionado com o bom crescimnto. Gutterres & Inocencio (2009).

Tabela 5 : Sistemas de Cultivo

Sistema de cultivo	ALT	PESO	NF	CF
Hidropônico	22,02 b	128,40 b	13,47 a	19,72 b
Solo	15,90 a	80,68 a	14,57 b	14,75 a
Probabilidade	0,0	0,0	0,0	0,0
CV (%)	0,0	0,0	0,0	0,0

Sistema de cultivo	LF	CSR	DP
Hidropônico	13,31 a	18,72 b	26,54 b
Solo	13,69 b	13,62 a	22,21 a
Probabilidade	0,0	0,0	0,0
CV (%)	0,0	0,0	0,0

ALT	Altura da planta
NF	Número de folhas
CF	Comprimento foliar da planta
LF	Largura foliar da planta
CSR	Comprimento do sistema radicular
DP	Diâmetro da planta

4.8. Análise de sistema hidropônico e solo.

Conforme a (tabela 5), verificou-se que, no sistema de cultivo, o sistema hidropônico obteve melhores resultados para as variáveis: Altura da planta, Peso por planta, Comprimento foliar da planta, Comprimento do sistema radicular e diâmetro da planta. O sistema de cultivo solo apresentou melhores resultados nas variáveis: Número de folhas e Largura foliar da planta.

Segundo (Cometti et al 2019), para alcançarmos um cultivo bem-sucedido, é fundamental considerarmos diversos fatores como o tipo de planta (variedade), as variações do pH e na temperatura da água podem impactar significativamente o crescimento das plantas.

Para Rissardi (2024), em estudo semelhante afirma que, A hidropônia proporciona benefícios como a redução do tempo de crescimento, facilitação do manejo e minimização da infestação por pragas e fungos, uma vez que se trata de um cultivo sem solo. Além disso, a hidropônia garante que o produto final tenha maior tempo de prateleira, pois a raiz se mantém fresca por mais tempo, prolongado sua vida útil em pelo menos cinco dias em comparação ao cultivo convencional.

Segundo (Henz & Suinaga 2009), afirmam que a produção de alface em sistema convencional (Solo), é frequentemente realizada por produtores especializados em folhosas, que mantêm um sistema contínuo ao longo do ano em uma mesma área.

O cultivo no solo exige muito trabalho, pois demanda grande área, mão de obra e água. Em áreas metropolitanas, o solo é escasso e, em algumas lugares, a falta de terras férteis para o cultivo se deve a condição geográfica ou topográfica desfavoráveis (Jacto 2024).

Para Dias (2022), no estudo, desenvolvimento da alface (*Lactuca sativa* L.) sob sistema de cultivo em aquaponia e sistema agroflorestal, afirma que, a hidropônia é uma alternativa para a produção de alimentos de maneira que reduza os impactos ao meio ambiente devido a suas características de sustentabilidade, a produção de alimentos no sistema hidropônico pode reduzir o consumo de água até 90%, se comparada aos sistemas convencionais .

CAPÍTULO V: CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

5.1. Conclusão

- Em função dos resultados obtidos no presente estudo, o sistemas de cultivo hidropônico, apresentou efeitos significativos nalgumas variáveis estudadas tais como: altura da planta, peso por planta, comprimento foliar da planta, comprimento do sistema radicular e diâmetro da planta. Em relação as variedades, a alface crespa mostrou maior desempenho nos dois sistemas de cultivo.
- Em função ou com base ao paragrafo descrito acima, há evidências suficientes para se aceitar a hipótese alternativa, porque os sistemas de cultivo apresentaram resultados diferentes no que cocerne ao potencial produtivo.

5.2 . Recomendações

Para a faculdade de ciências agronomicas

Recomenda-se para que nos próximos anos, possam realizar estudos do gênero , em sistemas de cultivo hidropônico e semi-hidropônico, E também recomenda-se o uso de nutriente hidropnico para folhosas e o uso do paineis solares.

Para os pequenos agricultores

Recomenda-se realizar um planejamento cuidadoso e buscar capacitação adequado é importante avaliar as culturas a serem cultivadas e a demanda do mercado, especialmente em áreas com solo menos fértil ou escassez de água. Investir em treinamentos sobre técnicas de cultivo, manejo de nutrientes e controlo de clima é essencial para o sucesso.

Referências bibliográficas

- Lopes, L. J. F., & Oliveira, M. (2017). Desafios da Agricultura no Distrito de Cuamba. *Revista de Ciências Agrárias*, 40(3), 405-412.
- Savvas, D., & Gruda, N. (2018). Aplicação de Tecnologias de Cultivo sem Solo na Indústria Moderna de Estufas—Uma Revisão. *Journal Europeu de Ciência Horticultural*, 83(5), 280-293.
- Silva, A. P., Santos, R. F., & Mendes, M. L. (2018). Nutrição e Saúde: Benefícios do Consumo de Alface. *Revista Brasileira de Nutrição*, 31(2), 123-130.
- Tesi, R. (2017). *Revisões sobre Agricultura Sustentável*. Springer.
- Křístková, Zuzana; Matejíček, Jiří; Beneš, Martin; Polcar, Adam; Haščuková, Ivana. Avaliação dos efeitos da poluição atmosférica em ecossistemas florestais nas Montanhas Krušné Hory. *Environmental Monitoring and Assessment*, v. 136, n. 1-3, p. 363-381, 2008.
- Soares, Magda (2002). "Novas práticas de leitura e escrita: letramento na cibercultura." *Educação e Sociedade*, v. 23, n. 81, p. 143-160, dezembro de 2002.
- Henz, Gilmar Paulo; Suinaga, Fábio Akira. *Produção de alface*. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2009. 43 p. (Sistemas de Produção, 1).
- Jones, J. B. (2005). *Hidroponia: Um Guia Prático para o Cultivador sem Solo*.
- Sala, L. F. e Costa, A. C. (2012). Retrospectiva e tendência da alfaceicultura brasileira. In: *Hortaliças: Produção e comercialização*. Brasília: Embrapa, p. 1-12
- Ryder, E. F. 2002. *Alface: uma perspectiva global*. In: *Recursos Genéticos de Culturas Vegetais*. Nova York: Science Publishers
- Lopes, A. P., Freitas, A. M., Silva, J. J., & Ferreira, D. C. (2023). Produção hidropônica de alface: Reflexões sobre uma das hortaliças mais consumidas no Brasil. *Revista Eletrônica Anima Terra*, 17, 69-83. Faculdade de Tecnologia de Mogi das Cruzes – FATEC-MC, Mogi das Cruzes-SP. ISSN 2526-1940
- Filgueira, F. A. R. (1982). *Novo Manual de Olericultura*. 3ª ed. Viçosa, MG: Editora UFV

Filgueira, F. A. R. Novo manual de olericultura: a cultura da alface. 3. ed. Viçosa: UFV, 2000.

Fernandes, A. L.; Mantovani, E. C.; Vieira, J. A.; Moreira, L. F. Acúmulo de nitrato em plantas de alface cultivadas em hidroponia. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 6, n. 1, p. 135-138, 2002.

Yagami, A. L. "Produção de mudas de alface em função de diferentes combinações de substratos." 2010. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

Sousa, A. L. de; Henz, G. P.; Suinaga, F.; Sala, L. da; Costa, J. R. (2012). Avaliação de cultivares de alface sob diferentes sistemas de cultivo e condições climáticas no Brasil. Revista Brasileira de Horticultura, v. 30, n. 4, p. 205-216, 2012.

Herrmann, A.; Pires, J. L.; Gonçalves, J. R.; Bezerra, F. C. Produção de cultivares de alface americana sob dois sistemas de cultivo. Horticultura Brasileira, v. 37, n. 1, p. 58-63, 2019.

Resh, H. M. (2013). Produção de Alimentos Hidropônicos: Um Guia Definitivo para o Jardineiro Doméstico Avançado e o Produtor Comercial de Hidroponia. CRC Press.

Robinson, R. W.; McCreight, J. D.; Ryder, E. J. Os genes da alface e espécies relacionadas. Revisões em Melhoramento de Plantas, v. 1, p. 267-294, 1983.

Santos. Produtividade da alface (*Lactuca sativa* L.) em resposta à aplicação de ácidos húmicos e bactérias diazotróficas, em condições de campo. Revista Brasileira de Horticultura, v. [número], p. [páginas], 2002

Lima, R. de S.; Junior, A. F. de C. Avaliação econômica da produção de alface americana em função de lâminas de irrigação. 2008.

Lopes, F. S.; Simões, L. A. Qualidade de alfases (*Lactuca sativa*) em diferentes sistemas de cultivo. Revista Brasileira de Horticultura, v. 28, n. 2, p. 123-130, 2008.

Santana, S. M.; Dias-Arieira, C. R.; Biela, F.; Cunha, T. P. L.; Chiamolera, F. M.; Roldi, M.; Abe, V. H. F. Plantas antagonistas no manejo de *Meloidogyne incognita* em solo arenoso de áreas de cultivo de hortaliças. Nematropica, v. 42, p. 287-294, 2012.

Silva, K. C., Schmidt Filho, E., Novais, C. S., & Gasparotto, F. (2023). Uso de torta de filtro como adubo no cultivo da alface. In: Anais do Encontro Internacional de Produção Científica. Campinas: Galoá

Almeida, M. T. T. Avaliação microbiológica de alfaces (*Lactuca sativa*) em restaurantes self-service no município de Limeira-SP. Dissertação de Mestrado. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2006.

Lopes, N. F., Moraes, D. M., Aumonde, T. Z., & Sacarro, E. L. (2010). Análise de crescimento em cultivares de alface nas condições do sul do Piauí. *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada*, 4(1), 45-56.

Villar, Mendonça Amanda de Souza Pereira. Efeito do espaçamento nas condições morfológicas de cultivares de alface em sistema hidropônico. 2022. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2022.

Oliveira, A.; LessI Dos Reis, L.; Martins Bardivieso, D. Germinação da semente e produção de mudas de cultivares de alface em diferentes substratos. *Semina: Ciências Agrárias*, v. 29, n. 2, p. 245-254, 2008.

Almeida, L. M. de. (2006). Produtividade da alface (*Lactuca sativa* L.) em resposta à aplicação de ácidos húmicos e bactérias diazotróficas, em condições de campo.

Ido, I., Bezerra Neto, F., & Barreto, P. L. (2009). Avaliação da qualidade de alface cultivada em diferentes sistemas de cultivo. *Revista Brasileira de Horticultura*, 27(2), 117-124.

Silva, E.M. (2023). Adoção de inovações tecnológicas no cultivo de hortaliças em sistema de plantio direto: uma revisão integrativa da literatura. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, 61(3), e238628.

Henz, Gilmar Paulo; Suinaga, Fabio Akiyoshi. Tipos de alface cultivados no Brasil. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2009. 7 p. (Comunicado Técnico, 75).

- Salomão, José P. Sistemas de plantio direto e convencional: um enfoque de análise de decisão. 1990. Tese (Doutorado em Economia Rural) — Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1990.
- Carrijo, O. A.; Makishima, N. Princípios de hidroponia. Brasília: Embrapa Hortícolas, 2000. 27p.
- Bezerra Neto, E.; Barreto, L. As técnicas de hidroponia. Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agronômica, v. 8, p. 107-137, 2012.
- Paulus, J. A.; Bezerra, F. C.; Soares, A. S. Utilização de águas salinas na produção de alface em sistema hidropônico. Horticultura Brasileira, v. 28, n. 1, p. 31-36, 2010.
- FurlanI, Paulo Roberto; Magalhães, Fábio; Carvalho, Jorge; Pereira, Carlos. Produção de alface em sistema hidropônico. Revista Brasileira de Horticultura, v. 17, n. 2, p. 101-110, 1999.
- Zanotelli, D. & Molino, C. (1997). Produção de alface hidropônica: Um estudo de viabilidade técnica-econômica. Anais do Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, Campina Grande, PB, 1997.
- Cometti, N.N.; Furlani, P.R.; Ruiz, H.A.; Fernandes Filho, E. Desempenho de soluções nutritivas e cultivares de alface em hidroponia. Revista Eixo, v. 5, n. 1, p. 43-50, 2019.
- Trani, P. E., Ribeiro, S. M. R., & Almeida, J. A. (2011). Desempenho de cultivares de alface em sistema hidropônico. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, 15(4), 375-382.
- Cometti, N. N. (2003). Nutrição mineral da alface (*Lactuca sativa* L.) em cultura hidropônica - sistema NFT. Tese (Programa de Pós-Graduação em Agronomia - Ciência do Solo) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ.
- Cometti, N. N.; Matis, G. C. S.; Zonta, E.; Wellington, M.; Fernandes, M. S. Efeito da concentração da solução nutritiva no crescimento da alface em cultivo hidropônico-sistema NFT. Horticultura Brasileira, v. 36, n. 4, p. 544-549, 2018.
- Lukanu, A.; Sola, P.; Anang, M. Avaliação dos sistemas de cultivo em relação à produtividade agrícola dos pequenos agricultores em Moçambique. In: Agricultura Familiar em Moçambique, 2004. p. 1-12.
- Álvarez, M. (2012). Manual de jardinería práctica. Buenos Aires: Albatros.

Aviz, A. M. et al. Análise da eficácia de diferentes métodos de controle biológico na cultura de alface. *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada*, v. 13, n. 4, p. 1102-1111, 2019. DOI:

Yuri, J. E., Resende, G. M., Mota, J. H., Souza, R. J., Freitas, S. A. C., & Rodrigues Júnior, J. C. (2004). Comportamento de cultivares de alface americana em Santana da Vargem. *Horticultura Brasileira*, 22(2), 249-252.

Diamante, M. R. M.; Bezerra, A. C. de S.; Rivera, R. L.; Cavalcante, M. de S.; Rivera, J. D. Interação entre cultivares de alface lisa em diferentes ambientes de cultivo. *Revista Brasileira de Horticultura Científica*, v. 12, n. 1, p. 66-72, 2013.

Yuri, J. E., Pimentel, L. D., & Gomes, R. L. (2006). Produção comercial de cultivares de alface em Bananeiras. *Revista Brasileira de Horticultura Científica*, 1(1), 49-55.

Júnior, S. S. (2005). Produção de cultivares de alface americana sob dois sistemas de cultivo. *Horticultura Brasileira*, 23(3), 345-348.

Reghin, André. Produção de alface em sistema de hidroponia. 2002. Dissertação (Mestrado em Agricultura) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2002.

Prado, J. A. S. Estudo da produção e qualidade de alface. 2018. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, 2018.

Resh, Howard M. Produção de alimentos hidropônicos: um guia definitivo para o jardineiro doméstico avançado e o cultivador hidropônico comercial. 7. ed. Gainesville: 2013.

Pasqualetto, M.; Mafra, A. L.; Falcao, L. D. Efeito de diferentes concentrações de soluções nutritivas no desenvolvimento de alface (*Lactuca sativa* L.) em cultivo hidropônico. 1998.

Vale, J. R.; Silva, J. F.; Lima, R. F. de; Mendes, J. R.; Barbosa, J. F. Avaliação do crescimento e produção de alface (*Lactuca sativa* L.) em função da densidade de plantio e do espaçamento entre fileiras. *Revista Brasileira de Horticultura*, v. 13, n. 1, p. 15-22, 1995.

Primavesi, A. M. Agricultura Sustentável: Manual do produtor rural. 1. ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2016.

Gutterres, J. F.; Inocencio, L. H. Hidroponia: Cultivo de plantas sem solo. 2009.

Rissardi, R. F. Avaliação Agronômica de Linhagens de Alface em Cultivo Hidropônico no Sistema NFT (Nutrient Film Technique). 2024. Dissertação (Mestrado em Horticultura) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2024.

Figuras

Figura 1 : Bancada hidropônica



Figura 2 : Alface crespa



Figura 3 : Alface romana



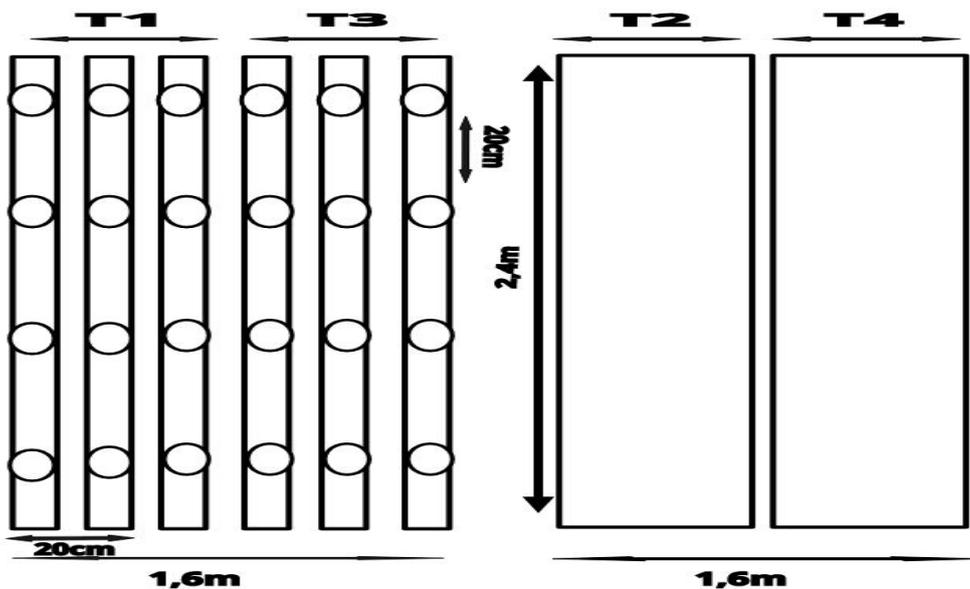
Apêndices

Apêndice 1 : Pré-projecto (protocolo de ensaio)

Protocolo de ensaio	
Entidade responsável pelo planeamento do ensaio	Felício José Aine Anaja
Entidade responsável pela condução do ensaio	Felício José Aine Anaja
Local do ensaio	Bairro mutxora
Ano de ensaio	2024
Espécie	<i>Latuca sativa</i>
Objectivo do ensaio	Avaliação comparativa do desempenho produtivo de duas variedades de alface em dois sistemas de cultivo.
Delineamento	DBCC Fatorial
Tratamento	T1-Hidropônco-Alface Crespa T2-Solo- Alface Crespa T3- Hidropônco- Alface Romana T4- Solo-Alface Romana
Esquema do ensaio	
Número de repetição	4
Área útil	7,68 m ²
Área total	7,68 m ²
Trabalho a realizar	
Preparação e demarcação do campo	Março e Maio
Sementeira	Abril
Escarificação	Maio e Junho
Segurança do local	Maio
Colheita	Junho

Medição e observação	<ul style="list-style-type: none"> • Altura da planta; • Peso por planta; • Número de folhas; • Comprimento foliar da planta; • Largura foliar da planta; • Comprimento do sistema radicular; • Diâmetro da planta.
Responsável pela descrição do ensaio	Felício José Aine Anaja
Entidade responsável pela avaliação	UCM, FCA-Cuamba
Entidade responsável pela elaboração do ensaio	Felício José Aine Anaja

Apêndice 2 : Esquema de ensaio



Apêndice 3 : Cronograma de actividade

Actividades	Março	Abril	Maio																																				
Preparação do campo	<table border="1"> <tr><td></td><td></td><td>x</td><td></td><td></td><td></td><td>x</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>			x				x						<table border="1"> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>													<table border="1"> <tr><td>x</td><td>x</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>	x	x										
			x				x																																
x	x																																						
Junho	Setembro	Outubro																																					
<table border="1"> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>													<table border="1"> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>													<table border="1"> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>													
Demarcação do campo	Março	Abril	Maio																																				
	<table border="1"> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>													<table border="1"> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>													<table border="1"> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>x</td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>									x			
								x																															
Junho	Setembro	Outubro																																					
<table border="1"> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>													<table border="1"> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>													<table border="1"> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>													

Sementeira	Março	Abril	Maio
	Junho	Setembro	Outubro
Transplante	Março	Abril	Maio
	Junho	Setembro	Outubro
Escarificação	Março	Abril	Maio
	Junho	Setembro	Outubro
Segurança do local	Março	Abril	Maio
	Junho	Setembro	Outubro
Levantamento de dados	Março	Abril	Maio
	Junho	Setembro	Outubro
Colheita	Março	Abril	Maio
	Junho	Setembro	Outubro
Análise de dados	Março	Abril	Maio
	Junho	Setembro	Outubro

17	23,5	9,7	29,9	20	20,1	124	36,9
18	19,4	10,5	19,5	8	10,4	92	18,1
19	19,4	12,5	22,1	10	30	95	10
20	20,5	15,2	22,9	19	30,1	170	31,1
21	17,4	13,5	21,1	14	30	128	35,1
22	20,1	14,5	22,4	15	20,4	100	32,2
23	22,6	15,2	24,8	12	20,8	166	20,1
24	20,8	14,8	23,9	13	20,1	138	32
25	16,1	10,6	18,4	10	20,6	42	10,1
26	16,2	10,5	18,9	12	20	110	21,4
27	17,5	16,4	23,1	17	20,3	138	32,1
28	18,9	13,5	23,2	19	20,1	164	27,5
29	21,9	13	22,5	16	20,8	118	31,1
30	23,1	13,5	25,4	13	20,8	104	33,3

Dados alface romana sistema hidropônico							
Número de plantas	Comprimento Foliar	Largura Foliar	Altura da planta	Número de Folhas	Comprimento do Sistema Radicular	Peso da planta	Diâmetro da Planta
1	20,5	14,2	22,8	14	30	130	28,3
2	21,6	13,3	23,3	15	20,1	132	20,6
3	18,2	12,6	21,9	12	20,8	88	29,1
4	20,1	14,5	21,4	20	10,7	136	30,5
5	18,5	13,1	22,5	28	39,6	251	39,1
6	20,1	14,4	20,2	13	30	116	30,5
7	24,1	13,5	22,1	12	30	96	21,5
8	24,1	14,5	26,1	16	10,7	108	34,5
9	22,5	14,5	26,1	15	20,5	104	23,5
10	17,8	13,5	18,7	18	10,9	134	35,8

11	20,7	10,7	30	13	20,5	98	30,4
12	20,1	10,7	20,1	14	20,1	102	23
13	20,6	10,5	20,9	11	20,5	90	20,8
14	20	10,6	10,7	15	20,7	104	20,5
15	20	10,1	10,8	14	20,1	130	20,1
16	10,6	10,3	20,4	11	20,5	130	20,6
17	20,5	10,7	20,8	11	20	101	30
18	20,2	10,6	20,4	12	20,1	116	20,9
19	10,6	10,7	20,4	15	20,1	106	30
20	30,2	10,1	30,4	13	10,9	110	20,1
21	20,2	10,8	20,1	5	20,4	71	20,1
22	20,7	10,8	10,6	9	10,4	89	20,9
23	20,6	10,4	20,7	13	10,3	100	20,8
24	20	10,6	30	7	10,6	90	20,6
25	20,7	20,4	20,9	15	10,4	121	30,9
26	20	10,5	20,8	19	10,3	146	30,9
27	30,1	20	30,8	8	10,1	44	20,6
28	20,5	10	30,8	13	30	110	20,4
29	20,6	10	30,1	14	30	123	30,1
30	10,6	10,5	20,4	9	10,4	64	10,8

Dados alface crespa sistema convencional (solo)							
Número de plantas	Comprimento foliar da planta	Largura foliar da planta	Altura da planta	Número de folhas	Comprimento do sistema radicular	Peso da planta	Diâmetro da planta
1	18,2	13,5	19,1	10	12,3	48	23,4
2	19,5	13,1	21,4	12	12,1	108	25
3	16	18,5	12,1	14	14,1	68	24
4	13,1	12,8	19,1	7	13,9	46	18,4

5	12,9	10	14,7	12	14,6	46	20
6	16,4	14	17,9	10	17,1	64	27,3
7	11,3	10	14,3	8	13,5	38	20
8	21,2	25,1	26,1	20	18,7	242	41,3
9	14,1	13,2	14,3	11	14,4	58	20
10	10	13,2	14,8	8	11	22	14,1
11	11	12,4	13,4	13	12,1	128	21,5
12	12,5	11,1	11,5	13	13,3	100	17,4
13	14,1	12	12,8	12	12,4	48	18,1
14	11,7	12,4	11,1	9	15,1	60	14,9
15	16,1	16,6	14,1	16	13	139	16,3
16	14,1	13,4	15,1	7	12,8	52	24,1
17	15,2	12,4	14,5	8	11,1	46	22,8
18	16,8	14,1	17,7	10	15,4	120	24
19	16,1	12,3	18,1	21	11,8	100	29,4

Dados alface crespa romana convencional (solo)							
Número de plantas	Comprimento foliar da planta	Largura foliar da planta	Altura da planta	Número de folhas	Comprimento do sistema radicular	Peso da planta	Diâmetro da planta
1	22,8	16,1	22,1	12	12,4	102	29,1
2	21,1	15,4	23,9	24	21	210	26,4
3	18,7	12,1	19,5	17	15,3	118	27
4	14,9	13,1	16	14	17,1	62	22,1
5	13,2	10	19,8	22	11,5	164	21,5
6	16,1	11,4	17,6	13	12,6	160	21,8
7	16,9	12	18,5	2	13,1	52	21
8	16,7	14,6	17	8	11,4	44	22,4
9	21,1	14,8	22,8	18	12,2	86	27,7

10	15,5	14,2	14,1	12	13,1	116	22,2
11	21,1	14,5	15,2	17	11	100	29,9
12	10	10	10,6	14	11,1	68	21
13	22,4	13,4	19,4	14	12,4	66	22,8
14	16,8	13,8	24,2	17	14,7	138	33,9

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA

Apêndice 5 : Análise da Variância altura da planta

```

-----
FV                GL                SQ                QM                Fc  Pr>Fc
-----
SISTEMA_CU        1                23.377225         23.377225         1.0E+0009  0.0000
VARIEDADE         1                2.059225          2.059225          1.0E+0009  0.0000
SISTEMA_CU*VARIEDADE 1                1.651225          1.651225          1.0E+0009  0.0000
erro              0  0.000000000E+0000  0.00000000E+0000
-----
Total corrigido   3                27.087675
-----
CV (%) =          0.00
Média geral:     19.6775000      Número de observações: 4
-----

```

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA

Apêndice 6 : Análise da Variância peso da planta

```

-----
FV                GL                SQ                QM                Fc  Pr>Fc
-----
SISTEMA_CU        1                699.073600        699.073600        1.0E+0009  0.0000
VARIEDADE         1                17.472400         17.472400         1.0E+0009  0.0000
SISTEMA_CU*VARIEDADE 1                452.838400        452.838400        1.0E+0009  0.0000
erro              0  0.000000000E+0000  0.00000000E+0000
-----
Total corrigido   3                1169.384400
-----
CV (%) =          0.00
Média geral:     106.6300000     Número de observações: 4
-----

```

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA

Apêndice 7 : Análise da Variância Número de folhas

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
SISTEMA_CU	1	0.448900	0.448900	1.0E+0009	0.0000
VARIEDADE	1	1.368900	1.368900	1.0E+0009	0.0000
SISTEMA_CU*VARIEDADE	1	3.132900	3.132900	1.0E+0009	0.0000
erro	0	0.000000000E+0000	0.000000000E+0000		
Total corrigido	3	4.950700			
CV (%) =	0.00				
Média geral:	13.4350000	Número de observações:		4	

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA

Apêndice 8: Análise de Variância comprimento foliar da planta

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
SISTEMA_CU	1	13.987600	13.987600	1.0E+0009	0.0000
VARIEDADE	1	2.822400	2.822400	1.0E+0009	0.0000
SISTEMA_CU*VARIEDADE	1	1.512900	1.512900	1.0E+0009	0.0000
erro	0	0.000000000E+0000	0.000000000E+0000		
Total corrigido	3	18.322900			
CV (%) =	0.00				
Média geral:	18.0750000	Número de observações:		4	

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA

Apêndice 9 : Análise da Variância largura foliar da planta

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
SISTEMA_CU	1	0.476100	0.476100	1.0E+0009	0.0000
VARIEDADE	1	0.577600	0.577600	1.0E+0009	0.0000
SISTEMA_CU*VARIEDADE	1	0.096100	0.096100	1.0E+0009	0.0000
erro	0	0.000000000E+0000	0.000000000E+0000		
Total corrigido	3	1.149800			
CV (%) =	0.00				
Média geral:	13.1200000	Número de observações:		4	

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA

Apêndice 10: Análise da Variância comprimento do sistema radicular

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
SISTEMA_CU	1	28.090000	28.090000	1.0E+0009	0.0000
VARIEDADE	1	0.004900	0.004900	1.0E+0009	0.0000
SISTEMA_CU*VARIEDADE	1	0.040000	0.040000	1.0E+0009	0.0000
erro	0	0.000000000E+0000	0.000000000E+0000		
Total corrigido	3	28.134900			
CV (%) =	0.00				
Média geral:	16.2050000	Número de observações:		4	

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA

Apêndice 11: Análise da Variância diâmetro da planta

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
SISTEMA_CU	1	5.336100	5.336100	1.0E+0009	0.0000
VARIEDADE	1	0.462400	0.462400	1.0E+0009	0.0000
SISTEMA_CU*VARIEDADE	1	4.080400	4.080400	1.0E+0009	0.0000
erro	0	0.000000000E+0000	0.00000000E+0000		
Total corrigido	3	9.878900			
CV (%) =	0.00				
Média geral:	24.7150000	Número de observações:		4	



This document was created with the Win2PDF "Print to PDF" printer available at

<https://www.win2pdf.com>

This version of Win2PDF 10 is for evaluation and non-commercial use only.

Visit <https://www.win2pdf.com/trial/> for a 30 day trial license.

This page will not be added after purchasing Win2PDF.

<https://www.win2pdf.com/purchase/>